

DIÁKBORÁSZKÉNT A LABORBAN

Tokaj-Hegyalja magában foglalja mindazt az egyedülálló, legalább ezeréves szőlészeti-borászati hagyományt, amely máig változatlan formában maradt fenn. A földrajzilag is egyedülálló adottságú borvidék – számos vulkán által körülhatárolva – talajainak sokszínűségével, kedvező fekvésű lejtőivel és kitűnő klímájával Burgundiához hasonlítható. E cikk arra keresi a választ, hogy az azonos évszázadú és fajtájú, valamint azonos eljárási módszerekkel készült borok fémtartalma mennyire függ a termőhelytől és annak azonosítására milyen fémek alkalmasak?

A Zempléni-hegység lábánál, a Bodrog folyó mentén, illetve a Bodrog és a Tisza összefolyásánál húzódó Tokaj-Hegyaljának földtörténetileg és földrajzilag is egyedülálló adottságai vannak. A mállékony, vulkanikus és posztvulkanikus tevékenységgel keletkezett kőzetek sokféle talajtípus kialakulását eredményezték. A talaj összetétele kihatással van a talaj termőerejére, ásványianyag-tartalmára, hőelnyelő-, -tároló és -visszasugárzó képességére.

A kedvező fekvésű lejtők, a nagy besugárzás, a Bodrog és a Tisza folyók közelsége, valamint a hosszú őszt kedvező klimatikus feltételeket teremt a *Botrytis cinerea* penészgomba megtelepedéséhez, amely a szőlőszemek aszúsodásához vezet. A sajátos mikroklímának köszönhetően a pincék falán különleges pincepenész, a *Gladosporium cellare* telepedik meg, mely jótékony ha-

tással van a bor érési folyamatára. A hordókészítés kiváló faanyagát adja a közeli hegyek magasabb övezeteiben megtelepült kocsánytalan tölgy, a belőle készített hordó meghatározó a bor aromájára, színére, érési folyamatára. A geológia, a klíma, a szőlőfajták, valamint a hegyaljai termelők tapasztalata és föld iránti szeretete együtt képes arra, hogy az itt termő borok a maguk változatosságukban és egyediségükben tudják megmutatni termőhelyüket.

A káliumtól az arzénig

A kémia tudománya csak a múlt században kezdett érdeklődni a bor összetétele és a keletkezése során lejátszódó vegyi folyamatok iránt. Az eddig megszerzett tudás korántsem teljes, hiszen a bor keletkezéséért több ezer komponens komplex hatása felelős. Noha ezeknek az anyagoknak a túlnyomó része igen kis mennyiségben van jelen, a bor töké-

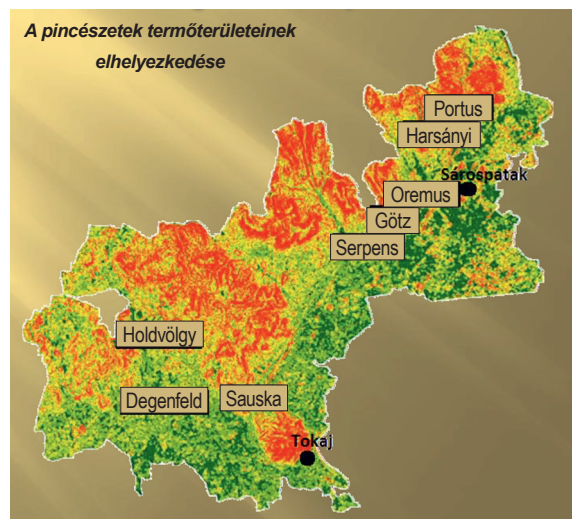
letes megismeréséhez minden komponens minőségi és mennyiségi ismerete szükséges. A vizsgálatok mindemellett adalékokkal szolgálhatnak a bornak tulajdonított élettani hatások értelmezéséhez is.

