



**Szegedi Tudományegyetem  
Mezőgazdasági Kar  
Precíziós agrárgazdálkodási  
szakmérnöki képzés**

**PRECÍZIÓS ÖNTÖZÉS ÉS  
VÍZGAZDÁLKODÁS**



**Dr. Hupuczi Júlia**

**Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen  
készült az Európai Unió támogatásával.  
Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014**



## **Tematika:**

**Olvasási idő: 15 perc**

### **I. Talajfizikai paraméterek**

1. A talaj fizikai tulajdonságai
2. A talaj fizikai tulajdonságainak mérése
3. A talaj víztartalma
4. A talaj víztartalmának mérése
5. A talaj víz- és hőgazdálkodásának összefüggései

### **II. Biológiai paraméterek**

#### **6. A víz felvétele különböző talajállapotok és víztartalmak mellett**

### **III. Vízminőségi paraméterek**

7. Az öntözővíz fizikai mutatói (valós idejű online oktatással)
8. Az öntözővíz kémiai mutatói (valós idejű online oktatással)
9. Az öntözővíz minősítése (valós idejű online oktatással)

### **IV. Meteorológiai paraméterek**

10. A csapadék eloszlása, szélsőségei
11. Összefüggések a Kárpát-medence klimatikus viszonyai és a szélsőséges csapadékhelyzetek között

### **V. Öntözés**

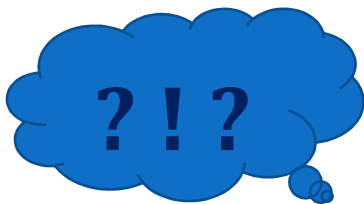
12. Az öntözés gazdasági jelentősége (valós idejű online oktatással)
13. Az öntözés idejének meghatározása
14. Öntözési vízigény

### **VI. Öntözési módok**

15. Felületi öntözési mód
16. Esőszerű öntözési mód
17. Mikroöntözési mód

### **VII. Precíziós öntözés**

18. Precíziós öntöző berendezések
19. VRI



**A tantárgy első témaköre a talajt érinti. Öntözés szempontjából elengedhetetlen a talaj behatóbb ismerete:**

- tudnunk kell, hogy milyen tényezők alakítják a víz beszivárgását és talajbeli mozgását
- ismernünk kell a talajban mozgó vagy éppen nem mozgó víz különböző formáit
- fel kell ismerjünk az összefüggéseket, hogy a talaj tényleges állapota hogyan befolyásolja a vízpótlást

**A második témakör a növények oldaláról vizsgálja a vízgazdálkodást:**

- Hogyan tudja a növény a vizet hasznosítani a különböző talajállapotok és víztartalmak mellett?
- Milyen vízigényei vannak a különböző kultúrnövényeknek?

**A harmadik témakör az öntözött víz paramétereit vizsgálja:**

- meg kell ismernünk az öntözővíz legfontosabb fizikai és kémiai mutatóit
- tudnunk kell, hogy mely paraméterek kulcsfontosságúak az öntözővíz minősége és használhatósága szempontjából

**A negyedik témakör a meteorológiai vonatkozásokat vizsgálja:**

- megismerjük szélsőséges csapadékhelyzeteket
- kiderül, hogy miért olyan kiszámíthatatlan hazánk időjárása
- fontos tudnunk, hogy milyen helyzetet teremthet a klímaváltozás

**Az ötödik témakör az öntözéssel foglalkozik:**

- megnézzük, hogy mi a jelenlegi magyarországi helyzetkép
- megismerkedünk az öntözéshez kapcsolható alapfogalmakkal

**A hatodik témakör az öntözési módokat tekinti át**

- megnézzük az egyes öntözési módokat, azok előnyeit és hátrányait

**A hetedik témakör a precíziós öntözést részletezi**

- megismerkedünk a VRI fogalmával
- valamint áttekintjük a precíz öntözés lehetséges módjait

Ebben a leckében a növények vízháztartásával foglalkozunk.



- Szó lesz a víz felvételéről
- a víz leadásáról
- a növények vízigényeiről

**A növényi életműködés alapfeltétele a környezettel folytatott energia- és anyagcsere.** A különböző vadon élő és termesztett növények földrajzi elterjedésének éghajlati határai vannak. Ebből arra tudunk következtetni, hogy a növényeknek hőmérsékleti, fény- és nedvesséigényei vannak, és ezek az igények eltérő módon elégülnek ki a különböző környezetekben.

