



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

***PRECÍZIÓS ÖNTÖZÉS ÉS
VÍZGAZDÁLKODÁS***



Dr. Hupuczi Júlia

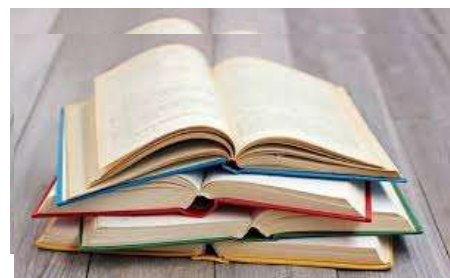
***Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.***

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Tematika:

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



Olvasási idő: 15 perc

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

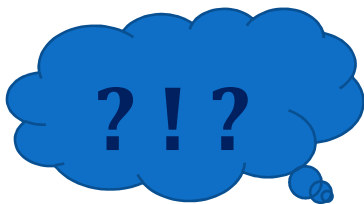
12. Az öntözés gazdasági jelentősége (valós idejű online oktatással)
13. Az öntözés idejének meghatározása
14. Öntözési vízigény

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

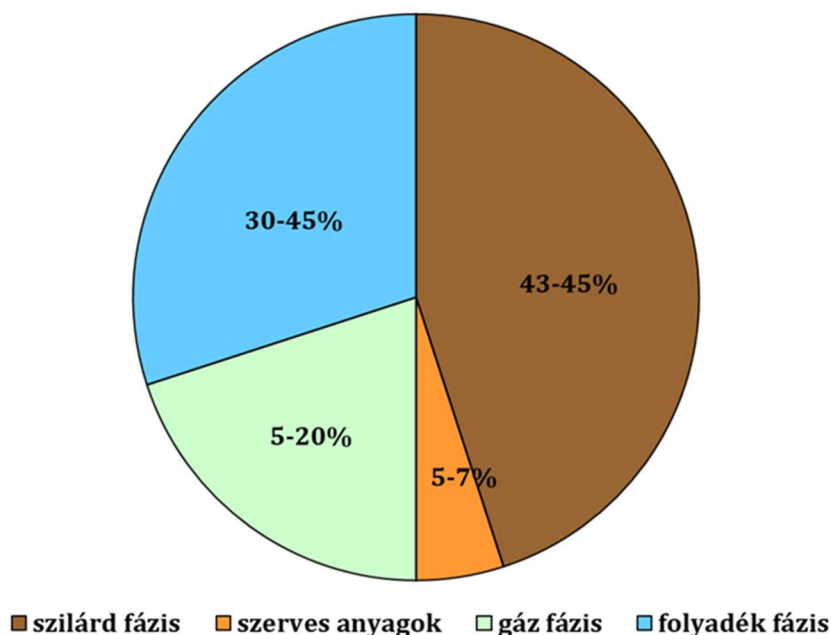
A hetedik témakör a precíziós öntözést részletezi

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

Ebben a leckében a talaj víztartalmáról lesz szó.

- Hogyan kerül a víz a talajba?
- Milyen vízformákat ismerünk a talajban?
- Hogyan mozog a víz a talajban?

Az előző két leckében a talaj szilárd fázisával foglalkoztunk. Most nézzük meg részletesebben a folyadék fázist is.



1. ábra. A talaj alkotóelemei

Az első leckében láthattuk, hogy a talajnak körülbelül fele szilárd alkotó és 30-40% körüli benne a folyadék fázis aránya. Ugyanakkor tapasztalatból azt is tudjuk, hogy ez a víztartalom nagyon gyorsan tud változni. Ezt mindig a talajlevegő rovására teszi. Ha a talaj víztartalma növekszik, akkor levegőt szorít ki a pórusokból, míg a párolgás és a növények vízfelvétele során a pórusokban ismét megjelenik a levegő.