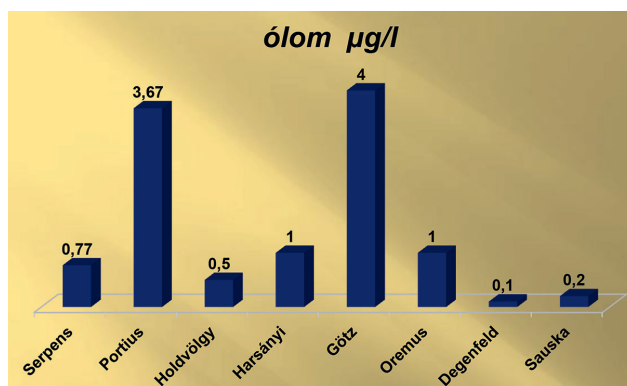
A borok összetételét tekintve a kationok közül jelentősebb a kálium, a nátrium, a kalcium, a magnézium, ezenkívül néhány mg/l-es koncentrációban a vas, a réz, a mangán, az alumínium, a cink, az ólom,

nyomokban az arzén. A magyar borok nátriumtartalma átlagosan 10–50 mg/l. A borok pH-értéke és alkoholtartalma mellett a nátrium minden sója jól oldódik, ezért mennyisége változatlan, kicsapódás során nem csökken, s valamelyest több nátrium található bennük, mint a mustjukban, mivel tulajdonképpen nincs jelen a nátriumkoncentrációt csökkentő tényező. Kutatások kimutatták, hogy azok a borok, melyek tengerparton vagy vulkanikus eredetű talajon található szőlőültetvényekről származnak, az átlagosnál jóval nagyobb mennyiségben tartalmazzák nátriumot.

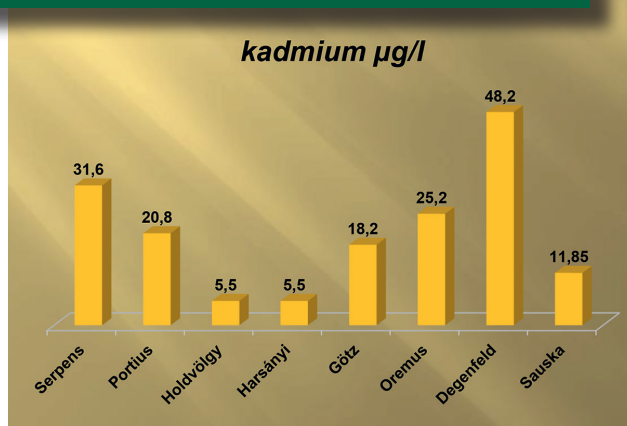
A kalcium mennyisége elsősorban a bor stabilitása szempontjából lényeges, hiszen a kalciumion a bor szerves savainak egy részével csapadékot képez, melyek oldhatóságát az alkoholtartalom növekedése továbbbrontja, ezáltal zavarosodás léphet fel – ennek veszélyével 80 mg/l kalciumtartalom felett kell számolnunk. (A vörösborok oldott kalciumtartalma átlagosan 70–120 mg/l, a fehérboroké 60–100 mg/l.) A kalcium és magnézium közös hatása, hogy viszonylag nagy mennyiségük és kétszeres pozitív töltésük által növelik az ionerősséget, így elősegítik a kolloidok kicsapását, azaz a bor tisztulását.

A szőlőlé és a must természetes vastartalma mindössze néhány mg/l. A borok magasabb vastartalma technológiai okokra vezethető vissza. Átlagos mennyisége 5–15 mg/l között változik, de ettől jóval nagyobb mértékben is előfordulhat. A mustokban és a borokban a vas II. és/vagy a vas III. oxidációs formában van jelen: a borokban többnyire Fe(II), azaz ferrovas található, ez a





A vizsgált borok nehézfém-tartalma



forma azonban nem okoz töréseket, mert sói jól oldódnak a borok pH-tartományában. A vasnak ez a formája redukált környezetben fordul elő, a levegőtetés és fejtés hatására Fe(III)-á, azaz ferrivassá oxidálódhat, amely 10 mg/l-nél magasabb koncentrációban töréseket okozhat.

A szőlőből eredő *mangán* majdnem minden borban megtalálható, a magyar nedűkben 0,5–5 mg/l mennyiségben. A borkezelések általában nem csökkentik a mennyiségét, azonos szőlőből készített bor, illetve törkölybor és seprőbor mangántartalma az utóbbiak esetében jelentősen csökken – ez a borhamisítást igazolja.

