

VI. évfolyam 3. szám

# SZŐLŐ-LEVÉL

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

**ÉZ TÖRTÉNT FEBRUÁRBAN**

**TOKAJ-HEGYALJA: GEOLÓGIA A BOROK MÖGÖTT**

**ÉLESZTŐ AKTIVITÁS**

**EXTRÉM KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT AZ ESSZENCIÁKBAN**



## EZ TÖRTÉNT FEBRUÁRBAN

*Bihari Zoltán*

Február felmelegedéssel köszöntött be, 10 °C fok körüli hőmérsékletek is voltak, aztán hó közepén 16°C-ot is mértünk. Meglehetősen sok csapadék is leesett, ami nagyon kell, hogy a talaj feltöltődjön, de a metszést valamelyest hátráltatta, de nem baj, bőven van még időnk!

Februárban nyilvánosságot kapott a hegyaljai fejlesztés újabb mérföldköve. A Tokaji Borvidék Hegyközségi Tanácsa 6,7 milliárd forint értékű Községi Infrastruktúra Projekt-re kapott támogatást. A projekt célja, hogy a Tokaji Borvidék azon termelői is, akik nem rendelkeznek megfelelő infrastruktúrával, lehetőséget kapjanak közösségi alapon a minőségi bor készítéséhez szükséges eszközök igénybevételére. Reményeink szerint ebben a projektben kap helyet az új kutatóintézeti épület megépítése is.

<http://www.mad.info.hu/hirek/sajtokozlemenye-indulnak-borvidek-eletet-meghatározó-regios-fejlesztések>

Február minden évben a Furmintről is szól. Ennek legnagyobb eseménye volt a Nagy Furmint Kóstoló

a Vajdahunyadvárban. Itt szinte minden jelentősebb termelő elhozta a borát, így aztán igazi lehetőség volt azok összehasonlítására. Az idén azonban Hegyalján is volt nagyobb szabású rendezvény a Furmint Februárhoz kapcsolódóan, a Mádi Furmint Február.

<http://wineflow.hu/2016/01/29/furmint-februar-nagy-kostolo-az-ev-legizgalmasabb-fajtamustraja-febr-4/>

Intézetünkben a február is a pályázatok előkészítésével telt. Új kutatóépületet szeretnénk építeni, egy jól felszerelt laboratóriumot szeretnénk beállítani, a műemlék épületünket szeretnénk felújítani, hogy csak a legnagyobb beruházásokról beszéljünk, de e mellett több vállalkozással közös kutatást is indítunk. Ezek az esős napok éppen alkalmasak voltak rá, hogy találkozókat bonyolítsunk, és tervezzünk!

A turizmusra is készülünk! Az idén először szervezik meg a tarcali borászatok a Tavaszi Zsongás – Bűbájos Tarcal elnevezésű rendezvényt, melyhez intézetünk is csatlakozott.



*A [www.hegyaljafoo.hu](http://www.hegyaljafoo.hu) képe*

# TOKAJ-HEGYALJA: GEOLÓGIA A BOROK MÖGÖTT

*Bihari Zoltán*

**T**okaj-Hegyalja borkészítésben és annak marketingjében komoly hangsúlyt kap a borvidék geológiája, mely a talajképzésre, ezen keresztül a borok karakterére is hatással van. Úgy vélem nagyon hasznos ezért áttekinteni a borvidéki táj kialakulásának főbb történéseit. Igyekeztem úgy megfogalmazni a történetet, hogy az a borkóstolókon történő ismertetésre is alkalmas, érdekességeket kihangsúlyozó legyen.

A paleozoikumi időkből (250 millió évnél korábbról) Tokaj-Hegyalján felszínen nem található kőzet (1. táblázat). Hozzáink legközelebb Vilyvitány és Felsőregmec közötti kis területen találhatjuk a térség legidősebb kőzetegyüttesének tartott formációt, amely csillámpalából és gneiszből áll. A legidősebb kőzet a Borvidéken –ugyan felszín alatti- a mezozoikumból származik.

1. táblázat Földtörténeti korok

idő	időszak	kor	millió év
kainozoikum	neogén	holocén	0,001-
		pleisztocén	0,001
		pliocén	5,3-1,8
		miocén	23-5,3
	paleogén	oligocén	40-23
		eocén	56-40
		paleocén	65-56
mezozoikum	kréta		145-65
	jura		200-145
	triász		250-200
paleozoikum			542-250

## MEZOZOIKUM: TRIÁSZ, JURA ÉS KRÉTA (250-65 MILLIÓ ÉVE)

Mintegy 200-250 millió évvel ezelőtt a tenger előrenyomulásának köszönhetően a jelenlegi Tokaj-Hegyalja területen a Tethys tenger hullámzott. Ez a tenger – vagy helyesebben óceán – az akkori európai és az afrikai lemezek között helyezkedett el. A tenger mélyén a triászban és jurában mészkő alakult ki. A mészkő ma már nem található meg Hegyalján felszíni kibukkanásként, azonban Sárospatak–Végardónál a triász időszi mészkő viszont csak 200–300 m mélységben van. A sárospataki Bot-kő és Megyer-hegy közötti terület riolitfajában előforduló mészkő zárványok alapján a geológusok már a mélyfúrások mélyítése előtt valószínűsítették triász időszi alaphegység létezését. Mindössze 225 m-re a felszín alatt triász mészkövet találtak, amelynek karsztos üregeiből percenként 2m<sup>3</sup> 40°C-os víz tört a felszínre. Később a köze-

li Végardó fúrásai hasonló eredménnyel tárták fel ugyanezt a termálvizet (Gyarmati és Szepesi 2007). Ennek az idősziaknak a mészkövet és dolomitját hegyalján csak mélyfúrásokból ismerjük, Szlovákiában a Zempléni-dombság DK-i oldalán, Zemplén (Zemplén) község mellett viszont felszínen vannak, ugyanúgy, mint hazánk néhány más táján (1.kép).