HOGYAN JUT A VÍZ A TALAJBA?**A BESZIVÁRGÁS**

A beszivárgás a hidrológiai ciklus egyik, térben és időben igen változékony eleme. **Ennek során a felszín elérő csapadék egésze vagy egy része a felszín alá jut a talaj három fázisú zónájába.**

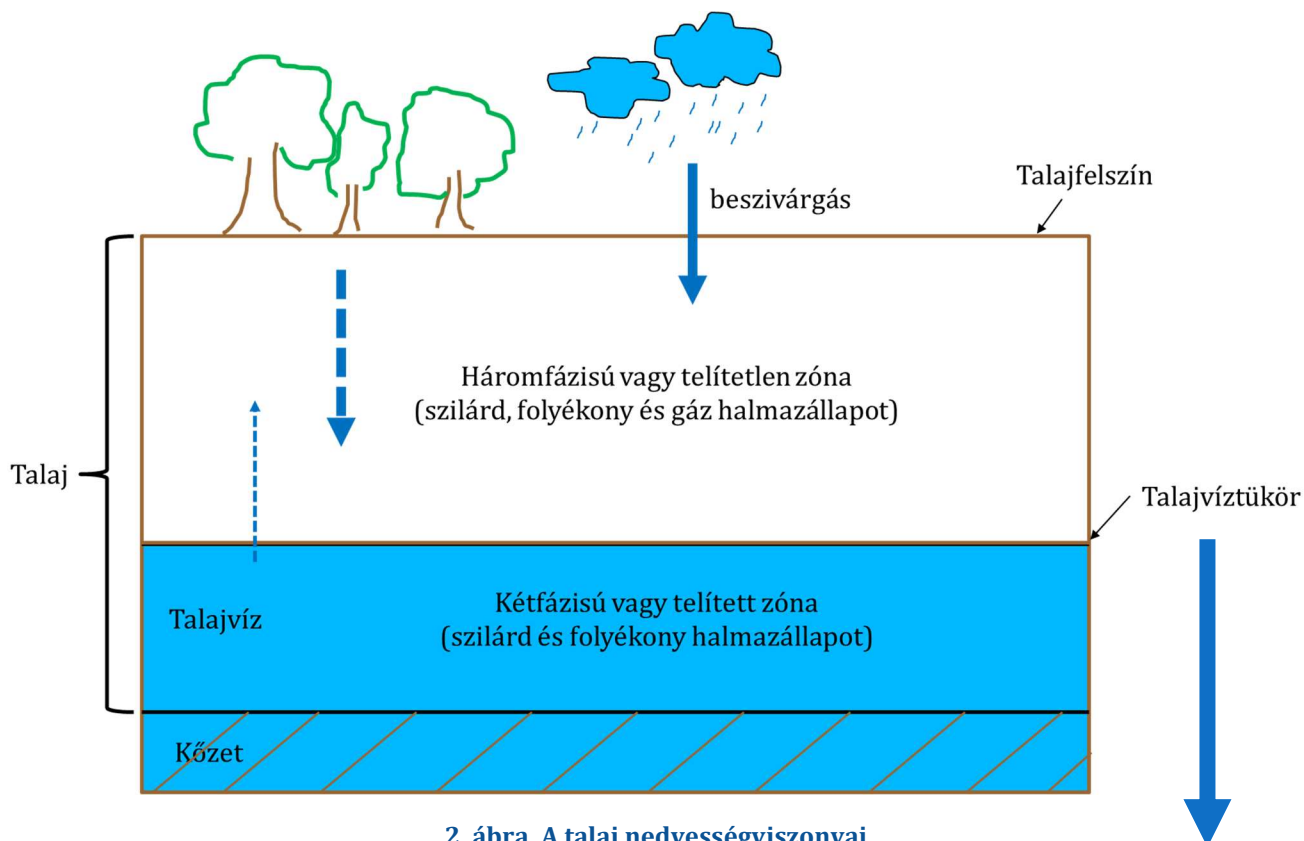
Mi az a három fázisú zóna?

A talajszelvény azon része, ahol mindhárom talajalkotó fázis –szilárd-, folyékony- és gáz halmazállapot is- megtalálható. Itt a talajszemcsék közötti pórusokat részben víz és részben levegő tölti ki.

Van másmilyen fázisú zóna is?

Igen, van. A talajszelvény azon részét, ahol már csak a szilárd és a folyadék fázis található kétfázisú zónának nevezzük. Itt a talajszemcsék közötti pórusokat teljesen kitölti a víz.

