

VII. évfolyam 5. szám

# SZŐLŐ-LEVÉL

A TOKAJ BORVIDÉK SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI  
KUTATÓINTÉZET NONPROFIT KFT. ELEKTRONIKUS FOLYÓIRATÁNAK  
MÁJUS HAVI SZÁMA



AZ ALMASAVBONTÁS JELENTŐSÉGE

A SZŐLŐÜLTETVÉNYEK TALAJÁNAK  
NPK KÖRFORGALMA

ÁPRILIS HÓNAP IDŐJÁRÁSA



## EZ TÖRTÉNT ÁPRILISBAN

*Bihari Zoltán*

Áprilisban szó szerint kaptunk hideget és meleget is. Ami igazán szóra érdemes, az a hó közepi lehülés. A híradásokból látjuk, hogy más borvidékeken és külföldön is jelentős kárt okozott a fagy. A Tokaji Borvidéken szerencsénk volt, mert néhány mélyebb fekvésű hely kivételével nem volt fagykár.

Április 5-én a Takács András díj idei kitüntetettje vehette át a megtisztelő címet. Idén a Tokaj-Hegyalja Piac szervezői kapták az elismerést. Külön öröm ez számunkra, hiszen a piac elindulását intézetünk is segítette az első időkben, de aztán a szervező lányok (Somogyi Krisztina, Lengyel Enikő és Fortuna Judit) kreativitásukkal egy önálló látványosságot hoztak létre a borvidéken. <http://www.boon.hu/tokaj-hegyaljai-termelok-kezmuvesek-piaca-kapta-a-takacs-andras-emlekdijat/3435761>

Az idei év a Furmint Éve. Ennek egyik eseményeként április 11-én Badacsonyan egy kisebb parcella Furmint-telepítés történt. Fazekas Sándor miniszter úr meghívására több tokaji szervezet, borászat is

képviseltette magát az eseményen, így intézetünk is.

Április 21-én a nagy tokaji borárverés előtti napon, a Tokaj-Fair keretében intézetünk is bemutakozott a leendő új kutatói főépület és melléképületek terveivel. A bor árverésen aztán újabb rekord született. <http://tokajborlovagrend.hu/en/all-news/great-tokaj-wine-auction-2017/great-tokaj-wine-auction-2017-press-release-25-04-2017/>

Április vége ismét a tarcali Bűbajos Hétvége programjainak jegyében telt. Három napos rendezvény keretében fogadták a tarcali borászatok a vendégeket. Így intézetünkben is lehetőség nyílt pincetúrán való részvételre. A látogatók fele lengyel volt, és velük együtt az előző évinél lényegesen kedvezőbb látogatottságról számolhatunk be. A rendezvényen mutattuk be a Tarcal településbort. A helyi termelők által készített borok házasításával született egy igazán kedvelhető emblemikus bor. <https://hegyalja.info/news/310/elkeszult-a-tarcal-bor>



## AZ ALMASAVBONTÁS JELENTŐSÉGE

*Bihari Zoltán*

Az almasavbomlás első említése 1837-ből ismert Freiherr von Babo könyvéből (Babo 1837). Ő említ először egy második erjedést, ami néhány borban tavasszal előfordul, mikor melegszik a levegő. Aztán 1866-ban Louis Pasteur izolálta is a baktériumot a borból, de nem tudta, hogy magáért az erjedésért a baktérium a felelős (Internet 1). Meg volt győződve, hogy a borban előforduló valamennyi baktérium kártékony a borra. Az áttörés 1891-ben jött, mikor Hermann Müller-Thurgau feltételezte, hogy a sav redukcióért a bakteriális aktivitás a felelős. 1939-ben a francia kutató Émile Peynaud (1939) fontos cikket írt az almasav szerepéről a mustban és borban, kimutatva, hogy almasavbontás hiányában a bor minősége romolhat. „Nem csak a bor savszerkezete változik meg, hanem a bor illatára és színére is hatással van.” (Peynaud 1939).

Miközben a törzsésztők széles körben elérhetővé, alkalmazhatóvá váltak, a tejsav baktérium nem volt hozzáférhető, megvásárolható a borászok számára. Brad Webb a Hanzell borászat borásza kezdte a megoldás keresését az '50-es években. John Ingraham-hoz, a Davis Egyetem kutatójához fordult. A kezdeti nehézségek után jött rá, hogy a baktérium csak akkor szaporodik, ha a táptalajba paradicsomlevet kever, ugyanis ez pantoténsavat is tartalmaz, ami kulcsfaktor a baktérium növekedésében. Több borászatból is gyűjtött mintát, majd Webb segítségével a legígéretesebb törzset kiválasztották. 1959-ben kezdték el vizsgálni üzemi szinten is a baktériumot. Eközben Franciaországban Peynaud és Portugáliában is egy kutatócsoport nagyjából ezzel egyidőben sikeresen megoldották az almasavbontás problémakörét.

A baktériumokat nehéz fajra meghatározni. Csak a DNS technikák segítenek ezt biztosan megtenni. Az első elkülönítési lehetőség a baktérium alakja: Vannak pálcikaszerűek és gömb alakúak (coccus). A további meghatározás a metabolizmusuk alapján lehetséges. Ily módon a laktobacillus heterofermentatív vagy homofermentatív lehet,

attól függően, hogy a cukrot hogyan erjesztik. Az előzőek fermentációjának eredménye tejsav, ecetsav, etanol és szén-dioxid (maloalkoholos erjedés). A második típusúak csak tejsavat és széndioxidot termelnek (malolaktikus fermentáció MLF).

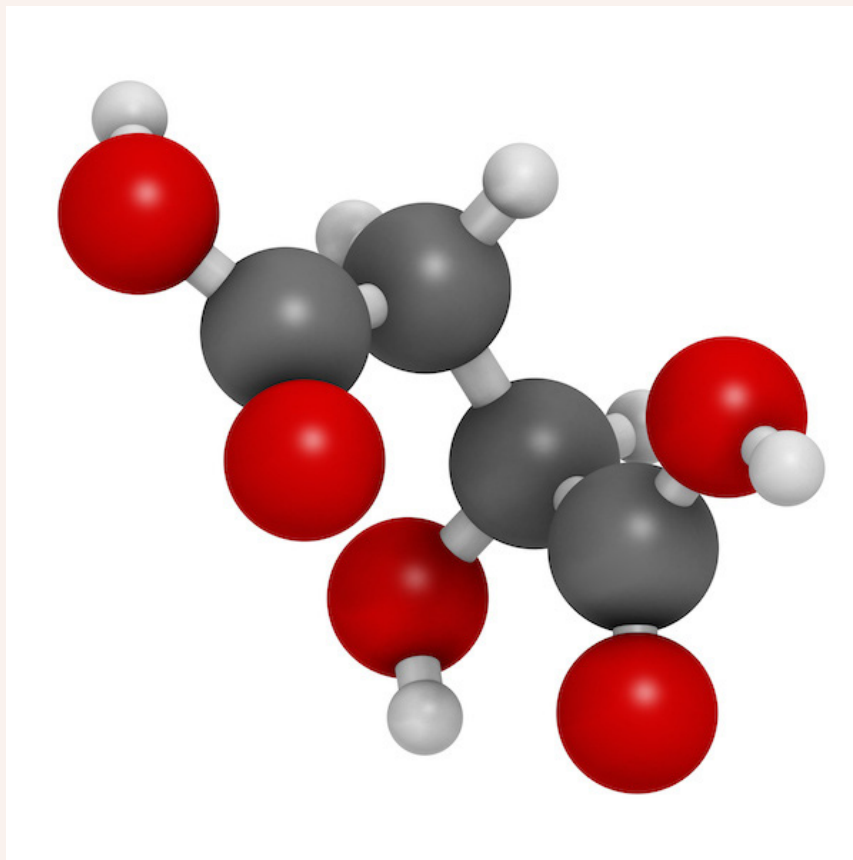
A tejsavbaktériumok aerotoleráns anaerob baktériumok, a levegőt nem igénylik, nem is tudják hasznosítani, de jelenlétét elviselik. Négy tejsavbaktérium négy nemzetsége található meg a borban: *Oenococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* és *Pediococcus*. Ezek közül az *Oenococcus oeni* a legfontosabb. Ez a faj az alkoholos erjedés után is megtalálható, sokkal inkább, mint a többi, melyek csak magasabb pH esetén fordulnak elő. A borászok szeretnék, hogy ez a faj vigye végig a második erjesztést, mivel ez adja a legjobb eredményt.