Sátoraljaújhely határában 760-777 m közötti mélységben találtak jura időszi világoszürke mészkövet. Ezek olyan mészkőtömbök, melyek tektonikus mozgások révén kerültek bele egy riolit ártufa környezetébe (mátrixba).

A triász és a jura idősziakat követő kréta 65 millió éve ért véget. Ebből az idősziakból nem ismerünk geológiai emléket Tokaj-Hegyalján, ezért a geológusok azt feltételezik, hogy ebben az idősziakban a terület kiemelkedett és az üledék-képződést hosszú időre lepusztulás váltotta fel.



*1.kép A Baradla-barlang bejáratánál lévő triász időszi mészkő  
([http://www.bfte.hu/viewpage.php?page\\_id=188](http://www.bfte.hu/viewpage.php?page_id=188))*

## PALEOGÉN (65-23 MILLIÓ ÉVE)

A krétát a paleogén idősziak követte (paleocén, eocén, oligocén) 65-23 millió évvel ezelőtt. Ebből az idősziakból származó felszíni kőzetek Tokaj-Hegyal-

ján szintén nem találhatóak. A terület továbbra is szárazulat volt, és továbbra is a lepusztulási folyamatok voltak a jellemzőek (2.kép). A Pannon-medencében ekkor élt gazdag tengeri és szárazföldi élővilágnak semmilyen nyoma nem maradt meg területünkön.





2. kép Eocén táj

([https://nature.nps.gov/geology/nationalfossilday/cenozoic\\_joda.cfm](https://nature.nps.gov/geology/nationalfossilday/cenozoic_joda.cfm))

## MIOCÉN (23-5,3 MILLIÓ ÉVE)

A Pannon-medence több százmillió éves fejlődésének talán leglátványosabb eseménysora, záróakordja volt a miocén elejétől a pleisztocénig, mintegy 20 millió éven át tartó vulkáni működés, amely a Tokaji-hegységet és annak déli részét Tokaj-Hegyalját kialakította. Az ebben az időben lezajlott vulkáni működés a felszínre hozott magma térfogatánál fogva egész Európa egyik legnagyobb szabású vulkanikus jelensége volt. A miocén során az észak felé toló afrikai lemez az európai lemezt alábukásra (szubdukció) kényszerítette, minek következtében a Pannon-medence egész miocén fejlődéstörténetét kiterjedt és intenzív vulkanizmus kísérte végig.

A miocén kezdetén egy süllyedési folyamatot figyelhetünk meg a területen, miközben a Tethys-óceántól lefűződött beltenger –a Paratethys– előrenyomulásával a Pannon-medencében ún. szigetenger alakult ki. Maga a Paratethys medencerendszere Bécstől egészen az Aral-tóig tartott. A miocén elejétől annak közepéig (21-14 millió év) a mainál mele-

gebb éghajlat volt jellemző felmelegedéssel (4-5oC-os emelkedés). A tenger hőmérséklete 20oC fok körül lehetett, amire az itt élt korallak utalnak. Ezt követően a miocén közepétől mintegy 14 millió éve kezdődött meg egy erőteljes lehűlés (6-7oC fok), ami aztán később a jégkorszakban folytatódott.

A Paratethys kialakulásával egyidejűleg lezajló vulkanizmus esetében bizonyos idő- és térbeli eltolódás figyelhető meg, ugyanis az aktivitás nyugatról kelet felé haladva egyre fiatalodott. A Tokaji-hegységben a vulkáni működés kezdete a 14–15 millió évvel ezelőtt kezdődött és 9,4 millió éve fejeződött be. A nagyobb kitörési ciklusok közé jelentős nyugalmi időszakok iktatódtak, amikor is üledék felhalmozódás vagy lepusztulás mehetett végbe (Pinczés 1960a,b). A Tokaji-hegységben a legkorábbi robbanásos kitörések 15 millió év körül kezdődtek, míg a hegység fő tömegét alkotó riolitos és andezites piroklasztitok és -lávák mintegy 13,5–11 millió éves korúak. A hegység vulkáni összetételének vastagsága a geofizikai adatok szerint 2000 m körül lehet.



3. kép Magyarország ÉK-i része így festhetett a miocénban

Jelentős változatosság mutatkozik a vulkáni tevékenységben, az explózió erősségében, a magma anyagi összetételében. A világon is ritka a vulkáni kőzeteknek olyan tarkasága, ahol a riolitféleségektől az andezites kőzetsoron át a bazaltig mindenféle kőzettípus előfordul. A tengeri elöntés miatt a vulkáni anyag a kezdetekben tengerbe hullott, ill. ömlött, ami kifejezetten érdekes, magma és üledék keverékéből álló kőzetek kialakulását eredményezte.

