

## KERTÉSZETI NÖVÉNYEK ÉLETTANA

**Dr. Monostori Tamás** főiskolai tanár  
Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar  
Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet



## A TÁPELEMÉK SZEREPE, FELVÉTELE ÉS SZÁLLÍTÁSA A NÖVÉNYEKBEN

5. olvasólecke

Olvasási idő: 45 perc

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



**SZÉCHENYI** 2020

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFECTETÉS A JÖVŐBE**

## A TÁPELEMEK SZEREPE A NÖVÉNYEKBEN

A **tápelemek** (nélkülözhetetlen/esszenciális elemek, tápanyagok) az Arnon (1950) által meghatározott kritériumok szerint a normális növekedéshez, termésképzéshez elengedhetetlenek, más elemekkel funkciójában nem helyettesíthetők, illetve az anyagcserét közvetlen vagy közvetett úton befolyásolják.

Mennyiségi előfordulásuk szerint a **tápelemek** lehetnek:

**Makroelemek** (a szárazanyag 0,01 – 10%-a): C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S

**Mikroelemek** (<0,01%): Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B

A **tápelemek** fiziológiai szerep szerinti csoportosítása:

**Organogén elemek** (C, H, O, N, S, P)

- Alapvető organogén elemek (C, H, O):

A legtöbb szerves vegyületben megtalálhatók, a fotoszintézisben asszimilálódnak, CO<sub>2</sub>-ből (légkör) és H<sub>2</sub>O-ból (talaj) származnak.

- Biogén elemek (N, S, P)

A biológiai makromolekulák építőelemei, felvételük a talajból, általában oxidált formában történik, hiányuk esetén hiánytünetek, gyenge növekedés tapasztalható.

**Ozmotikus potenciált, illetve enzim-konformációt és aktivitást szabályozó elemek** (K, Ca, Mg, Zn)

Specifikus szerep: reakciópartner megkötése az enzim felületén, enzimaktivitás módosítása (fém-protein komplexben).

Nem specifikus szerep: ozmotikus egyensúly fenntartása, plazmafehérjék hidratálása

**Redoxkomponensek** (Fe, Cu, Mo, Mn)

Reverzibilis elektronfelvételre képesek, így redox-folyamatokban vesznek részt, fehérjékhez, enzimek prosztetikus csoportjaihoz kapcsolódva az elektronszállító lánc tagjaiban fordulnak elő.

**Pontosan nem tisztázott élettani szerepű elemek** (B, Na, Cl, Si, Co)

Egyes tápelemeket az intenzív anyagcserét folytató fiatal levelek, termések elvonhatnak az idősebb szervektől. Ezek az újra felhasználható (**reutilizálható**) elemek (N, P, K, Mg), melyek hiánytünetei az idősebb leveleken jelentkeznek. A **nem reutilizálható** elemek (pl. Fe, Mn, S, Ca, B) hiánytünetei a fiatal leveleken mutatkoznak.

