

VULKÁNI TUFÁ VIZSGÁLATOK A MECSEKHEGYSÉG ÉSZAKKELETI RÉSZÉN

PÁLFAI, VY ISTVÁN — VÉGH SÁNDOR*

(VI. táblával)

Összefoglalás: A dolgozat a Mecsek hegység északkeleti részének középsőmiocén rétegösszletében levő tufarétegek közettani, vegyi és ősnövénytani vizsgálata alapján a keletkezési viszonyokat foglalja össze.

Az eredmények szerint az eddig dácittufának említett rétegek riolit vagy riolit-dácit kőzetfajtának minősülnek. Az alsóhelvétí tufa durvaszemű, viszonylag tiszta anyagú, míg a helvétí emelet magasabb szintjeiben és a tortonai emeletben általában eléggé finomszemű, agyagos, homokos tufit gyakran tartalmaz ősnövényi maradványokat is. Ezek között kezdetben nedves térszíni, később száraz térszíni, szubtrópusi elemek uralkodnak. A felsőhelvétiben az említett flóraclemek kimaradása, illetve gyérülése mellett már jórészt mérsékelt égövi lombhullató fák találhatók.

A tufa- és tufitrétegek rétegzonosításra, szerkezeti elmozdulások kimutatására nagy változékonyságuk és kiékelődő, lencses településük miatt nem alkalmasak.

A mecseki miocén vulkáni tufák részletes vizsgálatára mindezekig nem fordítottak kellő figyelmet. Különböző szerzők ugyanazt a kőzetet egyszer riolitiként, máskor dácitként említették, míg végül a dácittufa elnevezés vált általánosan elfogadottá. Hasonlóan megoszlanak a vélemények a tufarétegek szintjelző értékére vonatkozóan is.

A tufák részletes vizsgálatától a földtani térképezés több kérdésének megoldása várható. Ezért az elmúlt két év során megvizsgáltuk Nagymányok, Váralja, Szászvár, Magyarereggy és részben Komló környékének tufarétegeit és tufás képződményeit. Vizsgálataink a vulkáni tufák pontos közettani meghatározását, kőzetjellegeik szerint, esetleges határozott rétegtani szintszerűségét fauna vagy flóra alapján, végül az általános üledékképződési viszonyok megállapítását célozták. Közettani, ősnövénytani vizsgálattal, vegyi elemzések felhasználásával, valamint a települési viszonyok megfigyelésével igyekeztünk a fenti kérdéseket tisztázni.

A vizsgálatokból kitűnt, hogy az említett területen a tiszta, idegen ásványt nem tartalmazó kristálytufa viszonylag kevés. A legnagyobbbrészt vízben leülepedett vulkáni anyag több-kevesebb más üledékes anyaggal keveredett, tufitnak minősül. Részletesen csak azokat a kőzeteket vizsgáltuk, amelyeknek anyaga túlsúlyban vulkáni eredésűnek bizonyult.

A közel ötven feltárásból származó minták nagyobb részében növénylenyomatok voltak. Részletes mikroszkópos vizsgálatra csak a kőzetek egy része volt alkalmas. A kiegészítő teljes kémiai elemzéseket B a r a b á s L_g-né, a részleges elemzéseket S o h a I.-né végezte.

A vizsgált kőzeteket az alábbiakban rétegtani sorrendben tárgyaljuk.

Helvétí emeletbeli tufás rétegek

A helvétí édesvízi törmelékes rétegsor alsó részének legnagyobb tufafeltárása Váralja község déli végén, a Váraljahegy nyugati oldalán van. Ennek az alsóhelvétí durva konglomerátum fedőjében feltárt tufarétegnek vastagságát W e i n Gy. [9] mint-

* A kézirat beérkezésének ideje: 1956. szept. 19.