Jellemzőek voltak az olyan robbanásos kitörések is, melyek hamuszórással és piroklaszt-ár képződéssel jártak (4. kép). Az így lerakódott anyagból képződtek a piroklasztitok (pl. tufák) változatos rétegei. A savanyú piroklasztitok egyik alaptípusa a piroklaszt-ár üledék (korábban ártufa vagy la-

vinatufa), amely robbanásos kitörések összeomló felhőjének törmelékanyagából keletkezik, olyan módon, hogy a törmelék a hegy lejtőjén gravitáció hatására kaotikusan mozogva, örvénylik, hömpölyög. Hőmérséklete elérheti a 300–600 °C-ot is. Ez a kitöréshő mozgásakor a földfelszín morfológiáját követi, ezért anyaga a völgyekben kivastagodik, a magaslatokon elvékonyodik. Amennyiben a vulkáni törmelék nagy hőtartalékkal rendelkezik, vulkáni üvegből álló alkotórészei (vitroklasztok) összeolvadhatnak, összehegedhetnek (összesült tufa). A sokszor nagy vastagságú összlet nem egy kitörés, hanem egymást követő kitörések eredménye, melyet az összesülés, áthalmozás fokozatainak, a szemnagyságnak a változása jelez.





*4.kép Piroklaszt ár*

([http://blog.daum.net/\\_blog/BlogTypeView.do?blogid=0IRq1&articleno=620258&categoryId=112318&regdt=20140120210344](http://blog.daum.net/_blog/BlogTypeView.do?blogid=0IRq1&articleno=620258&categoryId=112318&regdt=20140120210344))

A tenger hullámai a tengerbe hulló leülepedett tufát tovább szállították, egyengették, lapos tengerfeneket formáltak. A higan folyó láva ilyen felszínre kerülve, rajta takarószerűen szétterült (Pinczés 1998). Kedvezett a lapos felszínek kialaku-

lásának a kis lejtés is (5.kép). Ezek a felszínek ma átlag 400 m magasan fekszenek. A tengeri kövületek a 13 millió éves tenger partvonalát az Erdőbényei-medencében 230–250 m magasan rögzítik.



*5.kép Tengerbe ömlő láva*  
(<http://hawaiianlavadaily.blogspot.hu/>)

A középső és késő-miocénben a terület nem volt egységes. Számptalan tengerág, tengeröböl tagolta. A kisebb területi kiterjedés is elősegítette a szárazföldek, szigetek gyorsabb pusztulását, alacsonyodását. A területet felépítő kőzet is a felszín gyors letarolódásának kedvezett. A piroklasztit rétegek puhaságuk miatt könnyebben estek áldozatul az erózióknak. A felszín formálásában döntő szerep a külső tényezőknek jutott. Ezek sorában nem hanyagolható el a tenger szerepe sem. A már kiemelt tufafelszín a tenger abrázója könnyen támadhatta,

pusztíthatta és elősegítette annak lealacsonyítását.

A szárazulatokon szubtrópusi időjárás volt. Ebből az időből származik a *Vitis tokajensis* –ős-szőlő lenyomat is, amit Erdőbénye határában találtak (6. kép). A miocén második felében a lepusztulás, mállás hatására alakultak ki Tokaj-Hegyalja nemesagyag-telepei (kaolin, illit). A tűzhányók közötti szárazföldi területen kovasavban gazdag, meleg vizű tavak jöttek létre, melyek alján a kovavázak moszatok maradványaiból diatómaföld képződött.



6.kép *Vitis teutonica* lenyomata (ez és még több ősszőlő faj került elő ebből a korból)

A legrégebben a szilícium-dioxidban gazdag riolitos-dácitos magmákat felszínre hozó vulkáni működés kezdődött. Ennek legfőbb jellemzője a kitörések túlnyomórészt robbanásos lefolyása a nagy szilícium-dioxid tartalomnak köszönhetően. E korai vulkánosság termékei (piroklaszt-ár üledékek, hullott piroklasztitok, illetve ezek másodlagos, áthalmazott üledékei) hatalmas területeket foglalnak el, gyakorlatilag kiterjednek az egész térségre.

Mintegy 12-13 millió évvel ezelőtt a tenger (Paratethys) visszahúzódott, minek következtében az addig egységes vízborítás felszakadozott és la-

guna-rendszerekre tagozódott. A tenger vize fokozatosan kiédesedett, és a normál sósvízi, tengeri üledékképződést csökkentő sósvízi környezet váltotta fel. A Paratethys északi nyílt tengeri kapcsolata már a miocén első felében megszűnt az Alpok és Kárpátok kiemelkedésével. A déli tengeri kapcsolatot pedig a Dinaridák zárták el mintegy 10 millió évvel ezelőtt. Ennek hatására a miocén végén a tenger-től elszigetelt lefolyástalan medencében kialakult a Pannon-tenger. A miocén végétől a pliocén elejéig a Pannon-tenger vize a beömlő folyóktól kiédesedett, továbbá a környező folyók hordalékának köszönhetően tórendszerre alakult, majd végleg feltöltődött.



A térszínformálódás fő tényezője a Tokaji-hegységben miocén végéig továbbra is a vulkáni működés volt. A riolitos vulkáni termékek mellett azonban kisebb szilícium-dioxid tartalmú andezites összetételű kőzetek is képződtek. A riolitos összetételű piroklasztit szórás mellett a következő vulkáni képződmények, formák voltak a jellemzőek:

a) Lávatakaró, lávaár: A lávaanyag a kitörési központokból több km távolságba eljutott, majd ott megmerevedett. Jellemzi, hogy a központtól távolodva az anyag fokozatosan vékonyodik. A mádi Szegénylegény-hát, az abaujszántói Molyvás a legjellegzetesebb formái.

b) Lávanyelv: Az előbbihez hasonló, csak kisebb, keskenyebb forma. Jellegzetes darabja Bodrogszeginél a Poklos.

c) Lávanyelv-maradvány: Az eróziótól elpusztított lávanyelv foltszerűen megmaradt része. Ilyen a Nyerges és a Várhegy Bodrogszeginél.