**A növényi tápelemek előfordulása és szerepe**

Tápelem	Funkció	Hiánytünetek	Igényes fajok
<b>N</b>	Aminosavak (fehérjék), nukleinsavak, koenzimek stb. felépítése. Vegetatív fejlődés (elsősorban lombzat) serkentése, közvetett hatás a generatív fejlődésre, termésképzésre, minőségre.	Idősebb leveleken fakó, sárgás, később vöröses elszíneződés, lehullás; kismértékben fokozódó virágképződés, de csökkent megtermékenyülés; apró, korábban érő gyümölcsök Túlادagolás: laza szövetszerkezet (levelek, gyümölcsök); betegségekre való fogékonyság; fagyérzékenység; érés előtti gyümölchullás; gyümölcsök tárolhatóságának csökkenése; bor „zöld” íze	Káposzta, retek, torma, mustár stb.
<b>P</b>	Nukleinsavak, foszfolipidek, cukorfoszfátok stb. felépítése. Részvétel az energiaháztartásban (ATP), enzimek aktiválásában (foszfokinázok), fotoszintézisben, légzésben. A differenciálódás, generatív fejlődés (virágzás, termésképzés) serkentése. Szárazságtűrés fokozása. A szervesfoszfát-tartalom nagyrészt a magvakban és termésekben található, a szervetlen foszfát az egyéb szervekben (pl. idősebb levelekben).	Idősebb leveleken piszkos zöld v. antociános elszíneződés, a levél főere piros, a levél bronzos színű; korai lombhullás és színeződés; merev tartás, vékony szár; gyenge gyökérzet; termés-csökkenés; virágképzés és érés kitolódása; rügyek hiányos képződése a hajtás alsó részén; visszamaradó csomók az ágak csúcsán	Hagyma, fejes káposzta, sárgarépa, zeller stb.
<b>K</b>	Legnagyobb mennyiségben előforduló kation (elsősorban fiatal, aktív anyagcseréjű levelekben, merisztémákban). Enzimaktiválás, foszforilálás, szénhidrát-szintézis serkentése. Plazma fizikokémiai tulajdonságainak szabályozása, vízháztartás (π), fagy-, szárazságtűrés, rezisztencia, termésbiztonság javítása.	Idősebb leveleken klorotikus foltok, középen elhalt, később kiterjedő sávok, a levél csúcsa és széle sárgul, majd barnul és elszárad, fonákja felé hajlik; elhúzódó levélhullás; vékony, könnyen dőlő szár; gyengén színeződő, alacsony szénhidráttartalmú gyümölcsök	Málna, szőlő, dinnye, burgonya, cukorrépa, egyéb, sok szénhidrátot termelő növények
<b>Ca</b>	Hosszirányú növekedés, merisztémális sejtszaporodás szabályozása, sejtmegnyúlás, differenciálódás serkentése. Másodlagos hírvivő (calmodulinnal). Sejt határhártyáinak kialakítása, membrán permeabilitásának szabályozása (segíti a K, P, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , gátolja a Na felvételét).	Legfiatalabb szervekben szövethalás, kis, deformált levelek, levél szélén klorózis, barna foltok, erek barnulása; hajtások csúcsán megsárguló levelek (mész-klorózis); szárpuhulás; gyümölcsök csúcsrothadása, stippesedés	Paradicsom
<b>Mg</b>	Klorofill felépítése. Enzimaktiválás: a foszforilálási folyamatok kofaktora (fotoszintézis, légzés, N-anyagcsere stb.). Az ionkonkurencia (pl. egyéb kationok nagy mennyiségű feleslege esetén) gátolhatja a felvételét.	Idősebb levelek közepén, levélerek között klorotikus foltok, sávok (a levélerek zöldek maradnak), összesodródás; gabonaféléknél zavar áll be a víz- és a szénhidrátháztartásban (búza, kukorica levelei csíkosak lesznek)	Szőlő, burgonya, cukorrépa