Az igények kielégítésének mértékét a **termőhely** adottságai határozzák meg. A vadon élő növények elterjedésük mértékével alkalmazkodnak a természeti környezethez, míg a termesztett növények esetében fontos szerepet tölt be az emberi beavatkozás.

A növényfajok nemcsak elterjedésükkel alkalmazkodnak az élőhely paramétereire, hanem a növekedési és fejlődési ciklusuk is a környezetre jellemző módon alakul. Ezzel a kérdéskörrel foglalkozik a **fenológia**, vagy más néven jelenségtan.

### Pontosan mit vizsgál?

A növények és az állatok egyedfejlődésében a növekedési és fejlődési jelenségek naptári időpontját figyeli, valamint a környezeti hatások (időjárás, talaj, domborzat) elemzését végzi, feltárja a jelenségek tér- és időbeli alakulásában mutatkozó törvényszerűségeket.

Tulajdonképpen a vegetációs időszakot fenofázisokra bontja. Egy-egy fázis kezdetét egy új növényi szerv megjelenése, szervek számának változása jelez.

A fenológiai fázisok időtartama függ a különböző meteorológiai elemektől (hőmérséklet, csapadék, napsugárzás).

A meteorológiai elemeknek fajtaigény-szerinti optimum értéke van, ami kapcsolatban áll más elem optimumával. Valós körülmények között sosincs mindig minden elem optimumban!

A minimum és a maximum is hátráltató, ilyenkor a fázisok tartalma elnyúlik vagy lerövidül.

**A fenológiai események dinamikája, hossza tükrözi a környezeti elemek minőségét.**

A fázisok hossza a környezeti tényezők alapján becsülhető.



**Ez az anyagrész nem a fenológiáról szól, de fontos ismernünk az alapjait.**

**Miért?**

**Azért, mert a szántóföldi növénytermesztés, a kert- és erdőgazdálkodás egyik legfontosabb kérdése, hogy a környezet hogyan befolyásolja a növények fejlődését.**

Hiszen a termesztett növények esetében a jobb teljesítményt a növény igényeinek kielégítésével érhetjük el, ezt adott termőhelyen közvetve, a környezeti tényezők módosításával tudjuk megtenni.



A legkevésbé befolyásolható környezeti tényező az időjárás. Fontos tehát a meteorológiai és növényfenológiai adatok egyidejű gyűjtése, ez alapján lehet meghatározni az időjárás hatását a növényre.

Az éghajlat és az időjárás két legfontosabb mérhető paramétere a hőmérséklet és a csapadék. Mi vízgazdálkodás szempontjából természetesen a csapadékot és annak pótlását tartjuk szem előtt, de fontos tudnunk, hogy a növényi fenofázisok alapvetően hőmérsékletfüggők.

A hőmérséklet genetikailag meghatározott ritmusban fejti ki hatását, de szerepe kölcsönhatásban áll egyéb tényezőkkel. Ezért az adatok ismerete fontos, de ennek a fontosságnak az aránya növényenként és területenként változik.

Valamint azzal is tisztában kell lennünk, hogy a növények vízfelvételét és leadását is jelentősen befolyásolja a hőmérséklet.

Nézzük a vízpótlással kapcsolatos legfontosabb biológiai paramétereket!

Mindenki számára alapvető tény, hogy a víz a növények életfeltétele.

- Sejtalkotó: a protoplazma 80-85%-a
- Tápanyagok felvételénél oldószer és szállítóanyag
- A növények hőszabályozásában magas fajhője miatt alapvető (a párologtatás nagy energiafelhasználással jár)
- Fotoszintézis alapanyaga
- Biokémiai folyamatokban reakcióközeg
- A turgornyomás fenntartója
- Növényi szövetek víztartalma eltérő, magvaké 13-15%, görögdióé 98%
- 1 gramm szárazanyag előállításához 500 gramm víz felvételére-szállítására-leadására van szükség
- Meleg nyári napon egy óra alatt kicserélődik a levelek víztartalma

## A NÖVÉNY VÍZFORGALMA

**Vízforgalom = felvétel + szállítás + leadás**

A vízáramlás iránya: a nagyobb vízpotenciálú helytől a kisebb vízpotenciálú hely felé.