Hol keressük? A talajvíz szintje (talajvíztükör) alatt.



2. ábra. A talaj nedvességviszonyai

Ezek alapján fontos elkülönítenünk néhány fogalmat: minden, a háromfázisú zónában található vizet összefoglalóan **talajnedvességnek** nevezünk, hiszen a **talajvíz** kifejezetten a kétfázisú zóna víztartalmát jelenti (2. ábra).

Milyen mélyen van a talajvíz a felszín alatt?

Attól függ, hogy hol vagyunk. Síkvidéki területeken a felszíntől számított 3 méteren belül megtaláljuk a talajvíztükört. Ugyanakkor dombsági területeken ennél mélyebben (4-8 m) helyezkedik el.

Lásd itt: <https://map.mbfisz.gov.hu/tvz/>

És itt: <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>

Ezek után nézzük, hogyan történik a talaj **BEÁZÁSA**:

A talajba szivárgó víz a pórusokban mozog. A nagy méretű gravitációs pórusok gyorsan a mélyebb rétegekbe vezetik a vizet, így ezek a víz gyors talajba jutását segítik elő. A kapilláris pórusokban azonban sokkal lassabban mozog a víz, ezek felelnek a talaj átnedvesítéséért. (Pórusméreteket lásd az első leckében.)

A víz talajba szivárgása és a talaj átnedvesedése akkor lesz megfelelő, ha a különböző méretű pórusok aránya azonos. Miért? Mert ebben az esetben a talaj képes elnyelni a felszínére jutó csapadékot, ugyanakkor ez a gyors vízelnyelés nem válik az oldalirányú nedvesedés kárára.

Példa:

Az **agyagtalajok**ban magas a finom szemcsék aránya, ami sok adszorpciós pórust eredményez. Ezek nagyon lassan vezetik a vizet, a csapadék egy része a felszínen marad, onnan párolog el és kerül vissza a légkörbe. Ráadásul az agyagásványok nagyon sok vízmolekulát képesek megkötni, ennek során pedig megduzzadnak. A duzzadás miatt még jobban elzárják az amúgy is kis átmérőjű pórusokat, így a víz még lassabban tud beszivárogni a talajba.

Az eredmény: rossz vízvezetés, jó víztartás.



Példa:

A **homoktalajok**ban magas a nagy méretű homokfrakció aránya. Ezek a talajok lazák és könnyűek, sok, nagy átmérőjű gravitációs pórussal. Az ilyen talajok vízelnyelése kiváló. Gyorsan, hiánytalanul levezetik a felszínükre hulló csapadékot, ami a nagy méretű pórusokon keresztül gyorsan eléri a talajvizet. A kevés kapilláris miatt az oldalirányú nedvesedés, vagyis a beázás viszont kisebb. Ráadásul a szemcsék körül kiépülő hidrátburok is vékony, mivel a homokfrakció szemcséinek felületi feszültsége kicsit.

Az eredmény: jó vízelnyelés, rossz víztartás.



A beszivárgó víz a talajszemcsék felszínén hidrátburkot képez. A talajszemcsék felületi feszültsége vonzza a vízmolekulákat. Minél nagyobb ez a feszültség, annál több vizet képes a talajszemcsé megkötni. A homokfrakció szemcséinek felületi feszültsége kisebb, mint az agyagfrakcióé. Így a homokszemcsék körüli hidrátburok vékonyabb, míg az agyagszemcsék nagy mennyiségű vizet képesek megkötni, vagyis egy ilyen szemcsé hidrátburka vastagabb.

Ha a felszíneközi talajrétegekben a szemcsék körül kiépült az összes hidrátburok és a kapilláris pórusok is telítődtek, akkor a plusz vízmennyiség a gravitációs erő hatására lefelé halad és újabb réteget nedvesít át.

Egy megfelelően porózus és morzsás szerkezetű talaj kellő sebességgel tudja a felszínére jutott vizet elnyelni, az ilyen talajok esetében a csapadék vagy öntözővíz nagy része beszivárog és raktározódik.