d) Extruzív dóm: Anyaguk a felszínre vagy a felszín közelébe jutott és ott megszilárdult riolithabláva (Rozlozsnik 1931). A formát a kőzet anyaga határozza meg. A legélesebb domborzati formák, merész kiemelkedések, csúcsok kapcsolódnak a kőzethez. Kisebb csúcsok a Kövescíróka, Tolcsva-hegy, Mondooha, az abaujszántói Sátor, Krakko, Patócs, Sulyom, Süveges, a golopi Ör-hegy, Szőlő-hegy, a legyesbényei Kaptár; Mád környékén a Nyírjes, Fürdőstető, Diós, Harcsa, Henye a jellegzetes képviselői.

e) Dóm alakú hegyek Meredeken kiemelkedő festői alakjukkal igazi tájképfarmalók. Legszebb Sátoraljaújhelynél a Sátor-hegy.

f) Savanyú piroxén anedezitből álló kitörési központok eróziós kúpjai: Környezetük fölé meredeken kiemelkedő, tájképet uraló, kúp alakú hegyek. A korábbi kitörések központjai még ma is meghatározhatóak. Ide tartozik a tolcsvai Fekete-hegy.

g) Eróziós kaldérák: Az eredeti vulkáni forma mára erősen lepusztult, völgyekkel tagolt, de a megmaradt eróziós hegymaradványokból az eredeti forma rekonstruálható. Egyes vélemények szerint ide tartozik a sátoraljaújhelyi Sátor-hegy csoport, azonban a geológusok ún. szubvulkánként értelmezik (Pantó 1966).

h) Dácitos összetételű centrális vulkáni kúpok a tokaji Nagy-hegy és a közeli Cigány-hegy.

i) Exhumált lakkolit: A föld mélyén megkeményedett lávatömb, ami erózió révén felszínre került. Az eredeti vulkáni forma (kenyér alak) még jól felismerhető. Legszebb képviselői Erdőbényénél a Barnamáj és a Mulató.

j) Exhumált szubvulkáni törzs: Az előbbinél nagyobb tömegű, összetett lakkolit. Több helyen erősebben lepusztult, így ma már eróziós formája van. Idetartozik a Diós-hegy Mád-nál. Ennek egy átmeneti típusa a tállyai Kopasz, amely tömegében szubvulkáni képződmény, de a láva részben át is törte a fedőtufát és kisebb lávafolyások keletkeztek (Pantó 1966).

k) Gejziritek: Hévíforrások tevékenysége nyomán alakultak ki. Pl. Isten-hegy, Nagy-Padi-hegy (Mád).

l) Limnokvarcit: Szintén hévíforrások nyomát őrzik. Pl. Koldu (Rátka)



7. kép Miocén végi tájkép (<https://www.pinterest.com/pin/464011567829812286/>)

A vulkáni működéssel együtt, illetve annak lecsengésével hegység szerzte a vulkáni utóműködés hatására intenzív hidrotermális kovásodási, karbonátosodási folyamatok zajlottak le melyekre jó példákat találhatunk Mád, Erdőbénye, Tolcsa, Sárospatak térségében (7. kép). A környe-

ző felső miocén lagúnarendszer öbleiben ezek anyaga változatos tarkaságban keveredett az áthalmazott vulkanitok, főképpen piroklasztitok anyagával, de helyet kapott itt a biogén eredetű üledékképződés is (diatomit, diatómaföld).



*7.kép Gejzirek, mint a vulkáni utóműködés jelei  
(<http://www.meteoprog.hu/hu/news/22706/>)*

Tokaj-Hegyalja legfiatalabb vulkanikus képződményei azok a savanyú riolit dómok és lávaárak, melyek az abújszántói Sátor-hegyet, Somos- és Krakó-hegyet alkotják.

A vulkánok építő és az időjárás pusztító hatása egyidejűleg jelentkezett. A lepusztulási termékek a hegység medencéiben (pl. Erdőbénye) vagy azok peremén több helyről (Cekeháza, Mád), de a tetőkön is (Mád: Birsalmás, Kuklya, Úrágya) fellelhetőek, ahol hidrotermálisan öszszecementálva ellenálltak az erózióknak. A lepusztulástermék anyaga

minden esetben homok, mogyoró-dió nagyságú riolittufa kavics, de az ököl nagyságot soha nem éri el. Ezt az anyagot több helyen limnokvarcit fedi, amelyből szubtrópusi éghajlatot jelző növénymaradványok kerültek elő (Andreánszky 1959).

A vulkáni kőzetek differenciáltsága a lepusztulás különbözőségét és a többi vulkáni hegységünktől eltérő, rendkívül gazdag formakincset eredményezett, ami végül a hegység egyéni arculatában, egyéni jellegében tükröződik.



## PLIOCÉN (5,3-1,8 MILLIÓ ÉVE)

A pliocénban néhány peremi vulkáni előfordulás a vulkáni tevékenység végét jelzi. A miocén közepén-végén megindult vulkáni utóműködés hidrotermái, gejzírje szintén a pliocénban haltak el véglegesen. A Pannon-tenger már csak a hegység Ny-i pereméig nyomult, míg a hegység területén szárazföldi lepusztulás folyt. A lepusztulás hatására létrejött lépcsős felszíneket elsősorban a hegység peremén figyelhetünk meg. Magasságuk 250–350 m. A lépcsők általában keskenyek, de Mád környékén, a Szerencsi-dombságban és Károlyfalvától ÉNy-ra több km szélességet is elérnek. Nagyobb kiterjedésük mindig riolittufához kötődik (Pinczés 1969).