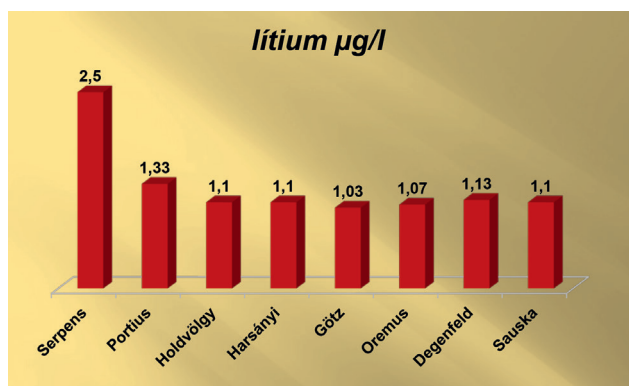
A magas *alumíniumtartalom* minőségromtó tényező, mert alumínium-hidroxid-csapadék válhat ki, amely rosszul ülepedő kolloidot képez, így fehér zavarosodást okoz. Elsődleges koncentrációja borokban 0,5–0,9 mg/l, de a technológiától függően ennek többszöröse is lehet.

A kiválasztottak

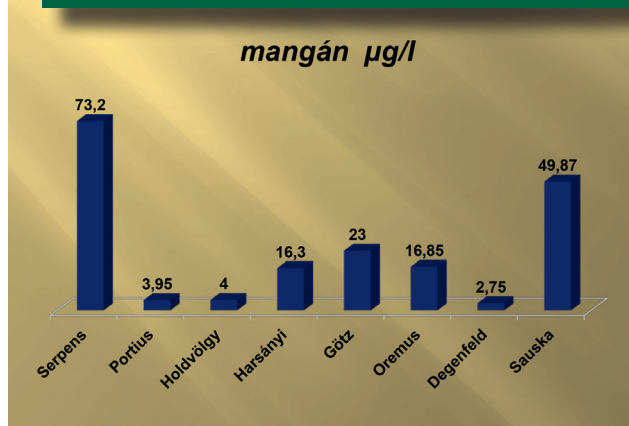
Kutatásom első szakaszában több hegyaljai pincészetet kerestem fel, elsősorban a vizsgálatok tárgyát képező borok beszerzése céljából, valamint a

termőhelyek, a szőlőművelési módok és a borkészítési eljárások információinak összegyűjtése miatt. Választásom a 2015-ös évjáratú *furmint*ra esett és nyolc borászatra, melyek a következők voltak: *Gróf Degenfeld Szőlőbirtok*, *Harsányi Pincészet*, *Serpens Pincészet*, *Götz Pincészet*, *Tokaj-Oremus Pincészet*, *Holdvölgy Pincészet*, *Tokaj-Portius Pincészet* és *Sauska Pincészet*. A termőhelyek földrajzi megoszlása, vagyis a pincészetek dűlői 3 csoportba sorolhatók: a Sárospataktól északra fekvő területek talaja agyagos erdőtalaj, a városától délnyugatra lévő 3 dűlő löszös vályog és agyagtalaj keveréke, a tokaji 3 területre pedig a lösztalaj jellemző. A tapasztalatok alapján a vulkanikus talajon nehéz, testes, savas, tüzes, lassú fejlődésű borok teremnek, míg a lösztalajokra a színben gazdag, illatos, zamatos, közepes szárazanyag-tartalmú, alkoholban gazdag borok jellemzők.

Az általam vizsgált 3 terület szőlőinek kitétsége eltért egymástól. Ugyanakkor a művelési módok (középmagas vagy alacsony kordon), a metszések (rövidcsapos), valamint a növényvédelmi kezelések azonosak voltak a tanulmányozott ültetvényeken, különbségek mindössze azok életkorában és földrajzi