egy tíz méternek veszi. Anyaga szürkésfehér, eléggé kemény, uralkodóan 0,01—0,8 mm szemmagyságú kőzet, szabad szemmel is jól látható 0,2—1,8 mm-es biotitlemezkekkel. Kevésbé feltűnő a földpát és a kvarc. Mikroszkópos vékonycsiszolati képében jellegzetes az ikerlemezes, andezin-labradorit közötti plagioklász, a többnyire szilánkos, néhány szemcséjében zárványos kvarc, valamint az erősen bomlott, rozsdabarna, pleokróos, hatszöges biotit. Mellettük még kevés áttetsző, táblás *s z a n i d i n*, limonit, kalcit és muszkovit lényeges. Ez utóbbi valószínűleg hozzákeveredésből származik. A kőzet alapanyaga üveges, sok horzsakővel, perlittelemmel és a tufára jellemző combsont-szerű alakulattal.

Hasonló anyagú jelentősebb feltárás a váraljai ventillátor-ház közelében, laza biotitos tufa és a Kővágóoldalban kavicsos-homokos-tarka agyagos rétegek és trachidolerit konglomerátum között, szerkezeti öv mentén, több méter vastag tufa.

A Váraljahegy keleti oldalán anizisi dolomitos mészkő rétegei közé ékelődve ugyancsak biotitos tufa található. Ez *B a l o g h K.* [1] szerint egészen a nagymányoki mészkőtető harmadik harántvágatáig húzódik. *B a l o g h K.* szerint meghatározatlan korú „tavakkal borított szárazföldi térszínen” települt, helyenként meszes csomókat tartalmazó, laza tufának az anyagában *M a u r i t z B.* ugyancsak szanidint talált, ezért ő az irodalomban eddig dácittufának ismert kőzetet riolitufának minősítette.

Hasonló alsóhelvétii durvaszemű tufa található Szászvár mellett is, a Csizsártető 351-es magassági pontja közelében. Anyagában az 1—4 mm nagyságú biotit, földpát és kvarcsemmekék szabad szemmel is láthatók. Ásványai: plagioklász (andezin), *s z a n i d i n*, biotit és kevés limonit, muszkovit. Az andezin ikerlemezekre merőleges (001) lapján 8° kioltás mérhető; néhány kristálya befelé növekvő kioltási szögű bázisosabb magot foglal magába, egyik-másik zárványos is. A többnyire xenomorfi vagy hipidiomorfi kvarcsemmekék gyakran szintén zárványosak, egyes szemcsék rezorbeáltak. A biotit itt is erősen átalakult. Az alapanyag jórészt üvegből, a riolitokra jellemző perlitből és horzsakőből áll. A kőzetben általában több üveg van, mint a váraljaiban. A Csizsártető déli részének tufafeltárása helyenként erősen bentonitosodott.

Az eddigiekben tárgyalt alsóhelvétii tufarétegek anyaga durvaszeműségénél fogva vékonycsiszolati vizsgálatra alkalmasabb, mint a fiatalabb szórt anyag. Nagyon jellemző a szürkésfehér, fehér kőzet szövétében a makroszkópos biotit. Padjai több méteres vastagságúak, többnyire rétegezetlenek. Legnagyobb részét eredeti vulkáni anyagból állnak, itt-ott kevés epigenetikusan kalcitot, néhol meszes csomókat, szalagokat tartalmaznak. Az egyvé üledékes anyagú keveredés átlagban legfeljebb néhány százalék, ezért még tufának tekinthető. (A tufa — tufit — tufás kőzet megjelölésnél a vulkáni szórt törmelékanyagok más üledékes ásványi eredésű elegyrészekkel való keveredése arányát mennyiségi százalék szerinti megkülönböztetéssel még nem tudjuk elhatárolni. Az eddigi gyakorlat azonban lényegtelen mennyiségű hozzákeveredés esetében még a tufa elnevezést használja.) Növényi levélmaradványokat ezekből az alsóhelvétii tufafeltárásokból nem ismerünk. Az ásványtani és kémiai elemzések alapján a kőzetek *riolitufának* tekinthetők (1. táblázat, 1., 2., 3.).

A helvétii rétegsor magasabb tagjainak vizsgált közbetelepülései az alsóhelvétii riolitufánál jóval kevertebb anyagúak. A középsőhelvétii rétegekben van még néhány helyen biotitos, durvaszemű tufás homok.