## PLEISZTOCÉN (1,8-0,01 MILLIÓ ÉVE)

A pleisztocén során jelentős változás következett be a klímában, ami a Tokaji-hegység térszínformálódásában is megmutatkozott (8. kép). A hegység megemelkedése következtében a patakok mélyen (kb. 100–120 m-re) bevágódtak, és szűk völgyek alakultak ki völgytágulatokkal és szurdokokkal. A hegyeink 2-300 métert emelkedtek. A régi pliocén völgysíkok ma a patakok völgye fölött függnék. A pleisztocénban ezen a fiatalabb felszínen történt meg a völgyek kialakulása. A vulkáni kőzetek felszínén mállás útján nyirok, míg a szálló por leülepedése során tájképileg is meghatározó lösz keletkezett.



8. kép A Tokaji-hegység a jégkorszak hideg periódusában ilyen képet mutathatott  
<http://www.teriakinphotography.com/portfolios/mongolia/>

## HOLOCÉN (10.000-TŐL NAPJAINKIG)

A területen a holocénban már megjelent az ember. Kezdetben a legeltetés, erdőirtás, majd ezer éve pedig a szőlőművelés megjelenése határozza meg a tájat. A legújabb geológiai képződmények az aszóvölgyek. Ezek a holocén folyamán jöttek létre. Keletkezésüknél minden esetben megfi-

gyelhető az emberi tevékenység nyoma. A legnagyobb aszók a Tokaji-hegy löszén, a Mondoha- és a Tolcsva-hegyen keletkeztek. Mélységük több métert is elér. Egy részük löszmélyútból átalakult (9. kép). Hasonló aszók vannak a Bodrogkeresztúri-félmedencében is (Martonné Erdős K. 1981). Kisebb árkok szinte minden község határában kialakultak a legeltetés következményeként.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásként elmondható, hogy Tokaj-Hegyalja mai képét az elmúlt 5-15 millió évben lezajlott vulkanikus tevékenység, majd az azt követező erózió, illetve az elmúlt mintegy 2 millió évben bekövetkezett löszlerakódás és további erózió határozták meg. Az emberi tevékenységnek köszönhető az a ma is látható kultúrtáj, ami miatt az UNESCO Tokaj-Hegyalját Világörökségi Kultúrtájává nyilvánította.

A Borvidék legalacsonyabb és legmagasabb pont-

ja is Tokajban van. A tokaji Nagy-hegy csúcsa 516 méter, míg ettől mindössze 4,3 km-re a halastavaknál van a legalacsonyabb pont, 91 méterrel a tenger szintje fölött. Belegondolhatunk, hogy lábunk alatt, a maximum pár méteres talajszint alatt 10-15 millió éves vulkáni tufa és kiömlési kőzet található mintegy 2000 méteres vastagságban, ami alatt pedig olyan idős mészkőaljazat található, amely 150-200 millió évvel ezelőtt képződött. Az egész tetején pedig ott az a parányi ember, aki mindezt a boron keresztül az egész világnak szeretné elmesélni!



9. kép Mélyút Tokajban

(<http://www.geocaching.hu/caches.geo?id=4413>)

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönöm Dr. Csámer Árpádnak, a Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék adjunktusának hogy átnézte a kéziratomat, és hasznos tanácsaival segített.

## IRODALOM

- Andreánszky, G. 1959. Sarmatische Flora von Ungarn. – Akadémiai Kiadó, Bp.
- Gyarmati P., Szepesi J. 2007. Fejlődéstörténet, földtani felépítés, földtani értékek. In: Baráz Cs., Kiss G. (szerk.) A Zempléni Tájvédelmi Körzet. Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 15-44.
- Martonné Erdős K. 1981. Az eróziós árkok lepusztulási formái és szerepük a jelenkori felszínfejlődésben a Bodrogkeresztúri-félmedencepéldáján. – Acta Geogr. Debrecina 1979–1980. 18–19. pp. 49–79.
- PANTÓ G. 1966. Magyarászó Magyarország 1:200 000-es földtani térképsorozatához. – M-34- XXXIV. Sátoraljaúj hely
- Pantó G. 1966. A Tokaji-Szalánci-hegység és a Zempléni Dombvidék földtani megismeréséről. Földtani Közlöny, XCVI./2: 143-154.
- Pinczés Z. 1960a. A Zempléni-hegység déli részének természeti földrajza (The physical geography of the southern part of the Zemplén Mountains). – Kandidátusi disszertáció, Debrecen I–II. 264 p.
- Pinczés Z. 1960b. A tönkösödés kérdése a Zempléni-hegység déli részén (Zur Frage der Rumpfbildung auf der Südseite des „Zempléni“ Gebirges). – Földr. Ért. 9. 4. pp. 453–477.
- Pinczés, Z. 1969. Tertiary surfaces of the Tokaj (Zemplén) Mountains. – Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, Vol. III. Kraków. pp. 3–16.
- Pinczés Z. 1998. A Tokaji-hegység geomorfológiai nagyformái. Földrajzi Értesítő XLVII/3: 379–393.
- Rozlozsnik P. 1931. A Tokaj-Hegyalja délnyugati részének földtani viszonyai. – MÁFI Adattár, Bp.