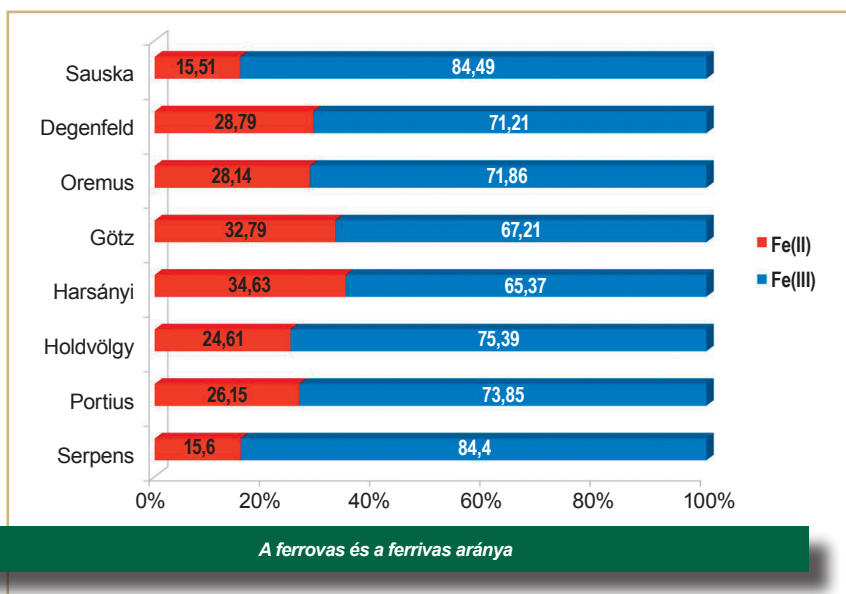


A lítium és mangán főleg a talajból származik



elhelyezkedésében vannak. A céloknak megfelelően majdnem azonos módon történt a borok készítése is. A kellő információ megszerzése után került sor a borok érzékszervi bírálatára. A vizsgálatot 8 szakértő bíráló végezte, 9 érzékszervi jellemző pontozásával. A bírálati lapok összesítése alapján 3 arany, 4 ezüst és 1 bronzminősítés született. A maximum 100 pontból a legmagasabb összpontszámot a Harsányi Pincészet bora kapta (91,3), a legkisebbet pedig a Götz Pincészet *furmintja* (66,5).

A rutinanalitikai vizsgálatokat *Hermann Emerencia* borász laborjában végeztem. A minták előkészítése után borvizsgálati jegyzőkönyvet vezetve végeztem el az egyes összetevők meghatározását minden bor esetén. Ezek során a következő tartalmakra voltam kíváncsi: alkohol, cukor, titrálható sav, szabad/összes HSO, összes extrakt, cukormentes extrakt, illósav, valamint sűrűséget is mértem. Egyetlen összetevőben sem találtam jelentős eltérést, ami leginkább annak köszönhető, hogy megfelelő körülmények között és megfelelő ideig érlelt borokat vizsgálhattam. Mindenképpen meg kell említenem, hogy a Holdvölgy és a Degenfeld Pincészetek *furmintjainak*



magasabb a cukortartalma, mint a többi bor esetén. Ez a két termőterület nagyobb mértékű aszúsodási hajlamának köszönhető, ám ez a tény nem befolyásolja a fémek mennyiségét.

Furmint a grafitkemencében

A vizsgálati sorozatom lényegére az egri *Eszterházy Károly Egyetem* laborjában került sor, ahol a nyomelemekre vonatkozó analitikai műszeres méréseket végezhettem. Ehhez atmoszférikus roncsolással készítettem elő a mintákat, a fémtartalom meghatározására pedig grafitkemencés atomabszorpciós készüléket használtam. A kapott eredmények alapján a borok toxikus nehézfém-tartalma, mint például az ólom és a kadmium, amelyek leginkább antropogén hatásra kerülnek a termőterületekre, alacsony volt, jóval alatta maradt a kívánt határértékeknek. A főként a talajból borba kerülő fémek közül a többség mért koncentrációja sajnos nem mutatta a várt termőhelyi adottságokból származó különbséget. Például a lítium vagy a mangán értékei között nagy a szórás a borokban, de nem az eltérő termőhelyek miatt.

A nátrium mennyisége viszont olyan megoszlást mutatott, amely összefügghet a termőhelyi adottságokkal. A borok nátriumkoncentrációja a talaj alkálifém-tartalmával függ össze, mivel az a borkészítés során csak kismértékben változik. A hasonló talajú dűlőkben termelt borok nátriummennyisége közötti eltéréseket valószínűleg az okozza, hogy a lejtők kitettsége, meredeksége, tájolása befolyásolta a fém felvételét a talajból.