A mustban lévő szerves savak lényegében a borkősav, az almasav és a citromsav. Az egyéb szerves savak mennyisége gyakorlatilag jelentéktelen, 3-4%-a az összes szerves savnak. Még a citromsav mennyisége sem teszi ki az összes sav 2 %-át. Tehát ha a must savasságáról beszélünk, azon a borkő- és az almasav-tartalmat értjük. A szőlőben és a mustban az L-almasav fordul elő, képlete:  $C_4H_6O_5$ . Valójában minden gyümölcsben megtalálható, azonban leginkább a zöld almára jellemző (1.ábra). A szőlőnek minden része tartalmazza. A must almasav-tartalmának alakulása nagyban függ az időjárási viszonyoktól és a szőlő érettségétől. Mennyisége 2-7 g/l között ingadozik. A mustban lévő almasavnak kb. 20 %-a kötött.

Az almasav a fiatal borok zöld ízéért felel. Elbontása emeli a bor aromatartalmát, lágyabbá, de mégis testesebbé teszi a bort. Almasavbontás során az almasavat a baktérium tejsavvá bontja, mely lágyabb érzetű, kevésbé karcos bort eredményez. A folyamat során kis mértékben a pH is csökken. A baktériumnak azonban több szerepe is van, minthogy csak az almasavat átalakítja. A folyamat során megváltozik kissé a bor illata is. Ez kedvező, de akár kedvezőtlen is lehet, ami az erjesztés körülményeitől nagyban függ.

Legtöbbször az almasavbontás spontán módon zajlik, de egyre gyakrabban bak-

térium kultúrát használnak a bortermelők.



1.ábra Az almasav molekulaszervezete ( $C_4H_6O_5$ ) (foto: Internet 1)

A mustban legalább 200 g/l cukor van, ami olyan ozmotikus nyomás a sejtekre, mely azokat vízvesztésre készíti, de ugyanakkor a savtartalom is magas. A mustnak 3-3,8-as a pH-ja, míg a baktériumok 6-7-es pH-nál fejlődnek megfelelően. A kezdetben magas fajszerű élesztő és baktérium közösség az alkoholkoncentráció növekedése miatt veszít a diverzitásából. Pár napon belül a *Saccharomyces cerevisiae* lesz a domináns faj. Mindössze néhány *Laktobacillus* van, ami képes ebben az alkalmatlan közegben életben maradni. Mire elérkezik a második fermentáció, a baktériumnak számos problémával kell szembenéznie, mint magas alkohol koncentráció, kéndioxid jelenléte, a tápanyag hiánya.

A baktérium elfogyasztja a maradék cukrot, me-

lyet az élesztők meghagytak. Kevesebb, mint 1g/l cukrot igényelnek. Emellett persze az almasavat is átalakítják. Ez azonban csak egyike a metabolikus aktivitásuknak. Az anyagcsere folyamataik során számos illatanyagot is képeznek. Az anyagcsere során ecetsav is képződik, melynek mennyisége függ attól, hogy mennyi cukrot alakít át a baktérium. Egyes törzsek képesek a borkősavat is átalakítani, szerencsére ritka az ilyen törzs.

Az egyik legismertebb hatása a baktériumoknak a diacetyl (2,3-butándion) képzés. A *Laktobacillus* ezt citromsavból képezi. A diacetylnek vajás, tejszínes érzete van, ami kis mennyiségben pozitív, nagyobb koncentrációban azonban borhibának számít!



A diacetil termelés oxigén jelenlétében történik, mikor magas a cukorkoncentráció, 18°C alatti a hőmérséklet és az élesztősejteket eltávolítják almasavbontás előtt. A koncentráció szintje csökkenthető, ha élő élesztő sejtek maradnak a borban, és a SO<sub>2</sub> hozzáadása is csökkenti. A diacetil reakcióba tud lépni a kéntartalmú ciszteinnel, és thiazol-t képez, melynek pirító, popcorn, és mogyoró illata van. Mindenesetre hogy milyen illatanyagok képződnek, az a baktérium törzstől és a rendelkezésre álló kiindulási anyagoktól függ.

Az illékony kénvegyületek képezik a másik lehetséges illathatását a baktériumoknak. Ezek kéntartalmú aminosavak (cisztein, metionin) átalakításával képződnek, és kellemes, vagy kellemetlen hatásuk is lehet.

A kesernyős ízt adó akroleint egyes baktérium törzsek a glicerint átalakításával képezik.

Az almasavbontás egyik gyakran tárgyalt termékcsoportja a biogén amidok családja. Minden bor tartalmaz biogén aminokat, de almasavbontás során magasabb arányban képződnek. Az aminosavak dekarboxileződésével keletkeznek, és a leggyakoribbak a hisztamin, tiramin, putreszcin és a feniletilamin. Sok embernél fejfájást, légzési nehézséget, magas- vagy alacsony vérnyomást, erős szívdobogást, allergiás reakciót eredményezhetnek. Bár nem minden baktérium törzs képes ilyen anyagok előállítására, de a magasabb pH, változatosabb baktérium összetétel növeli a kockázatát. Sokszor a magasabb kénkoncentrációt tartják felelősnek a fejfájásért, de valójában gyakran a biogén aminok a felelősek. Szelektált baktérium törzsek koinokulációs (élesztővel együttoltás) használata jelentősen csökkenti a biogén aminok képződését, így irányított almasavbontással készült borok esetén gyakorlatilag nincs a biogénamin tartalomból adódó egészségügyi kockázat.