## ÉLESZTŐ AKTIVITÁS EXTRÉM KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT, ÉLET AZ ESSZENCIÁKBAN

*Kállai Zoltán<sup>1</sup>, Mitercsák Judit<sup>2</sup>, Domokos Apolka<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Tokaj Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Nonprofit Kft.*

*<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Genetikai és Alkalmazott Mikrobiológiai Tanszék*

A Tokaji Borvidéken készülő esszencia a világ legédesebb természetes bora. A szőlőn a nemesrothadás során kialakulnak az aszúszemek, amiket a fűrtökről egyesével válogatnak le. Az aszúszemek tárolásakor magától kicsepegő, rendkívül magas cukor-, alacsony alkoholtartalmú, igen drága ital az esszencia. Ezt említi nektárként a Himnuszunk is. Az esszenciaegy olyan borkategória, melynek jogszabályban is meghatározott analitikai kritériumai extrém életkörülményeket teremtenek az erjesztésben részt vevő mikroorganizmusok számára. Az egyik ilyen meghatározó szélsőséges körülmény a cukortartalom, melynek már minimális értéke is igen magas, 450g/l.

Az esszencia fizikai, kémiai és biológiai jellemzői olyan speciális körülményt alakítanak ki, amihez csak kevés élesztő tud adaptálódni, ezért az erjesztésében és érlelésében részt vevő élesztők jelentősen eltérnek a normál összetételű mustokat erjesztőktől. Ennek az élesztőpopulációnak a megismerése nagyon fontos, hogy megértsük az esszenciák erjedését.

Munkánk során esszenciákat vizsgáltunk, hogy megismerjük, milyen élesztőfajokat tudunk kimutatni belőlük, illetve van-e időbeli változása az esszenciákat erjesztő és érlelő élesztőpopulációnak (1.kép). Továbbá célunk volt az esszenciákból izolált romlást okozó mikroorganizmusokként ismert élesztők szerepének a tisztázása.



*1.kép Az esszencia tárolása érlelés idején*

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS:

A non-Saccharomyces fajoknak, nagy szerepe van az aszúborok kiejtésében, főként a hagyományos, spontán erjedés során (Bene 2004, Magyar 2010, Sipiczki 2006). Általában *Kloeckeraapiculata*/*Hanseniasporauvarum*, *Candida stellata*, *Candida zemplinina*, *Zygosaccharomyces* sp. és *Torulaspóra* sp. fordulnak elő a botritizált szőlőszemekben. A szürkepenész fertőzése során társuló, és az egyes technológiai lépések során munkaeszközökről mustba kerülő mikroorganizmusok (fonalas gombák, élesztők, baktériumok) mind kihatással vannak a készülő termékre azáltal, hogy metabolizmusuk során különböző anyagokat juttatnak a borba. A spontán erjedésben szerepet játszó borelesztő populációkra nagyfokú heterogenitás jellemző. A fermentáció kezdeti élesztőbiotája az aszúszemek élesztői. Az egyes fajok, a fokozatosan megváltozó életfeltételekhez alkalmazkodva, egymással versenyezve váltják egymást, szelektálódnak.

A szőlőbogyó felületén ~105 sejt/g élesztő található, melyből a *Saccharomyces cerevisiae* jelenléte elenyésző (~50 sejt/g). Ez azért van így, mert egyrészt a *Botrytis cinerea* glükóz preferenciája gátolja a többnyire glükofil *Saccharomyces* törzset, másrészt pedig a szürkepenész fungisztikus metabolitokat is termel (botryticin, botridial, norbotryal acetát, botrilakton) (Magyar 2010, Sipiczki és tsai. 2010). Azonban ha borban és nem mustban áztatják az aszúszemeket, úgy a *Saccharomyces* fajok kezdettől dominálhatnak.

A mustban/borban uralkodó környezeti tényezők (ozmózisnyomás, alkoholtartalom, SO<sub>2</sub>, hőmérséklet, glükóz-fruktóz arány, romlást okozó fajok, borászati beavatkozások) meghatározóak abból a szempontból, hogy mely fajok lesznek képesek adaptálódni, túlélni, növekedni. A magas ozmózisnyomás az egyik olyan körülmény, amelynek az élő szervezetek a legkevésbé képesek ellenállni. A sejt citoplazmája és az extracelluláris tér ozmózisnyomásának azonosnak kell lennie, ellenkező esetben vagy hipotónia, vagy hipertónia lép fel, el-

pusztítva a sejtet. Mikroorganizmusok esetében ezt a szélsőséges környezetet biztosítják a különböző gyanták, aszalt gyümölcsök, mézek, lekvárok, az aszúborok és más magas cukortartamú folyadékok, vagy folyadék-szerű közegek (Deák és tsai. 2006).

Másrészt viszont magasan ozmotoleráns élesztők között jótékony, illetve káros anyagokat termelő fajok is előfordulhatnak. Egyes mustokban, borokban is előforduló ozmotoleráns nemzetségekről, fajokról azt találták, hogy élelmiszerek romlását okozhatják. A leggyakoribb romlást okozóként a következőket említik: *Dekkera bruxellensis*, *D. naardenensis*, *S. cerevisiae*, *S. bayanus*, *S. exiguus*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zyg. bisporus*, *Zyg. microellipsoides*, *Zyg. rouxii*, *Torulaspóra delbrueckii*. Sokuk az ozmotolerancián kívül rendelkezik tartósítószer rezisztenciával és hidegtűréssel is, mint pl. *Zyg. lentus*, amely hűtött gyümölcslevek romlását okozhatja (Deák és tsai. 2006).

Tokaji botritiszes borokból a közelmúltban, a különböző fermentációs fázisokban a következő élesztőket izolálták:

A fermentáció korai szakaszában előfordulók: *Aureobasidium*, *Metschnikowia*, *Rhodosporidium*, *Rhodotorula*, *Hanseniaspora*, *Cryptococcus* nemzetségekből, valamint *Candida zemplinina*, *Candida stellata* fajok.