A nagymányoki Melegoldal és a térképen „Rabenschwanz” néven jelölt árokban több helyen méteres vastagságú bentonitrétegek vannak, melyek a tufa nagyfokú elbomlását mutatják. A viszonylag legtisztább anyagú tufit feltárás a Melegoldal középsőhelvétii halpikkelyes agygrétegei között van. Ez már jóval finomabb szemű, 0,02—0,03 mm-es uralkodó szemmagyságú, világosszürke, agyagos tufit. Néhol növénytörmelék, illetve növénylenyomat. Ásványai nagyon mállottak, főleg a földpát és a biotit. Vastagsága körülbelül 60 cm. Települése lencsés. Vulkáni ásványanyaga bemosott lehet.

A középsőhelvétii emelettől kezdve Magyarereggy környéke különösen gazdag tufás képződményekben. Ezek nagy része csak vulkáni ásványanyagot tartalmazó agyag, márga, homok és homokkő.

A Csigadűlőben található homokos, biotitos tufit és tufás homokkő középsőhelvétinek tekinthető. Ennek a szintnek felelhet meg a Ruzsatótőre vezető út homokos, biotitos, mállott tufitrétege, alsó részében növényi törmelékekkel.

A terület legjelentősebb tufitfeltárása az Almáspatak völgyében látható 3—5 méter vastag, világosszürke, aprőszemű, kemény, nem meszes kőzet, melynek felső padjaiban apró biotitlemezkek vannak. A kőzet mikroszkópos vékonycsiszolati képében 0,02—0,07 mm-es, erősen mállott plagioklász, biotit- és kvarcszemcsék láthatók, főként üvegből álló finomabb anyagban.

Fbben a rétegben növénymaradványokat és pollent találunk. Megkülönböztethető két szint különböző flóraelemekkel. Az alsó padok növényi maradványai *Magnolia*, *Laurus*, *Cinnamomophyllum* (VI. tábla, 6), *Myrica*, *Populus*, *Liquidambar*, *Pterocarya* (VI. tábla, 2, 4, 5), *Carya*, *Engelhardtia* fajokkal szubtrópusi jellegű nedves árterületre utalnak. A felső padok növényegyüttese a nedvességkedvelő *Liquidambar*, *Parrotia* (VI. tábla, 8), *Carya* mellett *Juglans*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Celtis* (VI. tábla, 3, 1, 7) és *Cornus* fajokkal az előzőnél hűvösebb, szárazabb éghajlatot, illetve mikroklimát jelez. A táblán ábrázolt *Celtis occidentalis miocaenica* új fajnak bizonyult. Az ősi ostorfa levele a *Celtis occidentalis* L. faj leveleivel egyezik. Rendszertani leírása a Geol. Hung. ser. palaeontologica 1957. évi számában jelenik meg.

A felsőhelvétii emeletben sorolható a Farkasordítóárok, Csigadűlő slír alatti tufit rétegsorozata. Szürke és zöld színárnyalataiban változó (nedvesen sötétszürke vagy sötétzöld). Nagyrésze körömmel jól véshető, lágy, tömött, finomszemcsés, kevés, néhol nagyon bomlott, nagyobb kristállal. Ikerlemezes, savanyú plagioklász, hipidiomorfi és xenomorfi kvarc és biotit ismerhető fel, több-kevesebb limonit és üveg kíséretében. Két mintában néhány szem glaukonit is volt. Legtisztább rétegéből vett minta teljes kémiai elemzését I. 1. táblázat 4. elemzés.

Savanyúsági foka tehát kisebb, mint az alsóhelvétii tufáké. Ez nem elég azonban a kőzettípus meghatározására, mivel az ásványos elegyrészek kevertségi fokát finomszemű volta miatt megállapítani hozzávetőlegesen sem lehet.

A slír alatti felsőhelvétii tufit flóraelemeket nem tartalmaz, de gyakoriak benne a rossz megtartású tengeri puhatestű maradványok (*Tellina*, *Psammobia*, *Cardium*, *Nassa*).