Az etil-karbamát egy karcinogén vegyület, ami sok ételben és italban előfordul. Alkoholból és citrullinból, karbamidból vagy karbamoilfoszfáttól képződik. Keletkezésének fő oka a magasabb karbamidszint, amelyet élesztők ter-

melnek argininből. Azonban az alkoholos erjedés után is marad a borban valamennyi arginin (0.1-2.3 g/l) és a baktérium képes citrullint, mint köztes terméket előállítani belőle. Az USA-ban 15 mg-ban maximalizálják a megengedett etil-karbamát szintet, Kanadában 30 mg/l, az EU-ban 10 mg/l, de az erősített borokban 60 mg/l is lehet.

Néhány baktérium törzsnek béta-glikozidáz aktivitása van, ami egy pozitív dolog. Sok illatmolekula a mustban kötött állapotban van, mely az erjedés során lesz aktív. A glikozidáz egy enzim, mely hidrolizálja a cukorhoz kötött monoterpéneket, így azok illékonyvá válva, az illatjegyekben mutatkoznak meg. A baktériumok képesek észtereket is szintetizálni, melyek gyümölcsös illattal bírnak. Ugyanakkor képesek a zöld aromaanyagokat a borból eltávolítani.

A vegetatív vagy füves aromák, melyek az almasav erjesztésekor előfordulnak, az aldehidek átalakulásával képződnek, mint a hexanal, ami a zöld aromákért felelős (a metoxi-pirazinok mellett). Az almasavbontás során a bor testessége is nő, polialkoholok és poliszaharidok képzése révén.

Bár az almasavbontás számos módon hatással van a bor aromáira, de a legszignifikánsabb hatása a savtartalomra van. Általában növeli a pH-t 0,1-0,3 egységgel és csökkenti a savtartalmat 1-3 g/l-el.

A baktérium kissé érzékenyebb, mint az élesztő, ezért óvatosabban kell vele bánni. Korábban úgy hitték, hogy csak az alkoholos erjedés teljes befejeződése után szabad a bort beoltani baktériummal. Ezt azért tartották be, mert különben a bor illója emelkedne, ha a baktérium sok cukrot fogyaszt, másrészt a baktérium-élesztő inkompatibilitás miatt. Ma már a beoltást együtt végzik (koinokuláció). Ennek az az előnye, hogy míg a két mikroba együtt dolgozik, az eredmény gyümölcsösebb bor lesz, részben azért, mert a baci által termelt diacetilt az élesztő feldolgozza. Így tehát ma az együttes beoltás a javasolt, ami olcsóbb, és gyümölcsösebb bort eredményez, és ráadásul kisebb a rizikója, hogy az alkoholos erjedés és az almasavbontás közötti időben valami káros biológiai jelenség vagy oxidáció lép fel a borban.

Gyakran a spontán almasavbontást alkalmazzák a borászok. A „sur lie” vagyis a finom seprőn tartás módszere az almasavbontásban is szerepet játszik. A képződő vegyületek az almasavbontást oly módon segítik, hogy tápanyagot jelentenek a tejsavbaktériumok szaporodásához. A finomseprő egyben a baktériumok forrásául is szolgál, mert a baktériumsejtek jelentős része a szedimentanyagokon adszorbeálódik. Tehát az almasavbontásra szánt újbor tisztító kezelése (de-rités, szűrés, szeparálás) nemcsak szükségtelen, hanem kifejezetten káros is az almasavbontás szempontjából. A seprőn tartás segíti a fehérjék aminosavakká történő lebontását. Az aminosavak a tejsavbaktériumok legfontosabb tápanyagai. A bor tápanyag ellátottsága erjedési aktivátorok (pl. élesztőkivonat) adagolásával is javítható, de finomseprőn tartás esetében ez legtöbbször szükségtelen.

Az almasavbontás azonban nem teljesen veszélytelen, kedvezőtlen körülmények között romolhat a bor minősége. A cukrokból képződő végtermékek nagyobb koncentrációban károsak, ezért az almasavbontást biztonságosabb száraz borban végezni, különösen akkor, ha a bor pH-ja magas. A magas pH egyéb nem kívánatos mikro- bák elszaporodását is eredményezheti. Ilyen vörösborban elszaporodó élesztő lehet a *Dekkera* és *Brettanomyces*, melyek a lóistálló, szalonna, bőr, és gyógyszer ízt okozzák. A *Dekkera* és *Brettanomyces* élesztők mellett a *Lactobacillus hilgardii* és *L. brevis* tejsavbaktériumok is képeznek egérízt okozó vegyületeket. Acetaldehid is képződhet, ami az oxidált, öreg, levegős, zöld diós aromákért, valamint a „kénfaló” borok kialakulásáért felelős.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Kovács Tamás hasznos tanácsait.

## IRODALOM

Freiherr von Babo 1837. Kurze Belehrung über die zweckmässige Behandlungsart der eingekellerten Weine. Heidelberg, August Ostwald, 104 pp.

Peynand E. 1939-1940. Sur la formation et la diminution des acides volatils pendent la

Az almasavbontásra legmegfelelőbb körülmények:

Hőmérséklet: 10–30°C között, technológiai optimum: 18-20°C (15°C alatt bizonytalan, hónapokig elhúzódhat).

Savtartalom, kémhatás: Az optimális pH-intervalluma 3,2-3,5 között van. Az *Oenococcus oeni* szaporodásának alsó határa 3,0 pH-érték körül van, de beindulása 3,2 alatt is bizonytalan. A 3,5 feletti érték kedvező számára, de itt egyre nagyobb az esélye a káros tejsavbaktériumok szaporodásának. A spontán almasavbomlás kockázata 3,5 pH felett nagy, mert ezekben a borokban a *Pediococcus* és *Lactobacillus* fajok előfordulása, sőt dominanciája igen gyakori.

Tápanyagok: A tejsavbaktériumok tápanyagigényének kielégítésére leginkább a must, illetve a seprős újbor alkalmas.

Alkoholtartalom: Az *Oenococcus oeni* törzsek esetében a 12 v/v% feletti alkohalnál a gátlás már igen erős, felső határa a törzs és pH függvényében 14-16 v/v% körül van.

Kén-dioxid: A tejsavbaktériumok közül a kénessavra legérzékenyebb az *Oenococcus oeni*. A szabad kénessav már néhány mg/l koncentrációban gátolja a növekedést. Az almasavbontást megghiúsíthatja, ha a szőlőfeldolgozás során alkalmazott kénezés mértéke meghaladja az 50 mg/l-t.

Az almasavbontás befejeződése után a borokat azonnal kénezni és hűteni kell, mert a megnövekedett pH-jú borokban ugrásszerűen nő a borbetegségek kockázata. Az almasavbontásnak nagyon nagy jelentősége van a borkészítésben, és csak most kezdjük megérteni, hogy mennyire!

fermentation alcoolique en anaérobiose. Ann. Ferment., 5: 321-337., 385-401.

Internet 1. 2016. The History and Science of Malolactic Fermentation.