<b>S</b>	Esszenciális aminosavak, enzimek (SH-csoport), koenzimek (pl. CoA) felépítése. Részvétel a redoxrendszerekben (Fe-S fehérjék).	Legfiatalabb levelek világoszöld-sárga elszíneződése; merev tartás, növekvő mértékű elfásodás; kicsi és satnya keresztesvirágú növények	Pillangósok, keresztesvirágúak
<b>Fe</b>	Vegyértékváltása révén részvétel a redoxrendszerekben (pl. Fe-S fehérjék), e <sup>-</sup> -szállításban (fotoszintézis, légzés stb.). Pótlása elsősorban karbonátos talajokon szükséges; Ca, Mn, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> gátolja, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> serkenti a felvételét.	Fiatal leveleken világoszöld, sárga, fehér foltok; alma levelek a hajtáscsúcson sárgászöldek; körte leveleken fekete foltok; cseresznye levelek világossárgák, de a legfinomabb erek zöldek maradnak	Cseresznye, egyéb gyümölcsfák, áfonya, spenót
<b>Mn</b>	Enzimaktiválás (fotoszintézis, nitrát-redukció stb.). Szilárdító szövetek képzése. Redox-állapot szabályozása: a vas oxidálása, az Fe <sup>3+</sup> FePO <sub>4</sub> -ként inaktíválódik, vashiány alakul ki! Ca gátolja a felvételét.	Idősebb leveleken tavasszal szürke csíkok, foltok, szárazfoltosság; levelek a hajtáson alulról felfelé elszáradnak; a levelek sárgulnak, csak a vastag erek maradnak zöldek	Cseresznye, meggy, ringló, borsó, spenót, rizs, zab
<b>Cu</b>	Vegyértékváltása révén az e <sup>-</sup> -szállításban szereplő enzimek alkotója (fotoszintézis, légzés, szénhidrát-, fehérjeszintézis stb.).	Levélcsőcs kifehéredése, keskeny, sodrott levelek; fiatal magoncok leveleinek elhalása; gyümölcsfák hiányos termékenyülése; gabonafélék internódiumainak növekedésének gátlása; léha kalászkák Hiánya ritka	Alma, szilva, kajszli, zab, árpa, búza
<b>Zn</b>	Specifikus és nem specifikus enzimaktiválás. Mn-nal együtt az auxintermelés serkentése.	Törpenövés (az alacsony triptofán-tartalom következtében csökkent auxin-szint); klorózis; embrionális szövetek károsodása; gránium nélküli kloroplasztiszok; szőlőnél: kis levelek, törpeszártágúság, a rövid szártágú mezőkben sárga foltok, vékony hajtások, apró bogyók; gyümölcsfákon: rügyfakadás akadályozása (pl. almahajtások kopaszok maradnak); vadalanyú fák érzékenyebbek	Citrom, narancs, őszibarack, mandarin, egyéb gyümölcsfák, kukorica, len, komló
<b>Mo</b>	Nitrogenáz és nitrát-reduktáz kofaktora (vegyértékváltás), részvétel a nitrogén-anyagcserében. Szulfát gátolja, foszfát serkenti a felvételét.	Csökkent növekedés; világos levelek (alacsony klorofilltartalom); fokozott légzés; levélnyelek meghosszabbodása; bőséges virágzás esetén rossz kötődés, nagymértékű virághullás; virágzás károsodása (N-hiány tünetei); nitrátfelhalmozódás a növényben, csekély cukortartalom	Pillangósok (bab!), keresztesek bab Kétszikűek igénye nagyobb az egyszikűekénél.

<b>B</b>	Membránhoz kötött folyamatok szabályozása, hormonhatás közvetítése. Vízgazdálkodás, megporzás, termésmennyiség és minőség szabályozása, asszimiláták szállításának serkentése.	A sejtfal rideg, török, szív- és szárazrothadás (cukorrépa); parafoltok (alma); a szártenyészőkúp elhalása; internódiumok rövidülése; almában: húsparásodás; kajsziban: húsbarnulás (magház körül) és levélkárosodás; Brassica fajok: üregesség	Alma, körte, karfiol, zeller, cukorrépa, burgonyafélék, keresztesvirágúak, pillangósok
<b>Na</b>	C <sub>4</sub> -es növényekben PEP-karboxiláz szintézise/aktiválása. K helyettesítése (pl. árpa, zab, paradicsom, mustár)?	Halofiták (só-/Na-tűrők): pl. cukorrépa, mángold, zeller Glikofitonok (sóérzékenyek): magas Na-tartalmat nem tűrik	
<b>Cl</b>	Részvétel a turgor fenntartásában, fotoszintézisben?	Klórkedvelő: répa, zeller, retek Klorofób: burgonya, dohány, paradicsom, bab, szőlő, pirosribiszke, köszméte, málna, szamóca, szeder, cseresznye, egyéb gyümölcsfák	
<b>Si</b>	Egyszikűek sejtfalának felépítése; sejtfal szilárdítása.		Kedvező hatás rizsben.
<b>Co</b>	Nitrogénkötő baktériumokban. B <sub>12</sub> fémkomponense	Közvetett B <sub>12</sub> -hiánytünetek pl. a kérődzőknél.	