**Vízpotenciál\*:** az a munka, melyet egységnyi térfogatú anyagra kell kifejteni, hogy a benne levő vizet szabaddá tegyünk, mértékegysége a megapascal (MPa),  $1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 10 \text{ atmoszféra nyomás}$ .

A talaj vízpotenciálja mindig magasabb, mint a légköré, a vízpotenciál-különbség miatt a víz a légkör felé mozog a növényen keresztül.

**\* Részletesebb magyarázatot lásd a lecke végén!**





**I. VÍZFELVÉTEL** elegendő talajnedvesség jelenlétében történhet, a folyamat intenzitását a talajhőmérséklet befolyásolja.

A magasabb talajhőmérséklet növeli a molekulák mozgását és a sejthártya permeabilitását.

A gyökér vízfeltételének feltétele: a sejtnedv vízpotenciálja alacsonyabb (negatívabb) a talaj felvehető vízkészletének vízpotenciáljánál.

Vízpotenciál értékek:

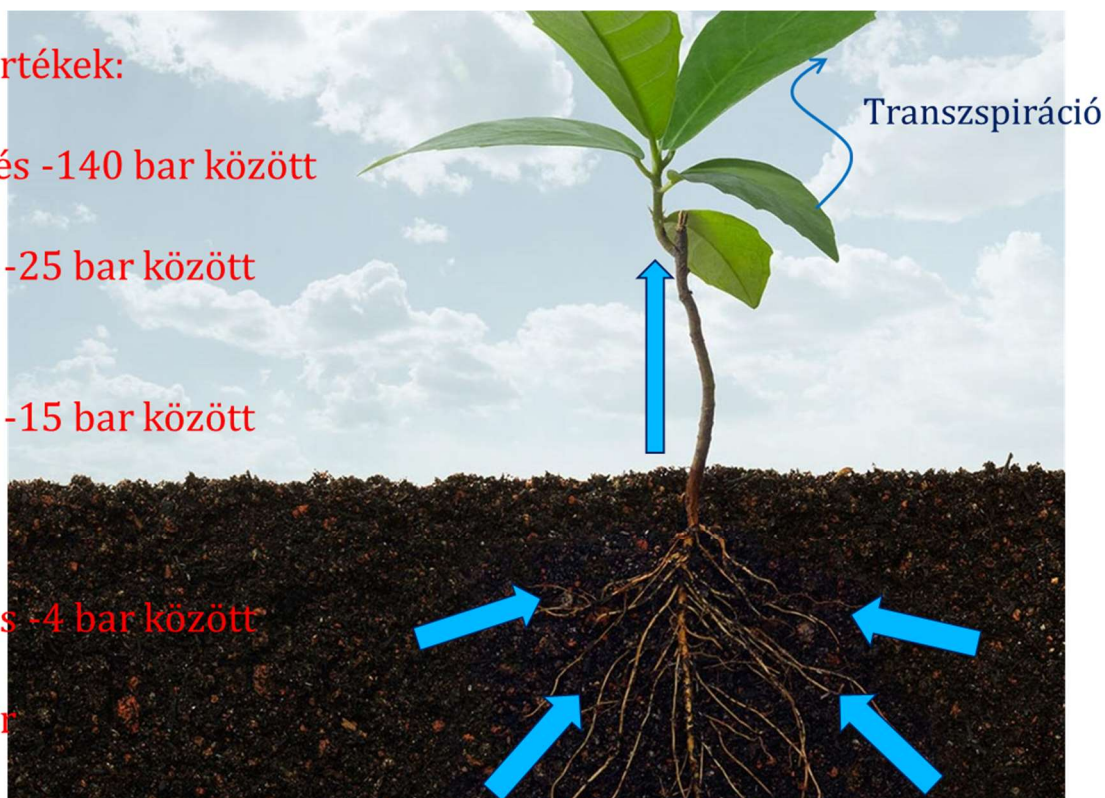
LEVEGŐ: -940 és -140 bar között

levelek: -5 és -25 bar között

trachea: -5 és -15 bar között

gyökerek: -2 és -4 bar között

TALAJ: -1 bar



1. ábra: A növény vízforgalma

A talaj száradásával annak vízpotenciálja egyre negatívabb lesz, amihez a növények többféle módon alkalmazkodnak. A vakuólumokban lévő oldat koncentrációjának a növelésével csökkentik ozmózisnyomásukat, így környezetüknél negatívabbá válik a vízpotenciáljuk is.