[www.hangar41brewshop.com/single-post/2016/08/18/The-History-and-Science-of-Malolactic-Fermentation](http://www.hangar41brewshop.com/single-post/2016/08/18/The-History-and-Science-of-Malolactic-Fermentation)

# A SZŐLŐÜLTETVÉNYEK TALAJÁNAK NPK KÖRFORGALMA

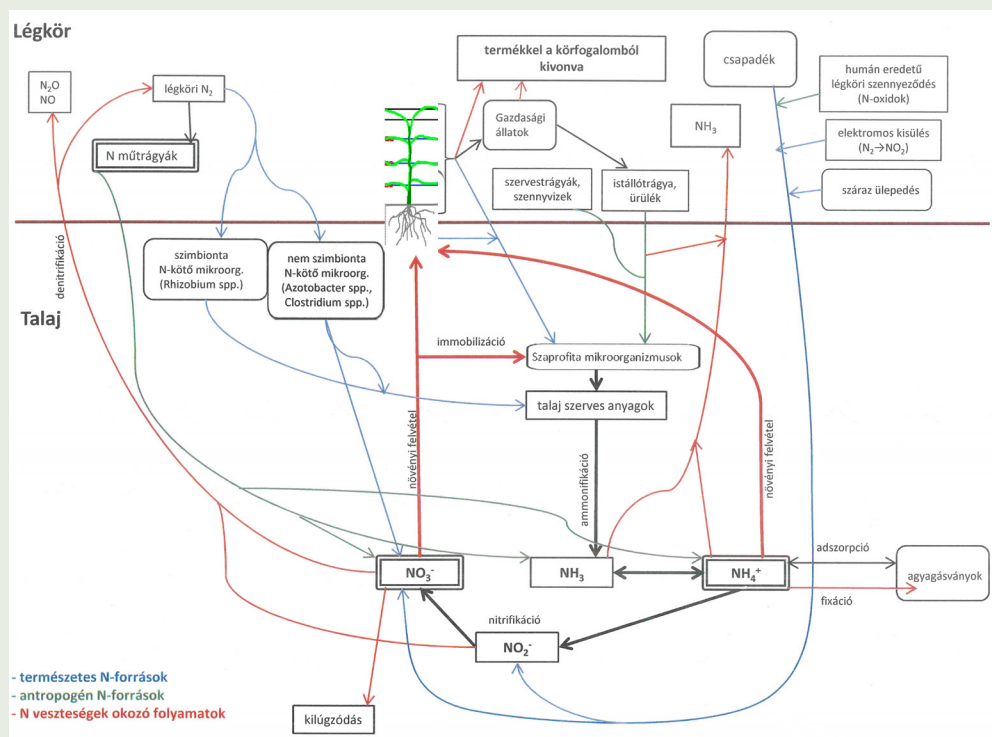
Zsigrai György

A szőlőültetvények harmonikus tápelem ellátottsága egyik fontos pillérét képezi a modern, minőségorientált szőlőtermesztésnek. A tőkék által a talajból felvett és a fő- (szőlőfűrt), valamint melléktermék (összegyűjtött és elégetett, illetve bálázva elszállított venyige) révén az ültetvényről elszállított tápelemek visszapótlásáról közép- és hosszú távon gondoskodnunk kell, a talaj termékenységének fenntartása céljából. A Szőlő-levél korábbi számaiban már több közleményben érintettük a szőlő tápanyag ellátásának témakörét (Zsigrai 2013, Zsigrai 2016), azonban az egyes tápelemekkel kapcsolatos agrokémiai ismeretek részletes ismertetésével adósok maradtunk. Ezt szeretnénk pótolni egy ismeretterjesztő cikksorozat segítségével, amelynek első tagját képezi a nitrogén, a foszfor, valamint a kálium ellátás problémakörét felölelő jelen közlemény.

## NITROGÉN

A szőlőültetvények talajának N-tartalmú vegyületei

A N a talajban szerves és szervetlen vegyületek formájában fordul elő. A szerves vegyületekben található N mennyisége a talaj összes N-tartalmának mintegy 95%-a. E vegyületszopron belül az amino-N formák (pl. aminosavak, fehérjék) részaránya 25-40%-ra tehető. Emellett az aminocukrok, nukleotidok, nukleinsavak képviselik a szerves N-formákat. Igen jelentős és a növénytáplálás szempontjából nagy fontosságú a talajok humuszanyagaiban található N mennyisége. A talajlevegő molekuláris nitrogénjétől eltekintve a talaj  $\text{NH}_4^+$ -,  $\text{NO}_3^-$ -,  $\text{NO}_2^-$ -ionok, illetve  $\text{N}_2\text{O}$  és  $\text{NO}$  oxidok formájában tartalmaz szervetlen kötött nitrogént. A növényi táplálkozás terén az ammónium- és a nitrát-ionok jelentősége a legnagyobb, amelyek a talaj N-tartalmú szerves anyagai és a szerves trágyák aerob mikrobiális lebomlása során képződnek, vagy műtrágyák kijuttatásával, illetve a légköri csapadék közvetítésével kerülnek a talajba (1.ábra).



1.ábra A szőlő ültetvények N-körforgalma

## A TALAJOK N-HÁZTARTÁSA

A talajok N-készlete természetes módon a talajban szabadon élő (7-15 kg N/ha/év), illetve a pillangósvirágú növényekkel szimbiózisban élő mikroorganizmusok N-kötése (70-300 kg N/ha/év) által, a légköri ülepedés közvetítésével (15-30 kg N/ha/év), a növényi maradványok, illetve az állati ürületek talajba kerülése útján gyarapodhat. A szőlőtermesztési tevékenység során az ültetvények N-háztartásának inputjai különböző szerves- és műtrágyákkal egészülnek ki.

A jól levegőzött, semleges körüli kémhatású talajok különböző aerob N-kötő baktériumok számára biztosíthatnak kedvező életfeltételeket, amelyek anyagcseréjéhez szükséges szerves szénforrást a talajban egyidejűleg jelenlévő szénhidrátbontó szervezetek anyagcseretermékei biztosítják. Levegőtlen viszonyok között, rendszerint savanyú kémhatású talajokon (pl. barna erdőtalajok) anaerob baktérium fajok N-kötésére számíthatunk.

A pillangós növényekkel szimbiózisban élő gyökérgümő baktériumok által megkötött N-nek megközelítően 30%-a válik a pillangós szár- és gyökér részévé, melyek mikrobiális lebomlása (mineralizáció) során e N mennyiség ásványi formában válik hozzáférhetővé a következő években. A pillangósvirágú növények sorköztakaró növényként történő termesztésével e kedvező hatást kihasználhatjuk a konvencionális és a biológiai szőlőtermesztés során is. A N-kötő baktérium fajok zavartalan fejlődését elősegíti a talaj semleges körüli kémhatása és kedvező Ca-telítettsége. A nitrogén molekula bontását végző enzim Fe-t és Mo-t tartalmaz, amely következtében a N-kötő baktériumok e két mikroelemre nézve is igényesek. A N-kötés folyamatában a Co is jelentős szerepet játszik.