Ha tömör, leromlott szerkezetű a talajunk, akkor az jelentősen rontja a beszivárgás minőségét és sebességét. Átlagos csapadékintenzitás mellett is a víz a felszínen tócsákban megáll, és onnan párolog el. Ebben az esetben nyilvánvaló, hogy kevesebb víz tud raktározódni és a növények is kevesebb vízzel gazdálkodnak. Ne feledjük, hogy **a talaj vízáteresztő képességét mindig a legrosszabb áteresztő képességű talajréteg határozza meg!**

A **beszivárgás intenzitása** függ a talaj kezdeti víztartalmától és az eltelt időtől. Kezdetben – ha a talaj nedvességtartalma alacsony – a beszivárgás gyorsabb, később ez az intenzitás csökken, majd a talaj telítődésével beáll egy állandó szintre. Ha a beszivárgás kezdetekor magasabb a talaj nedvességtartalma, akkor a beállási idő rövidebb lesz.

A beszivárgás kezdeti, intenzívebb szakaszát nevezik víznyelési szakasznak. A csapadék általában nem a természetes tározókéességének a határáig benedvesedett talajra hull, hanem annál szárazabbra. Ebben a fázisban a talaj több vizet képes elnyelni, mint amennyit át tud eresztetni, ugyanis az egyes rétegekben van lehetőség a víz tározódására is.

A beszivárgás másik fő szakasza a vízáteresztési szakasz, amikor a talaj már lényegében vízzel telített. Ez az állandósult beszivárgási sebesség lesz a talaj vízáteresztő-képessége.

MILYEN VÍZFORMÁKAT ISMERÜNK A TALAJBAN?

Talajharmat: a felső talajréteget érinti, mennyisége elegendő lehet a talaj nedvesítésére, a mikroorganizmusok vízigényének kielégítésére. A talajlevegő igen magas (90% feletti) vízgőztartalmának kicsapódásával képződik.

Higroszkópos nedvesség: a légköri nedvességet kötik meg a talajszemcsék – főként a humusz- és agyagkolloidok. Igen kis mennyiség, a talajéletet fenntartja, de a növények vízigényét nem képes fedezni.

Hártyavíz: talajszemcsék felszínéhez tapadó hidrátburok. Nagy része hasznosíthatatlan a növények számára.

Kiegészítés:

Nézzük, mi történik, ha a csapadék intenzitása kisebb, mint a talaj vízelnyelő képessége, de nagyobb, mint a vízáteresztő képesség:

Kezdetben a csapadék egyenletesen szivárog a talajba, majd a talaj átnedvesedésével fokozatosan csökken a beszivárgás sebessége. Amíg ez meghaladja a csapadékintenzitást, addig a beszivárgás állandó.

A lassú telítődés révén egy idő után a beszivárgás a csapadékintenzitás alá süllyed, már nem tud a teljes vízmennyiség beszivárogni, a víz elkezd összegyűlni és lefolyni a felszínen.

A talaj telítődése után a beszivárgás intenzitása a vízáteresztő képességnek megfelelően állandósul.

Kapilláris víz: vékony pórusokban (0,2-10 μm átmérő) megmaradó víz, a növények fő vízforrása.

Gravitációs víz: az 50 μm -nél nagyobb pórusokban mozog, esőzések alkalmával gyorsan továbbítja a beszivárgó vizet a mélyebb rétegek felé, csak ideiglenesen vannak telítve.

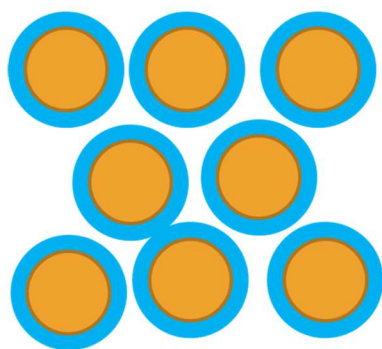
Talajvíz: csak két fázis a talaj mélyebb rétegeiben: a víz az összes pórust kitölti.