A vízfelvétel megszűnik, ha a talaj vízpotenciálja egyenlővé, vagy alacsonyabbá válik a gyökérszőrökben uralkodó viszonyoknál.



Általánosan elfogadott, hogy ha a talaj vízpotenciálja eléri a -15 bart, akkor állandó hervadási pontról beszélünk.

A gyökér hidraulikus vezetőképessége a gyökér szöveteinek a légzésétől függ. Kísérletileg igazolt, hogy az alacsony hőmérséklet, a légzésgátlás, vagy az anaerob feltételek csökkentik a gyökérből tovább szállított víz mennyiségét. Ezért hervadnak a vízzel telített talajban növekvő, így a levegőtől elzárt gyökerű növények.

**II. VÍZSZÁLLÍTÁS:** a gyökértől a párologtató felületig történő víztovábbítás, nagy része nem igényel energiát, passzív folyamat.



A hosszútávú víz/oldatszállítás a növényben az elhalt tracheákon és tracheidákon át történik. Az egymás fölött elhelyezkedő sejtek harántfala perforált, ezért hatékony, kis ellenállású szállítási utat biztosítanak. A növény csúcsi része (a levélzet) negatív hidrosztatikus nyomású, vagyis szívó hatású.

A levélben a mezofill sejtek közvetlen kapcsolatban vannak a légterrel. A vízleadás hatására a mezofill sejtek felületén és a sejtközi járatokban

**meniszkuszok\*** (görbületek) alakulnak ki, amelyek szívóhatást fejtenek ki. Ez adja a szívóerőt.

Minél több vizet ad le a levél, annál kisebb sugarúak a mezofill sejtek felszínén kialakuló meniszkuszok, és annál nagyobb a szívóhatás, ami a gyökerektől a levelek felé irányuló víz/oldatszállítás hajtóereje.

**III. VÍZLEADÁS:** A párologtatás (transzspiráció) során a növény a szervezetében lévő vizet vízgőz formájában a környezetébe kibocsátja.

A transzspiráció mértékét a növény szabályozni képes. **A vízleadás a sztomákon keresztül valósul meg**, sztomák célja, hogy maximális CO<sub>2</sub>-felvétel mellett minimalizálják a felesleges vízvesztést. A sztomák nyitódását, a vízleadás elindítását a sugárzás generálja. Nyáron ez már kora reggel bekövetkezik.

Transzspiráció délelőtt fokozódik, dél körül van a maximum (ha nincs vízhiány).

Párolgás mozgatóereje a légkör nedvességbefogadó képessége, minél nagyobb a talaj és a levegő közti vízpotenciál-különbség, a levegő páraéhsége annál nagyobb, így a vízszállítás intenzívebb.

A párologtatás jelentősége:

- friss víz felvétele csak a növény által korábban felvett víz leadása után lehetséges
- a transzspiráció szívó hatása szállítja a gyökérzet által felvett vizet és ásványi anyagokat az asszimiláció helyére (levelek)
- a víz nagy párolgáshője miatt a párologtatás hőt von el a növényi szövetektől, ami meggátolja azok túlmelegedését

Ha vízhiány lép fel, a transzspiráció mérséklődik, vagy meg is szűnik.



**A környezeti tényezők hatása a transzspiráció intenzitására:****Napszak**

- transzspiráció intenzitása nappal = 10x transzspiráció intenzitása éjszaka
- nappal: sztomák fotoaktív nyitódása a meleg hatására → sztomás transzspiráció nő;
- éjjel: a sztomák általában zártak
- transzspiráció maximuma: déli – kora délutáni órák, déli forróság és légszárazság → zárt sztomák

**Légmozgás**

- párás légréteg elszállítása → a transzspiráció fokozódik
- tartós légmozgás → sztomazáródás → transzspiráció csökken (3-4 m/s felett)