A talajba kerülő szerves anyagokat különböző szaprofita baktériumok, illetve gombák bontják le. Amennyiben a szerves anyag C:N aránya 30-nál nagyobb (pl. szalmatakarás leszántása), a talajoldat  $\text{NO}_3^-$ -tartalmában jelentős csökkenés következik be (pentoánhatás), mivel a mikrobák az élettevé-

kenységükhöz szükséges N-t a talajoldatból fedezik. Amennyiben a C:N arány 20-30 között van, az elbomló szerves anyag N-tartalma elegendő a bontást végző szervezetek anyagcseréjéhez. Ennél szűkebb C:N arány esetén rendszerint már a lebontási folyamat kezdetén ásványi N szabadul fel, ami a szőlőtőkék számára felvehető. A N-tartalmú szerves vegyületek ásványosodása három, egymást követő mikrobiális reakción keresztül zajlik le:

- aminizáció (aminosavak és egyéb aminovegyületek szabadává válása a fehérjék és egyéb N-tartalmú szerves vegyületek bomlása során),
- ammonifikáció (ammónia felszabadulása az első lépésben képződő vegyületek további bomlása révén),
- nitrifikáció (az  $\text{NH}_4^+$ -ionok oxidációja nitrit-, majd nitrát-ionná)

A nitrifikáció ütemét a talaj kémhatása, tömődöttsége, nedvességtartalma és hőmérséklete, valamint az ammónium-ion koncentrációja és a nitrifikáló baktériumok populációjának népessége határozza meg. Elsősorban a tavaszi és őszi időszakban számíthatunk jelentősebb mennyiségű nitrát képződésére a talajban. Vegyük figyelembe, hogy a műtrágyákkal talajba juttatott  $\text{NH}_4^+$ -ionok is nitrifikálódnak, amelynek során protonok képződnek. Emiatt az ammónium sók és a karbamid savanyítják a szőlő ültetvények talaját.

A talaj N-tartalmát csökkentő legfontosabb tényezők: a növények tápanyagfelvétele, a nitrát-ionok denitrifikációja, valamint kilúgzódása, az  $\text{NH}_4^+$ -ionok agyagásványok rácssíkjai közötti fixációja, illetve a lúgos talajokon fellépő gázalakú ammónia veszteség.

Több, levegőtlen viszonyokat kedvelő baktérium képes a nitrát-, illetve nitrit-ionok redukciójára, amelynek eredményeként  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  gázok képződnek. A folyamat a szakirodalomban denitrifikációként ismert, melynek intenzitása a talaj nedvességtartalmának növekedésével, illetve ezzel járó redukciós viszonyok térhódításával fokozódik.



A denitrifikációs vesztség még a kedvező lazultsági állapotú talajokban is elérheti a kijuttatott N-hatóanyag 10-15%-át. Tömődött, levegőtlen talajokon ez az érték meghaladhatja a 30%-ot. Az  $\text{NH}_4^+$ -ionok fixációjára elsősorban a duzzadó rácsú agyagásványokat (szmektitek, vermikulitok) nagyobb mennyiségben tartalmazó talajok esetében kell számítanunk. A fixált N mennyisége elérheti a talaj összes N-tartalmának 10-15%-át. Lúgos kémhatású (erősen meszes) talajokon  $\text{NH}_4^+$ -iont tartalmazó műtrágyák kijuttatása esetén gázalakú  $\text{NH}_3$  képződés léphet fel, ami a talaj N-készletének csökkenését és a trágyák hasznosulásának romlását eredményezi. Ezért vonható szakmailag kétségbe a meszezéssel egy időben végzett ammónium-trágyázás létjogosultsága.

A  $\text{NO}_3^-$ -ionok nem képeznek vízben nehezen oldható sókat, illetve nem adszorbeálódnak a talajkolloidok felszínén sem számottevő mértékben, ami miatt a N képes a mélyebb rétegekbe kilúgzódni. A szőlőtőkék tápanyagigényét meghaladó mértékű, illetve az adott terület talajtani, hidrológiai és meteorológiai adottságait figyelmen kívül hagyó N-trágyázás következtében a nitrát-ionok kilúgzódása és a mélyebb talajrétegekben való felhalmozódása jelentős méreteket ölthet, ami a trágyázás hatékonyságának csökkenése mellett komoly környezeti károsodások (talajvizek elnitrátosodása, felszíni vizek eutrofizációja) forrása lehet. Öntözetlen ültetvényekben a kilúgzási veszteség elérheti a kijuttatott N-hatóanyag 20%-át, amely érték öntözött viszonyok között 40%-ra is növekedhet. A fent részletezett folyamatok eredményeként a szőlőültetvények talajának felvehető N-tartalma a tenyészidőszak során nagymértékben változik és jelentős eltéréseket mutathat az egyes évjáratokban.

## A FOSZFOR

### A talajok P-tartalmú vegyületei, foszforforgalma

A foszfor a talajban szerves és szervetlen formában egyaránt előfordul. E két vegyületcsoport képe-

zi a foszforformák osztályozásának alapját (2.ábra).

### A, A talajok szerves foszforvegyületei:

A talajok összes P-tartalma 0,02-0,15%, amelynek jó közelítéssel 50%-a szerves vegyületek formájában van jelen. A humuszban gazdag talajokon ez az érték ennél lényegesen nagyobb lehet. A talaj P-tartalmú szerves vegyületei az alábbiak szerint csoportosíthatók:

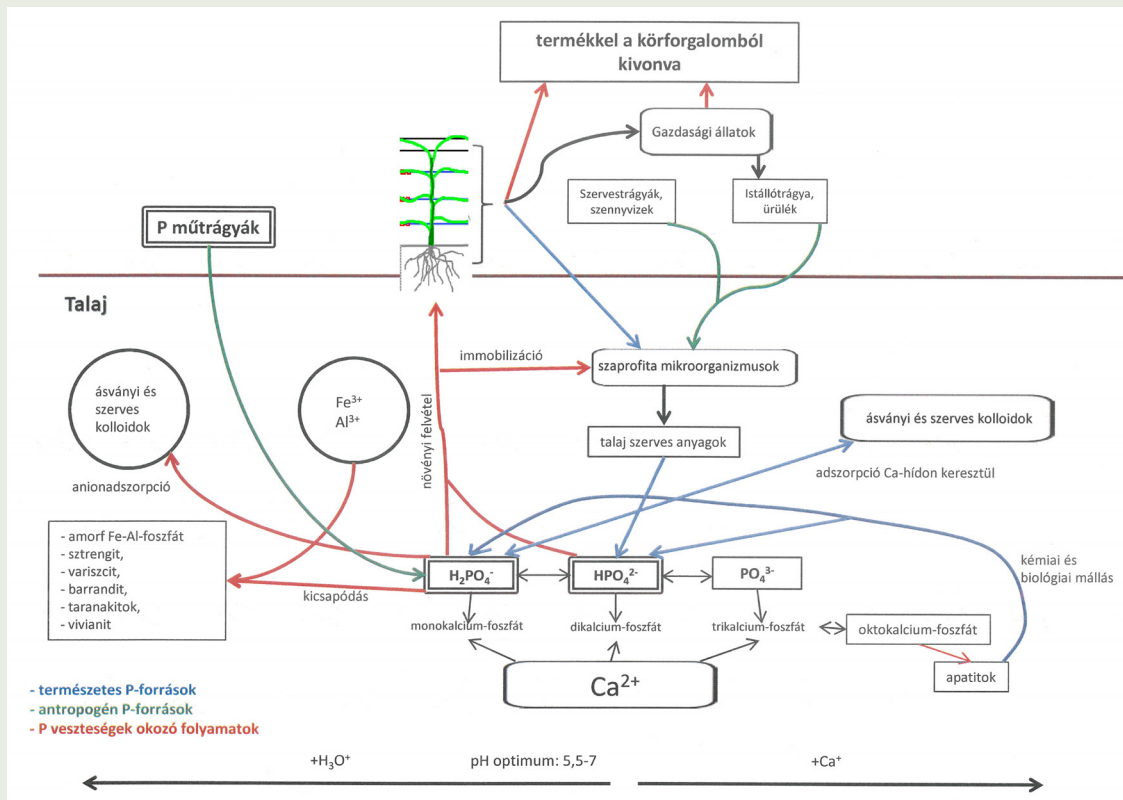
a/ foszfolipidek,

b/ nukleinsavak,

c/ inozit-foszfátok (fitin, a szerves kötésű P-tartalom 60%-a),

d/ egyéb szerves vegyületek (foszfopteidek, cukorfoszfátok, stb., a szerves P-tartalom mint egy 30%-a).