1 mm = 1.000 μm

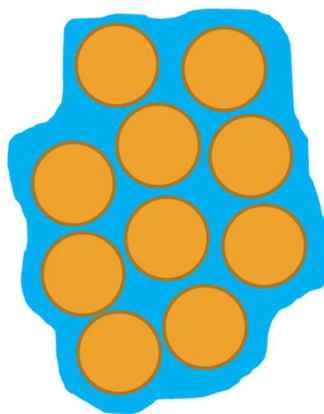
0,1 mm = 100 μm

0,01 mm = 10 μm

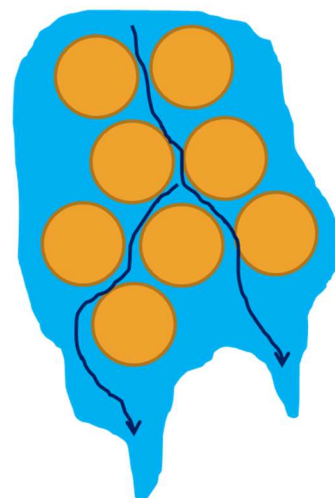
Hidrátburok



Kapilláris víz



Gravitációs víz



3. ábra. Víztipusok a telítetlen zónában

A TALAJ VÍZVESZTÉSE:

Beszivárgás során a talaj pórusai hosszabb-rövidebb időre vízzel telítődnek. A vízutánpótlás megszűntével a nagyobb pórusok gyorsan kiürülnek és felülről levegővel telítődnek, a kisebb pórusokban azonban lassabban jelenik meg a levegő.

Ezzel egyidőben megindul a talaj vízvesztése a párolgás és a párologtatás révén.

Az **evaporáció (=párolgás)** a talajfelszínre vonatkozik és egyszerű fizikai folyamat, mely során a folyadék fázisból vízmolekulák lépnek át a gáz fázisba. Ezzel szemben a **transpirációt (=párologtatás)** a növények végzik. Ennek során a növény a gyökérszőrőkön keresztül felveszi a vizet a talajból, majd szabályozottan elpárologtatja azt a gázcserenyílásain keresztül. Ez a két tényező együttesen játszik szerepet a talaj víztartamának csökkenésében. **Evapotranspiráció**nak a növényzettel fedett talajfelszín párolgását nevezik.

Adhézió: Érintkező felületek közötti tapadóképesség = vagyis a kapillárisok fala és a vízmolekulák közötti kölcsönhatás

Kohézió: A szilárd anyagok atomjait és a folyadékok molekuláit összetartó erő = vagyis az egyes vízmolekulák közötti összetartó erő.

Adszorpció: Gáz, folyadék vagy oldott szilárd anyag megkötődése egy másik anyag felületén = vagyis a vízmolekulák megkötődése a talajszemcsék felületén

A víz megkötése és visszatartása a talajban a **kapilláris erők** (adhézió+kohézió) és az **adszorpciós erők** (talajrészecskék elektromos töltése és a vízmolekulák dipólus jellege) miatt lehetséges. Tenziónak a megkötött vízmolekulákat összetartó erő nagyságát, míg szívóerőnek a talajnedvességet kötő mátrix erőket nevezzük.

A nedvességtartalom csökkenésével mindig az erősebben kötött víz marad vissza —> az eltávolításhoz nagyobb erő szükséges, így a szívóerő nő. **Vagyis minél kevesebb a víz, annál nehezebb hozzájutni.**

A nagyobb átmérőjű pórusokból könnyebb kitermelni a vizet, először ezek víztartalma kezd csökkenni. A pórusátmérő csökkenésével egyre nehezebb a vizet eltávolítani, így a növényeknek egyre több energiájukba kerül hozzájutni. Minden növény esetében van egy határ, aminél nagyobb szívóerőt nem képes kifejteni és ez minden esetben kisebb, mint a talaj vízvisszatartása. Vagyis ha nincs vízutánpótlás, akkor a növény lankad majd hervad, mert nem képes elegendő vízhez jutni a talajból, de ez nem azt jelenti, hogy a talaj vízmentes lenne.

Azt a vízmennyiséget, amit a növények fel tudnak venni **hasznos víznek**, míg a számukra „elérhetetlen” vizet **holtvíznek** nevezzük.