A fermentáció fő szakasza alatt: *Candida zemplinina*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarum* és különböző *Saccharomyces* interspecifikus hibridek voltak kimutathatók.

Ugyanebben a fázisban az esszenciában a következő fajokat detektálták: *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouxi*, *Candida zemplinina*, *Candida lactis-condensi*, *Saccharomyces uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Az erjedés végső fázisában *Saccharomyces cerevisiae racecapensis* és *S. cerevisiae raceaceti* voltak nagyobb számban (Sipiczki és tsai. 2010.).



A non-Saccharomyces élesztőket régebben inkább romlási folyamatokkal hozták összefüggésbe, különböző környezeti stresszre érzékenyek és alacsony fermentációs hatékonyságúaknak jellemezték. Habár elsődleges fermentációt végző élesztőként *Saccharomyces cerevisiae* és *S. uvarum* többségi jelenléte kívánatos, ma már egyértelmű, hogy a nem ehhez a nemzetséghez tartozó élesztőgombák sokáig képesek az erjedés alatt életben maradni, hozzájárulva a bor minőségéhez. Bizonyos fajok kimondottan kedvező tulajdonságúak, mint például a fruktózt preferáló vadélesztők a *Candida zemplinina* és *Candida stellata* fajok, melyek akár meg is fordíthatják egy aszú glükóz/fruktóz arányát (Bene 2004, Magyar 2010). Ez azért fontos, mert a botritizáltság mértékétől függően akár 60-70 %-os cukor koncentráció is kialakulhat, ami az erjedés alatt drasztikusan csökkenti az élesztők növekedését és a fermentációs aktivitásukat. Sokszor előfordul, hogy jóval több glükóz metabolizálódik, mint fruktóz, ami a fruktóz/glükóz arány eltolódásához vezet, ami gátolni fogja a *Saccharomyces*-ek aktivitását.

## MÓDSZER

Három borászatból származó öt esszencia mintát vizsgáltunk, melyek cukor és sav tartalmát megmértük (1.táblázat). A mintákból hígítási sort készítettünk, amit komplett táptalajra szélesztettünk. A kinőtt telepekből random izoláltunk mintánként száz darabot. Az izolátumokat eltérő szénforrást tartalmazó táptalajokra replikáztuk. Ezáltal az eltérő asszimilációs képességekkel rendelkező izolátumokat csoportosítani tudtuk. A csoportok tagjaiból választottuk ki azokat a reprezentatív törzseket, amelyekkel a molekuláris taxonómiai vizsgálatokat elvégeztük. Ahhoz, hogy a törzsek rendszertani azonosítását megfelelő pontossággal végezzük, mind klasszikus faj meghatározási módszereket, mind molekuláris genetikai eszközöket felhasználtunk. Azért, hogy kiküszöböljük a konvencionális vizsgálatok korlátait, a molekuláris genetikai módszerek közül a biztos fajmeghatározásra alkalmas, bizonyos génszakaszok szekvencia elemzését választottuk.

**1.táblázat A vizsgálatba vont esszenciák cukor és savtartalma**

Minta	cukor (g/l)	sav (g/l)
A - 2012	462	8,67
B - 2013	636	8,8
C - 2000	810	10,81
D - 2013	660	12,46
E - 2013	675	11,46

## EREDMÉNYEK

„A” minta 2012:

A száz darab izolátum nagyfokú hasonlóságot mutatott, azonban közülük a 49-es sor-

számú, szinte minden asszimilációs paraméter esetén és telep- illetve sejtmorfológiában is eltért. Ez a különbség a PCR reakció termékeinek gélelektroforézise után is feltűnt. Az azonos tulajdonságot mutató izolátumok egytől-egyig a *Candida lactis-condensi* fajhoz tartoznak.

A 49-es izolátumunk egy *Candida patagonica*. Azonban mivel a száz mintából csak egyszer fordult elő, nagy valószínűséggel a pince faláról, vagy valamilyen felületről kerülhetett a mintába. Ezt megerősíti az az irodalmi adat, miszerint először egy észak-Patagoniai pince faláról izolálva írták le a fajt (Sangorrín et al. 2007). A *Candida lactis-condensi* egy hiperglükofil élesztő. Magas cukorkoncentrációjú és sótartalmútermékek romlását okozó élesztőként említik. Gyakran izolálják üdítőitalt gyártó cégek cukortartályaiból, amit erősen ozmotoleráns tulajdonsága magyaráz.

#### „B” minta 2013:

Az izolátumok asszimilációs képességében árnyalatnyi különbségek voltak megfigyelhetők, a sejtmorfológiájuk azonos volt. A szekvenca elemzés eredménye alapján elmondhatjuk, hogy az izolátumaink 100%-ban a *Candida lactis-condensi* fajhoz tartoznak.

#### „C” minta 2000:

A sejtmorfológia alapján feltételeztük, hogy nagy valószínűséggel egy domináló élesztőfajtalálható a mintában, az asszimilációs képesség vizsgálata mivel némi diverzitást mutatott, így húsz törzset választottunk ki a molekuláris vizsgálatokhoz. A szekvenciáink BLAST analízise 100%-os hasonlóságot mutatott *Zygosaccharomyces mellis* izolátumok szekvenciáival. A *Z. meillis* ozmotoleráns tulajdonságával tűnik ki az élesztők közül. Kísérletekkel bizonyították, hogy sokkal jobban tolerálja a környezetben hirtelen kialakult hiperozmotikus sokkot, mint például a *Saccharomyces cerevisiae*. Ehhez a környezethez úgy alkalmazkodik, hogy a vakuólumai összezsugorodnak, azonban sokkal kisebb mértékű lesz a vízleadás, mint a *S. cerevisiae* esetén, ami az ozmotoleráns fajoknál kialakult sokkal rigidebb sejtfalon keresztül történik (Vindeløv, Arneborg 2002).