A szerves kötésben levő foszfor a nitrogénhez hasonlóan mikrobiális folyamatok eredményeként mobilizálódhat (ásványosodás), aminek rendkívül nagy szerepe van a tőkék P-ellátásában. E folyamatokat a talaj C:N:P aránya nagymértékben befolyásolja. A talaj szerves anyagára a fenti arányt 100:10:1 körülinek találták átlagosan. Amennyiben a szerves C:P arány 200:1-nél szűkebb, a P mineralizációja felgyorsul, 300:1, illetve ennél tágabb arány esetén pedig a P megkötődik. Hasonló folyamatok játszódnak le a szerves N:P arány változása esetén is. Ha szerves anyagot juttatunk a talajba, fokozódik a növények P-felvétele. Ez, a humáthatásnak nevezett jelenség egyrészt a megélénkítő talajéletre, másrészt a szerves anyagok P-lekötődést mérséklő hatására vezethető vissza. A növények a gyökérzetük által termelt exkrétumaik révén némiképp tudják mobilizálni a nehezebben oldható Ca-foszfátokat, azonban ennek növénytáplálkozási szerepét nem szabad túlbecsülni.



2.ábra A szőlő ültetvények P-forgalma

### B, A talaj szervesetlen foszforvegyületei:

A növények a foszfor döntő hányadát primer és szekunder ortofoszfát-ionként ( $H_2PO_4^-$  és  $HPO_4^{2-}$ ) veszik föl a talajoldatból. Az előbbi forma felvétele a vizsgálatok szerint nagyobb mérvű.

A talaj természetes P-készlete főként az ásványi apatitokat tartalmazó kőzetek mállásából származik. E kiindulási anyagokból kémiai és biológiai folyamatok hatására különféle P-vegyületek képződhetnek a talajokban. Kutatók mesterséges körülmények között mintegy 150 különböző P-vegyületet állítottak elő, amelyről feltételezhető, hogy a trágyázás következtében a talajokban is kialakulhatnak. Mások szuperfoszfát talajba juttatását követően mintegy 30 különböző P-vegyületet határoztak meg. Az oldatban lévő ortofoszfát-ionok a talaj kémhatásától, mechanikai és minerológiai összetételétől függően különböző kémiai, illetve fiziko-kémiai reakciókban vehetnek részt, amelynek eredményeként a P átalakulástermékeinek egész sora képződik a talajokban, amelyek oldhatósága

különböző mértékű. A növények foszfátvisszaforgatása szempontjából lényegesebb reakciók az alábbiak:

#### a./ P-reakciók savanyú talajokon

A savanyú ásványi talajok adszorpciós komplexumán jelentős mennyiségű kicserélhető Al-, illetve Fe- és Mn-ion található, amelyek a talajoldatba kerülve a foszfát-ionokkal oldhatatlan, illetve nehezen oldható vegyületeket képeznek. Ezek vagy kicsapódnak a talajoldatból, vagy adszorbeálódnak a Fe- és Al-oxidok, illetve az ásványi kolloidok felületén. Idővel e vegyületek kevésbé oldható másodlagos termékekké alakulnak át.

A talajoldat foszfát anionjai megkötődhetnek az agyagásványok és a humuszanyagok felületén a kicserélhető  $OH^-$ -ionokat helyettesítve. Megfigyelték, hogy a talajok adszorpciós komplexuma Ca-telítettségének növekedése –70 %-nál nagyobb érték esetén – fokozza a talajok foszfátvisszaforgatását, illetve foszfátmegkötését. Ez a tény arra utal, hogy a foszfátion Ca-híd közvetítésével is kapcsolódhat az agyagásványokhoz, agyag-Ca-foszfát kötést kialakítva.



## b./ P-reakciók lúgos (meszes) talajokon

A legtöbb lúgos talajban nagymértékű a  $\text{Ca}^{2+}$  aktivitása, amely kevésbé oldható di- ( $\text{CaHPO}_4$ ) és trikálcium-foszfátok [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] képződését és kicsapódását eredményezi. A trikálcium-foszfát a későbbiekben októkalcium-foszfát [ $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ], hidroxid- [ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ], illetve karbonát-apatitá alakulhat.

A finom eloszlású szénsavas meszet tartalmazó talajokon a foszfát-ion túlnyomórészt felületi kicsapódással kötődik meg.

A nagyobb agyagtartalmú talajokon a foszfát aktivitás adott szintjének eléréséhez nagyobb foszfor trágya adag szükséges, mint a kevesebb ásványi kolloidot tartalmazó talajokon. A jelenséget a  $\text{Ca}^{2+}$ -al telített agyagásványok már említett foszfát visszatartásával, illetve megkötésével magyarázzák.

Mind a túlságosan savanyú, mind a lúgos kémhatás nehezen oldható vagy vízben oldhatatlan P-vegyületek képződésének kedvez. A különböző foszfátásványok oldhatóságának kémhatástól függő változását tanulmányozva megállapítható, hogy a foszforvegyületek oldhatóságának eredője a gyengén savanyú (pH 5,5-7,0) tartományban a legkedvezőbb, a foszfátok oldhatóságának minimuma pedig 7-8 pH érték közötti tartományba esik.

A foszfát-ionok talajszelvényben megvalósuló vertikális mozgása és ennél fogva a kimosódási veszteség jelentéktelen, ami egyben a termő ültetvények P-trágyázásának legnagyobb nehézségét is jelenti. A feltalajba dolgozott trágya anyagok P-tartalma ugyanis a bedolgozás mélységében marad, így jelentős mértékben csökken a foszfát ionok felvételének valószínűsége, hiszen a tőkék aktív gyökérzónája az esetek többségében a trágyaszerek talajba dolgozási mélysége alatt található. Meg kell azonban jegyezni, hogy a szőlő nem kifejezetten érzékeny a talajok P-ellátottsága iránt, aminek következtében kifejezett P-hiányt mutató ültetvényekkel csak viszonylag ritkán találkozhatunk a hazai borvidégeinken.