A főként technológiai vagy antropogén eredetű szennyező fémek koncentrációi is nagy eltéréseket mutatnak, de ezt nagymértékben befolyásolhatták a borászati eljárások, a használt borászati edények fajtája vagy például a derítés. A technológia és a bor érése során lejátszódó redoxi folyamatok leginkább a vastartalomra voltak hatással. Ezért fotometriásan meghatároztam a szabad vas(II)-ionok koncentrációját, hogy az összes vas és ezen mennyiségek különbségei alapján képet kaphassunk a borok kötött vastartalmáról, illetve a vas(II)- és a vas(III)-ionok arányáról. A borhibák kialakulásában fontos szerepe van ezeknek a mennyiségeknek. A vizsgált borok ilyen szempontból is kiválóak voltak, alátámasztva az érzékszervi vizsgálatokat.

A polifenolok vizsgálata élettani hatásuk, továbbá a bor életében meghatározó szerepük miatt is rendkívül érdekes. Ez az egyik legjelentősebb vegyületcsoport borászati szempontból. Az összes polifenolkoncentrációt szintén fotometriás módszerrel határoztam meg. A polifenolok közül a galluszsav (hidrolizálható tannin) mennyiségének meghatározására volt lehetőségem. A borokban lévő hidrolizálható tannintartalom részben a tölgyfahordókból, részben a derítések során használt cersavkészítményből kerül a borba (a hidrolizálható tanninok közül a legismertebbek a galluszsav és a digalluszsav). A vizsgálatokat elvégezve a kapott értékek magas polifenoltartalmat mutattak.

Egyebek mellett a polifenol-vegyületek biztosítják a borok kedvező élettani hatásait. E tekintetben mindegyik vizsgált borról elmondható, hogy kiváló minőségű. Az eredmények megoszlása az egyes borok esetén teljesen összecseng az érzékszervi bírálatok eredményével: az arany minősítést kapott borok polifenolkoncentrációja a legmagasabb.

Szubjektív minősítés, objektív mérések

A bor analitikai vizsgálata mind tudományos, mind gazdasági szempontból jelentős, hiszen segítséget nyújthat a hazai borok minőségének javításához. Az érzékszervi vizsgálatok mellett nagy szerepe van az objektív, mérhető paraméterek ismeretének a borkészítésben, illetve a minőség befolyásolásában.

Analitikai vizsgálataim során a kapott eredményeket statisztikailag feldolgoztam: a különböző mérés-technikai és minta-előkészítési eljárások – láthatóan – egymás eredményeit erősítik, a borok szubjektív minősítése teljes mértékben alátámasztható objektív analitikai mérésekkel. A rutin-analitikai vizsgálatok és a műszeres mérések együtt tehát alkalmasak a borok minősítésére. Az érzékszervi minősítésnél hitelesebb képet kaphatunk a borok minőségéről objektív vizsgálatokkal. Ezért a jövőre nézve kiemelkedően fontos ezen eljárások egyszerűbbé tétele, illetve elterjesztése.

Az is bebizonyosodott a vizsgálatok során, hogy a fémek közül a nátrium, illetve más alkálialk lehetnek alkalmasak az egyes termőhelyek azonosítására és későbbiekben az eredetvédelemre. Az sem elhanyagolható szempont, hogy az általam vizsgált borok minősége kiváló és kedvező élettani hatású – mértékletes fogyasztásuk fontos egészségünk megőrzése szempontjából.

DÉKÁNY LEA

Cikkünk szerzője ezzel a pályamunkával – a Sárospataki Árpád Vezér Gimnázium és Kollégium akkor 12. évfolyamos diákjaként – a TIT Kosuth Klub által szervezett Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállítás (OTTDK) 2017. évi győztese, így részt vehetett a Nemzetközi Tudományos Kiállításon (Exposciences Internationale – ESI, Tajvan, 2018. 01.23 – 2018.02.03.). Felkészítő tanára: Halász László; Konzulense: Murányi Zoltán – *A szerk.*