Általánosságban megállapítható, hogy a középsőhelvétii szárazföldi tufitokban helyenként gyakoriak a levélmaradványok, míg az alsóhelvétii szárazföldi tufákból és a felsőhelvétii, több helyen tengeri tufitokból eddig ilyen maradványok nem kerültek elő. Ezzel szemben a tufák és tufitok kíséretében levő agyag, agyagmárga, meszes homokkő, tufás agyag, tufás márga rétegekben az emelet minden szintjéből ismerünk növénymaradványokat.

Az emelet alsó részében mocsári flóratípus uralkodik (*Nyssa*, *Taxodium*, *Cinnamomum*, *Liquidambar*), a középsőhelvétii egy nedvességkedvelő (*Glyptostrobus*, *Myrica*, *Cinnamomum*) és egy magasabb térszíni, szárazabb szubtrópusi flóratípus (*Leguminosae*, *Myrsinaceae*, *Sapotaceae*) jelenik meg több trópusi elemmel (*Dillenia*, *Ficus*, *Tetrastigmaphyllum*, *Apocynophyllum*, *Sabal*). A Farkasordítóárok középsőfelsőhelvétii halpikkelyes agyagjában a középső rész egyes rétegeiben csökkentsővízi kovamoszatokat is találunk. A felsőhelvétii az ismertetett flóraelemek kimaradása, illetve gyérülése mellett mérsékelt égövi lombhullató fák vannak többségben.

Míndezek igazolják, hogy a helvétí vulkáni törmelékanyag általában szárazföldi, tavi-mocsári térszínre hullott.

Tortónai tufás rétegek

Magyaregryen a felsőhelvétí tengeri molluszkumos, tufitos rétegek a tortónai emeletben folytatódnak.

A Leánykői völgy keleti oldalágában, a helvétí-tortónai rétegsor között észlelhető triász dolomitpikkely mentén világosszürke, gyengén meszes, apró biotitszemcsés tufitot találunk, amelynek 0,06—0,13 mm ásványszemcséi közt gyakori a kerek, sejtjes szerkezetű, zöld glaukonit (1—3 %).

A Csigadűlőben, a lajtamészko sorozatban is vannak homokos-agyagos, biotitos tufitrétegek.

Érdekes helyzetű középsőtortónai tufa van Komlón a régi pécsi műút kanyarjában. Erről összefoglaló munkájában Vadasz E. [6] is megemlékezik. Tömött, szürkésfehér színű, túlnyomóan 0,2 mm-nél kisebb szemnagyságú, néhol kemény, máshol lazább kőzet. Néhány méteres átlagvastagságú kieléződő lencse formájában települ. Teljes kémiai elemzését az 1. táblázat 5. elemzés mutatja.

Az alsóhelvétí kőzetektől egészen elütő típusiak. Általában jóval finomabb szeműek, sötétebb színárnyalatúak és több hozzákeveredett anyagot tartalmaznak, gyakori puhatestű faunaelemekkel. Vékonycsiszolatban többnyire nehezen vizsgálhatók. Vastagságuk néhány centiméter és tíz-tizenöt méter között változik. Településük lencsés, legtöbbször kieléződő. A kőzet jellemző tulajdonságai még egy-egy lencsén belül is változhatnak.

Vizsgálatainkat összefoglalva azt találjuk, hogy a vizsgált területrészek vulkáni eredésű üledékeinek nagyobb része tufit. Ezenkívül sok kőzetben kimutatható vulkáni anyag, részben szóit, részben bemosott alakban. Ezek azonban már sem tufának, sem tufitnak nem tekinthetők.