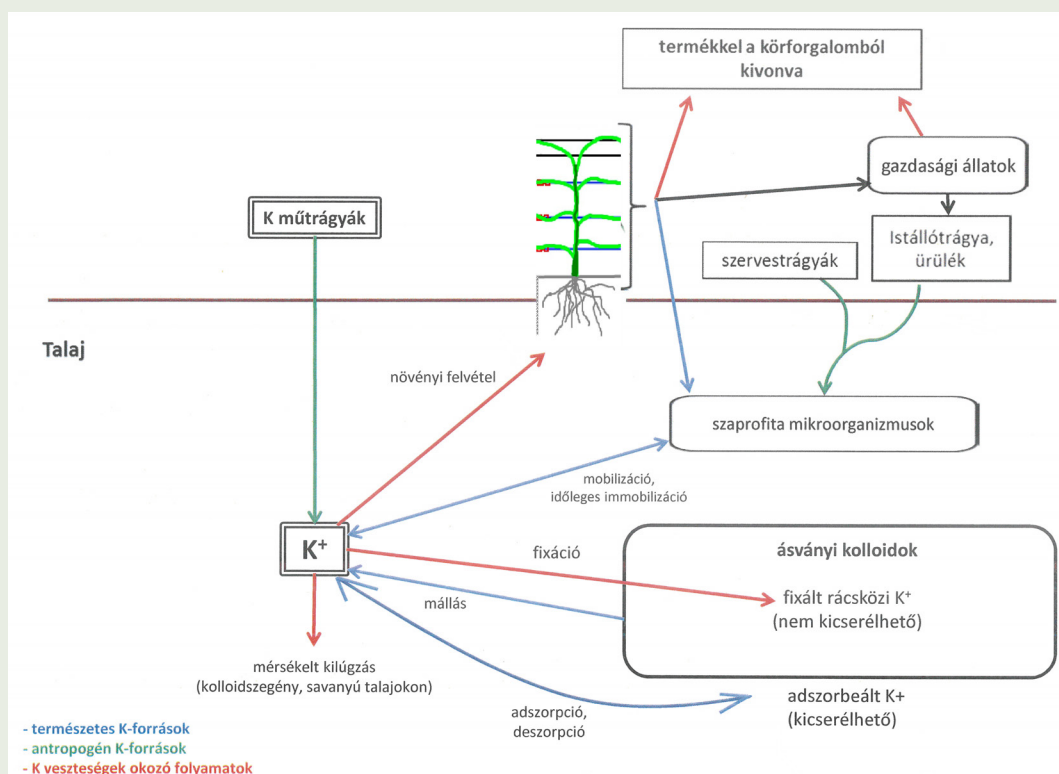
## KÁLIUM

## A talajok K-tartalmú vegyületei, káliumforgalma

A K a földkéregben viszonylag nagy mennyiségben (2,4 %) fordul elő. A talajok K-tartalma változó, a durva homoktalajok szántott rétegében található néhány 100 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha mennyiségtől a nehéz agyagtalajok 50000 kg/ha  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalmáig, ezért általában a növényekben K-hiány ritkábban fordul elő, mint N- vagy P-hiány. Ez azonban nem mondható el a szőlő esetében, hiszen a szőlő kifejezetten érzékeny a K-ellátottság színvonalára. Jól példázzák ezt a Tokaj-Hegyalján végzett szőlő levélvizsgálati eredmények is, amelyek a tesztelt ültetvények jelentős részében kifejezett K-hiányt jeleztek esetenként a talaj közepes, illetve jó K-ellátottsága ellenére.

A kálium szinte kizárólag szervesen kötésben fordul elő a talajban. A talaj káliumtökéjének nagy részét a primer szilikátokban (pld. káliföldpátok, csillámok), illetve szekunder agyagásványok rétegrácsai közé beépült, nem kicserélhető formában jelen lévő K teszi ki.

A szilikátok kémiai mállásakor képződő, illetve a műtrágyákkal talajba juttatott, valamint a növényi maradványokból, szerves trágyákból felszabaduló K-ionok nagyobb része a talajkolloidok felületén adszorbeálódik. Az ilyen formában megkötött  $\text{K}^+$  más kationokkal többé-kevésbé kicserélhető. E K-forma mennyisége 50-500 mg  $\text{K}_2\text{O}$ /kg (a talaj összes K-tartalmának 1-1,5%-a) értékek között ingadozik a talajokban. A kicserélhető K-tartalom két frakcióra osztható. A "könnyen kicserélhető" frakció a kolloidok felületén adszorbeálódott, a "nehezen kicserélhető" pedig az agyagásványok felületéhez közeli rácsrétegek között elhelyezkedő K-ot foglalja magába. A nem kicserélhető (kötött) és a kicserélhető (adszorbeált) mellett a harmadik K-forma a talajoldatban ionos formában jelenlevő K (a kicserélhető K 10-20%-a). A vizsgálatok azt mutatták, hogy e három forma között dinamikus egyensúly van. A  $\text{K}^+$  megkötődését a talaj agyagásványainak összetétele, illetve mennyisége, a kémhatás, a nedvesedés és száradás, valamint a hőmérséklet és az antagonista ionok jelenléte befolyásolja (3.ábra).



3.ábra A szőlő ültetvények K-forgalma

A csillámszerű agyagásványokban, vermikulitokban, szmektitokban, illetve ezek vegyesrácsú ásványaiban gazdag talajok (ha az agyagtartalom >15%) K-fixálása jelentős lehet, amire a trágyázási szaktanácsadás, illetve gyakorlat során feltétlenül figyelemmel kell lenni. Szélsőséges esetben a talaj egy méteres mélységéig hektáronként 30t K<sub>2</sub>O-nek megfelelő K is megkötődhet. Ez 100 kg K<sub>2</sub>O/ha éves K-adagot feltételezve 300 év alatt kijuttatott műtrágya hatóanyaggal egyenértékű!

A K-felvehetőségének csökkenését eredményezheti a K<sup>+</sup>-ionoknak a duzzadó agyagásványok rácsai közötti, az NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-ionokéhoz hasonló jellegű megkötődése, amelynek mértéke a pH-val pozitív korrelációban van. Ennek oka a talajban jelenlévő Al- és Fe-hidroxopolimerek pH-függő mennyiségében keresendő, amelyek megakadályozzák az agyagásványok rácsai közötti távolság K<sup>+</sup>-, illetve NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-ionok adszorpciója következtében fellépő zsugoro-

dását. Nem trágyázott, könnyű szövetű talajokon csökkenhet a felvehető K mennyisége a meszeztést követő fokozott kilúgzási veszteség következtében is.

A termő ültetvényekben a feltalajba dolgozott trágya anyagok K-tartalma a talajszelvény mélyebb rétegei irányában nem mozdul el, azaz nem jut a szőlőtőkék aktív gyökérzónájába. A sorközök talajának rendszeres mechanikus művelése ugyanakkor a feltalajban található, tápelem felvételre képes gyökerek megsemmisülését eredményezi, aminek következtében a kijuttatott K-trágyák érvényesülése a termő ültetvények esetében sokszor meglehetősen bizonytalan.

A kutatóintézetben egy vizsgálatsorozatot indítunk a P- és K-trágyázás hatásfokának növelését célzó agrotechnikai módszerek továbbfejlesztése érdekében, amelyek első részeredményei 2019-ben várhatóak.