**Növényállomány**

- zárt állomány: nagyobb páratartalom → transzspiráció intenzitása kisebb, mint nyílt állományban
- a párologtatás a felső levelekben intenzívebb, mint az alsókban

**Növények termőhely szerinti csoportosítása:**

Hidrofitonok – vízbe merülő növények

Higrofitonok – nedvességedvelő szárazföldi növények

Mezofitonok – közepes vízigény, ~ mérsékelt égöv

Xerofitonok – szárazságtűrők

A növényállomány vízháztartási helyzete optimális, amennyiben a rendelkezésre álló víz a növényállomány vízigényét kielégíti és nem károsítja. Szélsőséges, ha káros vízhiány vagy káros víztöbblet alakul ki. Az átmeneti a szabadföldi növénytermesztésre jellemző.

**Növényállomány vízigénye** az az egységnyi idő alatt felvett vízmennyiség, amelynek felvétele esetén az anyagcsere-folyamatok, a növényi test hőmérsékleti szabályozása és gyarapodása zavartalan.

Maximális vízigény: amit károsodás nélkül képes elfogyasztani a talaj nedvességtartalmából.

Minimális vízigény: legkisebb vízmennyiség, amelynél károsodás még nem következik be.

Tenyészydőszak alatt folyamatosan változik, legnagyobb a vízigény általában intenzív tömeggyarapodás és virágzás idején.



Ásványi tápanyagok szintén befolyásolják a vízigényt, pl. a nitrogén növeli a vízigényt, a foszfor és a kálium általában csökkenti.

Állománysűrűség növekedésével nő a vízigény.

Rövidebb vízhiányos időszakokat a növényzet át tud vészelni, azonban a hosszabb száraz időszak megzavarja a növények folyamatos vízellátását, a bennük zajló fiziológiai folyamatokat.

Ezek a zavarok vissza nem fordítható károsodásokhoz vezethetnek a növény fejlődésében, növekedésében, termés kialakulásában.

**A vízhiányos állapot szélsőséges esete az aszály.** De többféle aszály létezik attól függően, hogy mit vizsgálunk.

**Meteorológiai aszály:** olyan meteorológiai helyzet, amikor a csapadék kevés, a hőmérséklet magas, így az evapotranszspiráció értéke nagy. Az eltéréseket a sokéves meteorológiai megfigyelések, mérések alapján megadott átlaghoz viszonyítva teszik.

**Hidrológiai aszály:** adott terület vízháztartásában olyan jellegű változások indulnak meg, amikor a jellemző egyensúly felborul. A csapadék, párolgás kedvezőtlen, a felszíni és felszín alatti vizek megcsappannak. Míg az előző szemlélet csak a meteorológiai adatokra támaszkodik, addig a hidrológiai aszály fogalma a meteorológiai és a hidrológiai jelenségeket is figyelembe veszi.

**Agronómiai aszály:** A növénytermesztési tér, és az azon levő növényállomány tartós és nagymértékű vízhiánya, amely mellett a növényállomány visszafordíthatatlan és jelentős károkat szenvedett. Ez pedig fiziológiai megközelítés.

Formái:

- Talajaszály:  $DV$  (diszponibilis víz) < 30-50%
- Légköri aszály: alacsony relatív páratartalom, meleg, száraz szél
- Fiziológiai aszály: a gyökérzóna és a transzspirációs zóna nagy hőmérséklet-különbsége miatt a gyökér vízfelvételi zavaraként jön létre. Ezt az alacsony talajhőmérséklet okozza.

**Légköri aszály:** levegő relatív nedvességtartalma 40% alá süllyed, és a hőmérséklet meghaladja a 30 °C-ot.

Nyári félévre jellemző, felhőtlen égbolt, erőteljes besugárzás és szélcsend jellemzi.

Ha a relatív nedvességtartalom alacsony, akkor nő a légkör által kifejtett szívóerő, a gyökér általi vízfelvétel nem tudja ellensúlyozni a levélzet vízveszteségét és a levélzet lankad.

Légköri szárazság késő délelőttől kora délutánig jellemző, ha a lankadás délután elmúlik, akkor nem a talaj vízhiánya okozta.

Ilyen esetben a levélhőmérséklet emelkedik, a fotoszintézis pedig csökken.

Mi történik vízhiány esetén?

Ehhez ismernünk kell a növényi sejtek vízviszonyait.