A tápelemek eloszlása a növényekben:

- **Levelek**: sok K, Ca, Mg, S, N, P
- **Fiatal levelek**: a legtöbb elem koncentrációja magas
- **Idősebb levelek**: a kevésbé mozgékony elemek (Ca, Cu, B) mennyisége nagy
- **Magvak**: viszonylag sok Mg, P, N
- **Gyökerek**: általában kevés N, P, K

## A NÖVÉNYEK TÁPANYAGFELVÉTELE

A talajban az ásványi anyagok egy része megkötődik a talajkolloidok felületén, másik része a talajoldatban oldott állapotban található. A két fázis közötti egyensúly lényege, hogy a tömény talajoldatból anyagok kötődhetnek meg a talajkolloidok felszínén (**adszorpció**), illetve a talajoldat hígulásakor a kolloidok felületéről a megkötött anyagok oldatba mehetnek (**deszorpció**). Az oldatban lévő ionok **diffúzióval** jutnak a gyökér felszínéhez.

A növények a tápelemeket **ionos formában** veszik fel. A töltéssel rendelkező ionokat hidrátburok veszi körül, szállításuk a növény szervezetében is általában elválaszthatatlan a víz szállításától.

Az anyagszállítás rendszere a növényi szervezetben:

1. **Rövidtávú szállítás.** A sejt anyagfelvétele és -leadása, a membránokon (plazmalemmán, tonoplaston stb.) keresztül történő anyagszállítás (passzív és aktív transzport).
2. **Középtávú szállítás.** A szomszédos sejtek, szövetek között apoplazmás (a sejtfal kapillárisaiban) és/vagy szimplazmás (plazmodezmákon keresztül) úton történő anyagszállítás.
3. **Hosszútávú szállítás.** A farész és a háncsrész szállító edénnyalábjaiban történik. A farész trachea/tracheida elemeiben az oldott anyagok a transzspirációs áramlás által meghatározott úton haladnak. Az asszimiláták szállítása a háncsrész elemeiben (rostasejtek/rostacsövek) a vízszállítástól kevésbé függő folyamat.

A gyökér endodermiszéig a tápelemek szállítása részben az **apoplazmás** (gyorsabb), részben a **szimplazmás** (lassabb) úton történik. Az **endodermisznél** az apoplazmás út megszakad a sejtfalba lerakódott szuberin miatt, a szállítás csak a szimplazmás úton folyik tovább. A gyökér kéregparenchimájának sejtjeiből a szállított tápanyagokat a mitokondriumokban gazdag **transzfer sejtek** aktív módon választják ki a farész szállító elemeibe, a tracheákba. A tracheákban a szállítás kis ellenállással, tömegáramlással történik. Az edénnyalábok végződésénél a szállított tápanyagok transzfer sejtek közvetítésével kerülnek a mezofillum sejtjeibe, ahol szállításuk szimplazmás úton folyik tovább.

A levélben képződött **asszimilációs termékek** a **hancstranszport** útján jutnak el a felhasználás helyére. Az asszimiláló mezofillum sejtek és a rostacsövek/rostasejtek közötti kapcsolat a kísérősejteken keresztül jön létre. A szállítás szimplazmás úton történik, az energiát a kísérősejtek mitokondriumai által termelt ATP biztosítja.