## IRODALOM

Zsigrai Gy. 2013. Gondolatok a löszös területek tápanyag gazdálkodásáról. Szőlőlevél, 3/1: 8-10.

Zsigrai Gy. 2016. Nitrogén, kálium, magnézium: a tokaj-hegyaljai szőlőültetvények leggyakrabban hiányzó tápelemei. Szőlő-levél, 6/8: 4-9.



## ÁPRILIS HÓNAP IDŐJÁRÁSA

*Pableczki Bence*

Az év negyedik hónapja igen változatos időjárást hozott. Többször váltották egymást a lehülések és a felmelegedő időszakok, sőt egyes éjszakákon a hőmérséklet 0 fok közelébe süllyedt, a fagyzugos területeken pedig mérhettek 0 fok alatti értékeket is. Fagykárak azonban csak elszigetelten voltak. Jelentősebb meny-

nyiségű csapadékban is volt részünk a hónapban.

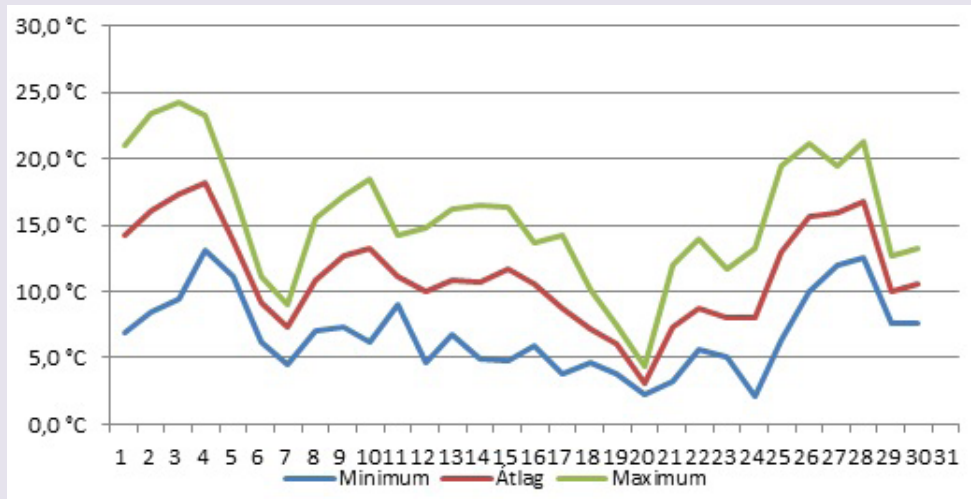
A lehülések lassították a szőlő fejlődését. Fejlettség szempontjából az ültetvények között jelentős különbségeket lehetett látni. A fenológiában előrébb tartó ültetvények április végén 4-6 leveles állapotban voltak. (BBCH 114-116) (1. kép).



*1.kép Furmint T92-es klón április végén*

A tarcali Vinnai-dűlőben a hónap során 24.-én volt a leghidegebb (2,1°C), a legmelegebb pedig 3.-án (24,3°C) (1.ábra). Néhány dűlőben a -10C fokot is megközelítette a lehülés. Április átlag hő-

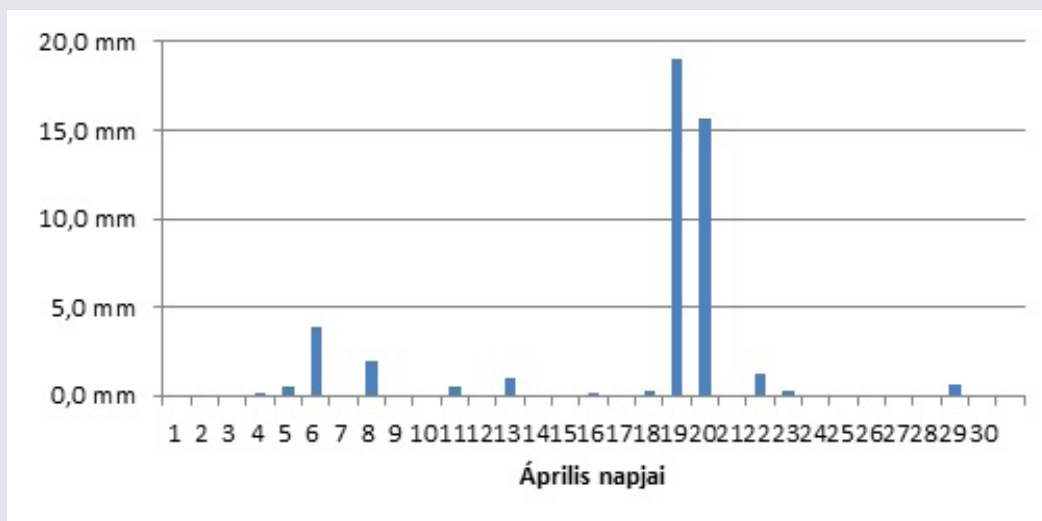
mérséklete 11,23°C volt. Ez több mint két fokkal elmaradt a 2016-os esztendő negyedik havának átlagától (13,6°C), a borvidék ötvenéves átlagától (11,56°C) csupán négy tized fokkal marad el.



1.ábra Áprilisi léghőmérséklet napi bontásban

Április folyamán a Vinnai-dűlőben 45,4 mm csapadék hullott (2.ábra). Ez sokszorososa az előző évi mennyiségnek (5,1 mm) és közel azonos a borvidék ötvenéves átlagával (42,81 mm). A havi csapadék mennyiség háromnegyede április 19-én és 20-án

hullott. A borvidék egyes részei között nagyobb eltérések voltak a lehullott csapadék mennyiségében, Mád környékén kb. 50 mm hullott, míg Erdőbényén és Sárospatakon 80 mm csapadék volt.



2.ábra: Áprilisi csapadék napi bontásban

A 0-50 cm-es talajrétegben a hónap első felében 60% körül alakult a nedvességtartalom. Április 19.-e és 25.-e között azonban 80% felé emelkedett, majd a hónap utolsó napjaiban 80% alá csökkent. A talaj 50-100 cm-es rétegében azonban nem történt változás, az egész hónap so-

rán 100% közelében volt a nedvességtartalom.

Az adatokat a Tarcal Vinnai-dűlőben lévő meteorológiai állomás mérései, a met.hu által szolgáltatott adatok, valamint az intézet 1950-től gyűjtött évi meteorológiai adatai alapján készítettem.





## IMPRESSZUM

*Kiadja:* Tokaj Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Nonprofit Kft.

*Elérhetőség:* 3915 Tarczal, Könyves Kálmán út 54., Pf. 8.

Telefon/fax: 06 47 380148

*Felelős szerkesztő:* Dr. Bihari Zoltán

*Szerkesztő:* Tudós Erika

Amennyiben nem szeretné többet kapni a hírlevelet, vagy éppen ellenkezőleg,  
mások számára is elérhetővé szeretné tenni, akkor írjon egy levelet a következő címre:  
[info@tarcalkutato.hu](mailto:info@tarcalkutato.hu)

Mindenkit biztatunk arra, hogy ha olyan információja, híre van, amit szeretne közhírré tenni, küldje be  
hozzánk és a hírlevélben megjelentetjük.