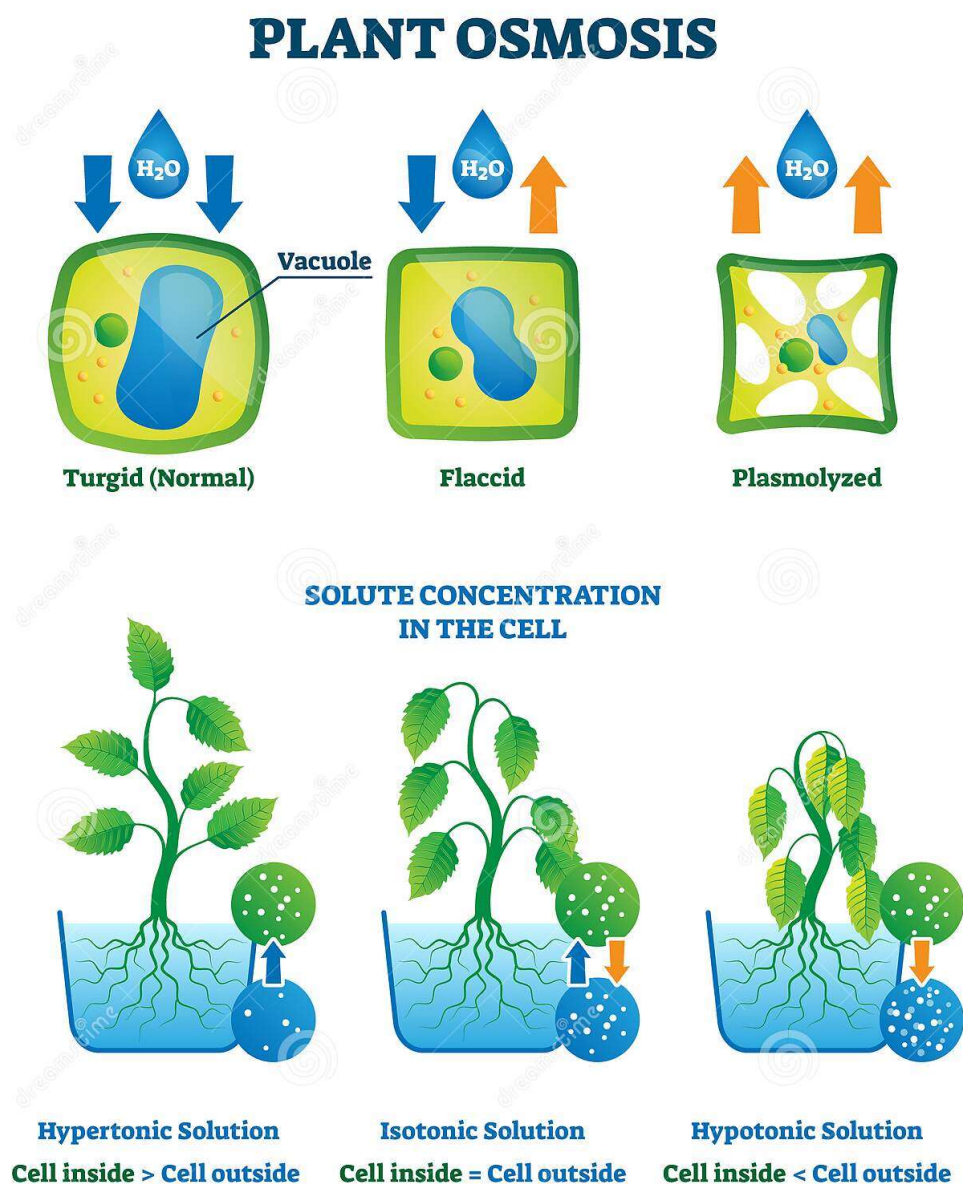
A növényi sejt egy kicsiny, rugalmas falú ozmóméter.

Sejtfal – plazmalemma – beltartalom

A beltartalom vízpotenciálja negatívabb, mint a környezeté, így vizet képes felvenni. Vízfelvételkor a vakuólum mérete nő, nekifeszíti a sejtet a sejtfalnak, a sejt kifeszül (=turgornyomás).