## A gyökerek tápanyagfelvételét befolyásoló tényezők

### – Klimatikus tényezők

A fotoszintézis intenzitását befolyásoló tényezők (fény, hőmérséklet stb.), a légzés szubsztrát-ellátásán keresztül befolyásolják a tápanyagfelvétel intenzitását.

### – Talajszerkezet

Megfelelő: kellő szellőzőtség, a gyökérlégzéshez szükséges O<sub>2</sub> biztosított.

Tömődött, vízzel elárasztott: lassabb anyagfelvétel, gátolt gyökérnövekedés, a tápanyagkészletek kimerülése.

### – Vízellátás

Hiányos: csökken a légzés intenzitása, a növekedés, a tápelemek diffúziója és a gyökér környezetében a felvehető tápanyagok mennyisége

### – A gyökérszóna tápelem-koncentrációja

Kimerülési zóna: adott elem felvétele intenzívebb, mint a vízfelvétel, a talajoldat tömegáramlása nem biztosítja a felvett ion utánpótlását.

Akkumulációs zóna: adott ion felvétele mérsékeltebb (pl. arid klímában) az intenzívebb transzspiráció és vízfelvétel miatt.

### – A gyökérszóna pH-ja

**Lúgosodás:** a gyökér hidroxil- vagy hidrokarbonát-csereionokat ad le (pl. nitrát-adagolás esetén).

**Savasodás:** a gyökér hidrogén-ionokat ad le (pl. ammónium-adagolás esetén).

Alacsony pH-n a nehézfém-sók (Al-, Pb-, Fe-sók) oldhatósága fokozódik, a növény nagy mennyiségben veszi fel ezeket. Felhalmozódásuk károsítja a növényt és rontja a termék biológiai értékét.

### – Alacsony hőmérséklet

**Hidegtűrő** mérsékelt égövi növényeknél a tápanyagfelvétel minimuma 0-5 °C körül van, megegyezik a légzés minimumpontjával.

**Melegigényes** növényeknél a tápanyagfelvétel már 5-15 °C között károsodik. A plazmalemma folyadékkristályai megmerevednek, permeabilitása megnő, intenzív sókiáramlás indul meg, ami tartós lehűlés esetén a növény pusztulásához vezethet.

### – Magas sótartalom

A **sóérzékeny (glikofiton)** növényekben a felvett nagy mennyiségű Na a gyökérben marad, toxikus szintet ér el.

A **sótűrő (halofiton)** növényekben a felvett Na a hajtásba szállítódik, ahol a vakuólumba kiválasztva méregtelenítődik.

Az egyes tápelemek szerepéről részletesebben, a tápelem-ellátottság mértékéről és egyéb gyakorlati kérdésekről **ITT** szerezhethetnek (31-46. oldal) további információkat (regisztráció szükséges!): <https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/kert-esszel-novenyi-eletjelensegek-a-kertben/>

### Ellenőrző kérdések

Hogyan csoportosíthatók a növényekben előforduló elemek?

Ismertesse az egyes makroelemek élettani szerepét és hiánytüneteit!

Ismertesse az egyes mikroelemek élettani szerepét és hiánytüneteit!

Melyek a gyökerek tápanyagfelvételét befolyásoló tényezők?

### Források

Pethő M. (2002): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest  
<https://mersz.hu/mod/keres/Mez%C5%91gazdas%C3%A1gi+n%C3%B6v%C3%A9nyek+%C3%A9lettana/sorrend/2/> (regisztráció szükséges!)

Szalai J. (2001): Növényi életjelenségek a kertben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest  
<https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/kert-esszel-novenyi-eletjelensegek-a-kertben/>

### Ajánlott irodalom

Ördög V., Molnár Z. (2011): Növényélettan

[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_01\\_Novenyelettan/adatok.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_01_Novenyelettan/adatok.html)

Bratek Z. és mtsai (2013): A növényi anyagcsere élettana

[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073\\_novenyi\\_anyagcsere/adatok.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073_novenyi_anyagcsere/adatok.html)