A tufa- és a tufitrétegek megjelenése két fő szintben mutatkozik. Az alsóhelvétí, vékonycsiszolatban mikroszkóposan is jól vizsgálható riolit tufa szintjére a durva szemnagyság, a viszonylag kevés más üledékes anyagú hozzákeveredés, gyakran a szürkésfehér—fehér szín és a szabad szemmel látható biotit jellemző. A fiatalabb helvétí és a tortónai már inkább tufit, finomabb szemű, általában vegyesebb anyagú, többnyire

A Váralja—Szászvár—Magyaregry—Komló környéki tufák és tufitok teljes vegyelemzési adatai

1. táblázat

Mintavételi hely, kor	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	P ₂ O ₅
1. Váraljahegy keleti oldal, alsóhelvétí ...	71,56	0,17	13,49	0,87	0,23	0,02	0,60	0,87	1,67	2,72	4,99	3,38	0,00	0,00
2. Váraljahegy nyugati oldal, alsóhelvétí ...	69,05	0,20	14,05	0,75	0,33	0,01	0,69	1,94	0,63	3,40	5,70	3,17	nyom	nyom
3. Szászvár, Csiszartető, alsóhelvétí ...	68,39	0,21	12,84	0,82	0,32	0,01	0,65	3,03	0,68	2,17	6,79	4,30	nyom	nyom
4. Magyaregry, Farkasordító-árok, felsőhelvétí, ...	65,81	0,18	15,91	0,85	0,54	0,02	0,39	1,14	1,61	3,65	7,41	2,54	0,00	nyom
5. Komló, középsőtortónai ...	69,03	0,16	14,21	1,04	0,50	0,02	0,23	1,07	1,57	4,27	6,35	1,77	0,00	0,00

Mecseki vulkáni tufa- és tufitminták részleges vegyi elemzési adatai

2. táblázat

Mintavételi hely, kor	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	MnO %	TiO ₂ %	Izz. veszt. %
1. Szászvár, Csizsár-tető, alsóhelvétí	70,20	1,44	12,49	6,58	1,10	0,00	0,20	8,63
2. Szászvár, Csizsár-tető, alsóhelvétí	67,30	2,71	14,82	9,25	1,30	0,08	0,21	7,54
3. Szászvár, Csizsár-tető, alsóhelvétí	60,70	3,48	15,64	9,19	1,90	0,00	0,50	8,35
4. Szászvár, Csizsár-tető, alsóhelvétí	65,80	3,33	14,70	7,32	2,60	0,04	0,71	6,95
5. Magyaregregy, Almaspatak, köz. helvétí	65,70	3,17	14,05	5,74	1,70	0,04	0,28	8,41
6. Nagymányok Melegoldal, köz. helvétí	73,95	1,18	13,61	4,23	0,82	0,06	0,70	5,95
7. Magyaregregy Leánykő köz. helvétí	57,00	5,26	14,76	4,59	1,60	0,07	0,64	14,29
8. Magyaregregy, Farkasordító, felsőhelvétí	73,60	1,78	12,90	3,72	1,20	0,07	0,20	9,06
9. Magyaregregy, Farkasordító, felsőhelvétí	67,90	2,05	15,10	4,24	2,10	0,08	0,14	6,86
10. Magyaregregy, Csigadillo, felsőhelvétí	67,50	2,23	15,05	4,87	1,80	0,07	0,28	8,37
11. Magyaregregy, Csigadillo, felsőhelvétí	69,90	2,01	14,00	4,87	1,00	0,05	0,20	8,88
12. Magyaregregy, Csigá-Ruzsa út, felsőhelvétí	64,10	3,51	15,07	6,02	1,50	0,06	0,42	10,39
13. Magyaregregy, Csigadillo, felsőhelvétí	65,90	3,17	15,70	5,15	1,60	0,04	0,21	5,08
14. Magyaregregy, Ruzsa árok, felsőhelvétí	67,40	3,27	12,60	7,73	1,50	0,10	0,28	7,67
15. Magyaregregy, Farkasordító, felsőhelvétí	67,20	2,85	13,23	4,87	2,80	0,07	0,28	8,68
16. Magyaregregy, Leánykő, felsőhelvétí	67,30	2,74	14,02	3,72	2,20	0,43	0,28	8,40
17. Magyaregregy, Leánykő, felsőhelvétí	62,30	4,57	10,40	6,02	2,50	0,08	0,57	9,94
18. Magyaregregy, Farkasordító, felsőhelvétí	59,10	5,61	16,12	7,17	2,30	0,05	0,50	9,07

szürke, zöldesszürke színű, szövetében makroszkópos ásvány ritkán látható; vékony-sziloban nehezen tanulmányozható.