#### „D” minta 2013:

A mintában a *Candida lactis-condensi* és a *Zygosaccharomyces rouxii* majdnem egyenlő arányban volt kimutatható.

A *Z. rouxii*-t sűrített mustok utóerjesztésekor izolálnak, de előkelő szerepet tölt be a borok biológiai instabilitásában. Az iparban alkalmazzák balzsamecet és szója szósz előállítására. Az erős savas környezet és magas cukorkoncentrációt nem csak hogy tolerálja, ilyen feltételek mellett képes nőni is. Jól tűri a magas hőmérsékletet és a magas NaCl koncentrációt. A *Z. rouxii* is a fruktofil élesztők közé tartozik.

#### „E” minta 2013:

A	vizsgálatok	eredménye	alap-
ján	csak	<i>Zygosaccharomyces</i>	<i>rouxii</i>
élesztőfajt	találtunk	a	mintában.

#### Összefoglalás

A vizsgálat során meghatároztuk a minták borászati analitikai paramétereit, hogy megismerjük az esszenciák összetételét, amiből következtethetünk, hogy mi lehet az elsődleges limitáló tényező az általunk vizsgált mikroorganizmusok számára. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a 2013-as mintáinkban a cukorkoncentrációk majdnem azonosak, 636-675g/l között mértük őket. Illetve a 2012-es minta 462 g/l cukortartalma sem tért el nagyságrendekkel az előzőektől. Ebből a szempontból és az esszenciák készítésének idejét tekintve ezek a minták hasonlóan nevezhetők. Ezekkel a megállapításokkal az eredményeink is korreláltak. Mindkét évben ugyanazokat fajokat azonosítottuk: a *Zygosaccharomyces rouxii*-t és a *Candida lactis-condensi*-t. A kérdést, hogy ezek a fajok ehhez az ozmotikus körülményhez (460-675g/l cukortartalom) adaptálódtak, vagy az esszenciák két-három éves érlelésekkor ők a dominánsak, csak újabb minták elemzésével tudnánk megválaszolni. A 2000-ben készült esszencia tartalmazza a legtöbb cukrot (810g/l) a vizsgált minták közül, ami azt is jelenti, hogy ehhez a leginkább ozmotoleráns fajok tudtak adaptálódni. Itt a *Zygosaccharomyces mellis* fajhoz hasonlítanak leginkább az izolátumaink, ami irodalom alapján is magas cukortoleráns tulajdonságával tűnik ki.



Összességében elmondhatjuk, hogy az analitikai paraméterek által kialakított körülmények meghatározták, mely élesztők végzik a cukor alkohollá történő átalakítását, illetve az esszencia érlelését. Az izolált élesztők fruktofil tulajdonsággal rendelkeznek. Azonban azt sem zárhatjuk ki, hogy az idő elteltével változhatott az éppen jelenlévő mikroorganizmus populáció összetétele. A vizsgálatokat megelőző kutatások alapján egy sokkal diverzebb élesztő mikroflóra azonosításában reménykedtünk, azonban nem szabad azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy egyes minták már a 15 éves kort is elérték, tehát előfordulhat, hogy ez időalatt bizonyos élesztők már kipusztulhattak.

Az általunk vizsgáltesszenciákban az erő-

sen ozmotoleráns fajok domináltak, mint a *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomyces bailii*, és a *Candida lactis-condensi*. Köztudott tulajdonságuk, hogy ételek és italok romlásában legnagyobb szerepet játszó mikroorganizmusokkal van dolgunk. Szerepük az esszenciák erjesztésében és érlelésében azonban valószínűleg nem nevezhető egyértelműen káros folyamatnak. Az általuk létrehozott anyagcseretermékeken és azok degradálásán keresztül jelenik meg egy igazán komplex íz- és aromavilág. Továbbá a *Botrytis-szel* fertőzött szőlők esetén a változatos élesztőpopuláció létrejöttének okozójaként is őket tartják számon. Eredményeink által bepillantást nyerhettünk az esszenciák mostoha ozmotikus stresszének is ellenálló élesztők világába.

## IRODALOM

- Bene Zs. 2004. Aszúbogyók élesztő-, és penészbiotájának tanulmányozása Tokaj-hegyalján. Doktori értekezés. Budapest
- Deák T., Kiskó G., Maráz A., Mohácsiné F. Cs. 2006. *Élelmiszermikrobiológia*. Digitális Tankönyvtár.
- Jannik és Nils 2002.
- Magyar I. 2010. Borászati mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Sangorrín MP, Lopes CA, Belloch C, Querola, Caballero AC. 2007. *Candidapatagonica* sp. nov., a new species of yeast from cellar surfaces. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 92:77-81

- Sipiczki M. 2006. *Metschnikowia* Strains Isolated from Botrytized Grapes Antagonize Fungal and Bacterial Growth by Iron Depletion. *Applied and Environmental Microbiology*. 72: 6716-24.
- Sipiczki M., Csoma H., Antunovics Zs., Walter P. 2010. Biodiversity in yeast populations associated with botrytized winemaking. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 60: 387-394.
- Vindeløv J., Arneborg N.. 2002. *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces mellis* exhibit different hyperosmotic shock responses. *Yeast*, 19: 429-439.



## 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.