A TALAJ VÍZEMELÉSE:

Tartós vízhiány esetén a **feltalaj és a növények szívóereje együttesen képes vizet felemelni a talajvízből.** Ehhez azonban megfelelő átmérőjű pórusok kelljenek. A gravitációs pórusok és a nagy repedések erre alkalmatlanok. A kapilláris pórusok vízemelő képessége szükséges ehhez a folyamathoz.

Ennek mértéke becsülhető A Jurin (Zsüren) képlet segítségével:

Egy 10 µm átmérőjű üvegcső 300 cm-re, egy 30 µm átmérőjű pedig 100 cm magasra képes felemelni a vizet.

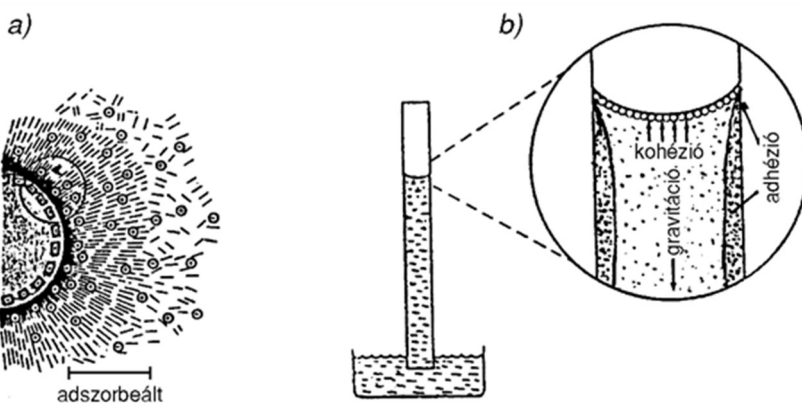
$$h(\text{cm}) = \frac{3000}{d} = \frac{1500}{r}$$

ahol:

h = a vízoszlop magassága a csőben

d és r = az átmérő és a sugár µm-ben

Miért nem tudjuk pontosan kiszámolni a kapillárisok vízemelését?



4. ábra. A vízmolekulákra ható erők a szemcsék felületén (a) és a kapillárisokban (b)

Forrás: Stefanovits-Filep-Fülek: Talajtan

Mert a talaj pórusrendszere nem egyenletes keresztmetszetű, sima falú üvegcsövek hálózata. A sokféle alakú és egyenetlen átmérőjű pórusrendszerben helyenként előfordulhat, hogy az agyagásványok annyira megduzzadnak, hogy elzárják a víz mozgását. A víz több irányú elágazásokon, keresztjáratokon halad, sokszor egy pórusrész több

irányból is nedvesedhet. Ezért a számítottnál sokszor jóval kisebb lesz a tényleges vízemelés magassága.

Elméletileg az agyagtalajok vízemelése lenne a legnagyobb, azonban a gyakorlatban a porózusabb, jó szerkezetű vályogtalajok lesznek az igazán jó vízemelők. Miért? Azért, mert az agyagásványok duzzadása egy idő után leállítja a vízemelést. A vízemelés felszínhez közeli talajvíz esetén fontos anyagforgalmat bonyolít le, meghatározza az adott talaj sóprofilját.



VIDEÓ

A víz talajba szivárgásának szemléltetése:

<https://www.youtube.com/watch?v=KvwdVEnv68s>

Ellenőrző kérdések:

- Mit nevezünk a talaj háromfázisú zónájának?
- Miben különbözik a háromfázisú és a kétfázisú zóna a talajban?
- Mely pórusok játszanak szerepet a víz gyors vezetésében?
- Mi az a hidrátburok a talaj esetében és hogyan képződik?
- Mit nevezünk víznyelési és vízáteresztési szakasznak?
- Milyen vízformákat ismerünk a talajban?
- Milyen erők játszanak szerepet a víz megkötésében és visszatartásában?
- Hogyan történik a talaj vízvesztése?
- Mit nevezünk kapilláris vízemelésnek?

Források:

Stefanovits Pál, Filep György és Füleky György: *Talajtan. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft. ISBN: 9789632866765*

<https://map.mbfsz.gov.hu/tvz/>

<https://map.mbfsz.gov.hu/nater/>

<https://www.youtube.com/watch?v=KvwdVEnv68s>