DE: a sejtfal és a környező sejtek ellen tartanak (szöveti feszültség)

Az ellenérő miatt nő a sejtben a hidrosztatikus nyomás, a növekvő nyomás miatt csökken a vízpotenciál negativitása, így a vízfelvétel leáll.



2. ábra: a víz jelentősége a növényi sejtben

(kép forrása: <https://www.dreamstime.com/illustration/osmosis-vector.html>)

**Szöveti feszültség:**

Ez az ellentartó erő és a turgornyomás együttese fontos a szervek alaktartása, szilárdsága szempontjából.

Egy szerv különböző rétegeiben eltérő lehet, pl.:

- lágy szár: eltérő a bőrszövet és a belső szövetek feszültsége – vízbe rakva felhasad és kifelé görbül.
- gyümölcsök megrepedése nagyobb esőzések során – a bőrszövet kisebb feszültségű, egy ideig kifeszül, majd felhasad.

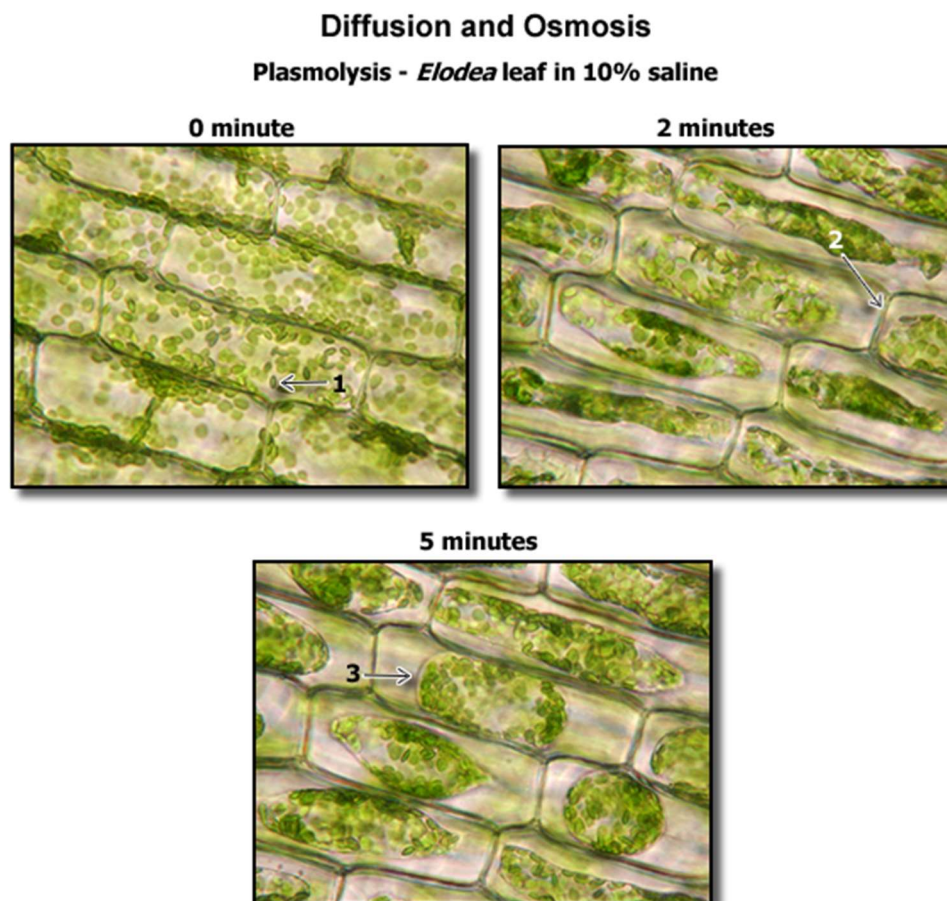
**Negatív fali nyomás:**

Ha a környezet vízpotenciálja a negatívabb, akkor a sejt vizet veszít és összehúzódik. A sejtfal követi ugyan, de húzóerőt fejt ki a beltartalomra – ez a negatív nyomás vízmegőrző hatású, de ha túl nagy a környezet negativitása (pl.: száraz levegő), akkor jelentéktelen.

**Plazmolízis:**

Ekkor a sejtfal nem követi a plazmát, hanem elválnak egymástól, a plazmalemma sérül, de még képes regenerálódni.

Kis mértékű plazmolízis esetén még reverzibilis (lankadás), de nagyobb mérvű zsugorodás már irreverzibilis (tartós hervadás).



3. ábra: plazmolízis

(kép forrása: [https://favpng.com/png\\_view/cartoon-cancer-cell-plasmolysis-plant-cell-microscope-biology-png/Ui9g8ese](https://favpng.com/png_view/cartoon-cancer-cell-plasmolysis-plant-cell-microscope-biology-png/Ui9g8ese))

**ÖSSZEGZÉS:**

A termesztett növények esetében a jobb teljesítményt a növény igényeinek kielégítésével érhetjük el, ezt adott termőhelyen közvetve, a környezeti tényezők módosításával tudjuk megtenni.

A legkevésbé befolyásolható környezeti tényező az időjárás. Elsődlegesen a csapadékhányt tudjuk pótolni.

Miért fontos ez?

Mert vízhiány esetén sérülnek a növényi sejtek és csökken a szénhidráttermelés. Ezeket a sérüléseket a növény regenerálja, ez ráadásul plusz energiát von el.

Így elsődlegesen az energiatermelés szenved hiányt. Ennek minőségromlás és termés kiesés lesz az eredménye.

**KIEGÉSZÍTÉSEK:****Vízpotenciál:**

Egy rendszer vízpotenciálja ( $\Psi$  = pszí) az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$\Psi = \Psi_P + \Psi_S$$

Ahol:

$\Psi_P$  = nyomáspotenciál

$\Psi_S$  = ozmotikus potenciál

A nyomáspotenciál a rendszer hidrosztatikai nyomása. Értéke élő növényekben rendszerint pozitív, míg az elhalt xilémekben negatív. A sejtekben a nyomás nagyon nagy lehet.

Az ozmotikus potenciál értékét kis molekulájú oldott anyagok és ionok befolyásolják. Értéke annál negatívabb minél sűrűbb az oldat. A tiszta víz ozmotikus potenciálja nulla.

Ha a tiszta víz vízpotenciálja a legnagyobb, akkor az oldatok vízpotenciálja ennél kisebb, azaz negatív érték. A víz a csökkenő potenciál felé áramlik.

A növekvő nyomás növeli a vízpotenciált. Termesztett növényeinkben a vízpotenciál -20-25, míg a gyomnövényekben -30 bar is lehet.

**Meniszkusz:**

Ha egy kémcsőbe folyadékot töltünk, akkor annak felszíne nem vízszintes, hanem mindig görbül. Ez lehet konvex vagy konkáv.

Konvex meniszkuszt akkor tapasztalunk, ha a folyadék részecskéi között nagyobb az összetartó erő, mint a folyadék és a kémcső fala közötti kölcsönhatás. Azaz a kohéziós erők nagyobbak az adhéziónál. Ennek klasszikus példája a higany.



Konkáv a meniszkusz akkor, ha az adhézió meghaladja a kohéziót. Ezek a típusú folyadékok nedvesítenek. Ilyen például a víz.

Ha kellően kis átmérőjű a kémcső, vagy a cső, akkor a kapilláris jelenséggel is számolni kell. Ez konkáv meniszkusz esetében felfelé húzza a folyadékot, míg konvex meniszkusznál lefelé nyomja azt. Lásd még: víz mozgása a talajban!

**Ellenőrző kérdések:**

- Hogyan történik a növények vízfelvétele?
- Milyen folyamatok szabályozzák a vízfelvételt?
- Hogyan történik a növényekben a vízszállítás?
- Hogyan történik a transzspiráció?
- Milyen folyamatok szabályozzák a transzspirációt?
- Mit nevezünk aszálynak?
- Mi az a turgornyomás és miért fontos?
- Mi az a plazmolízis?

Források:

Ördög Vince, Molnár Zoltán: *Növényélettan* (2011)

Szász Gábor: *Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, 1988.*

<https://www.dreamstime.com/illustration/osmosis-vector.html>

[https://favpng.com/png\\_view/cartoon-cancer-cell-plasmolysis-plant-cell-microscope-biology-png/Ui9g8ese](https://favpng.com/png_view/cartoon-cancer-cell-plasmolysis-plant-cell-microscope-biology-png/Ui9g8ese)