Az alsóhelvétii tufa az ásványtani és vegyi elemzések eredménye szerint riolit-anyagúnak minősíthető. A magasabb helyzetű rétegek megítélése már jóval nehezebb, de azok is valószínűleg riolitok vagy riolit-dácitok. Mindemellett lehetséges, hogy a különböző kiterési szakaszok savanyúsági fokbeli változékonysága következtében a riolit, az átmeneti riolit-dácit és a dácitos vulkánosság termékei a Mecsek hegység területén egyaránt megtalálhatók.

A tufa- és tufitrétegek települési módja általában lencsés, kiékelődő. Feltárásaik gyakran szerkezeti vonalak mentén találhatók.

A helvétii tufa (amint az ősnövénytani vizsgálatok alapján megállapítható) általában szárazföldi, mocsári-tavi térszínre hullott. — A helvétii emelet flórájában kezdetben szubtrópusi, nedves térszíni növényfajok uralkodtak, ehhez később száraztérsvíni flóraelemek járultak. A tortonai emeletben jórészt mérsékeltabb éghajlatot jelző lombfák és fenyők vannak.

A tortonai-emelet egyes tufás rétegeiben és azok kísérő kőzeteiben glaukonit van.

A felsőhelvétii-tortonai tufás- és tufitrétegek közettani változóságuk és változó rétegtani helyük miatt az alsóhelvétii, helyenként igen vastag, riolittufaréteggel szemben szintezésre vagy rétegazonosításra általában nem alkalmasak.

TÁBLAMAGYARÁZAT — EXPLANATION OF PLATES

VI. tábla — Plate VI

1. *Ulmus* sp.
2. *Populus latior* A. B. r.
3. *Carpinus* sp. (fructus)
4. *Liquidambar europaea* A.
5. *Pterocarya castaneaefolia* (Soepp.) Menzel (fructus)
6. *Cinnamomophyllum polymorphum* (A. B. r.) Kr.-Wid.
7. *Celtis occidentalis miocenica* Pálfalvy n. sp.
8. *Parrotia jagiifolia* (Goep.) Heer

IRODALOM — REFERENCES

1. Balogh K.—Imreh L.—Kilényi T.: Az ŐK-i Mecsek földtani újvizsgálata. Jelentés az 1955. évi térképezésről. Kézirat 1956. — 2. Mauritz B.: A Föld és a tenger. Budapest, 1939. — 3. Pálfalvy I.: Miocén növénymaradványok a Mecsekhegységéből. Földt. Kézl. 1952. — 4. Pálfalvy I.: Középsőmiocén növények Magyarreggy környékéről. Földt. Int. évi jel. 1950-ről. — 5. Staub M.: Baranyamegyei mediterrán növények. Földt. Int. Évk. VI. 1882. — 6. Vadász E.: A Mecsekhegység. 1935. — 7. Vadász E.: Magyarország földtana. 1953. — 8. Végh S.: Jelentés az 1954. évben Komló környékén újratérképezett területen végzett közettani vizsgálatokról. Kézirat, 1956. — 9. Wein Gy.: Földtani vizsgálatok Máza és Váralja környékén. Földt. Int. évi jel. 1950-ről.

Studies on volcanic tuffs of the NE Mecsek Mountains, in Southern Hungary

I. PÁLFALVY — S. VÉGH

The paper summarizes the results of the re-investigation of Miocene tuffs of the Nagymányok, Váralja, Szászvár and Magyarreggy districts and part of the Komló region in the Mecsek Mountains.

Most of the volcanites of the region are tuffites. Moreover, a number of rocks contain admixtures of volcanic material, these are, however, insufficient to warrant the classing of these sediments as tuffites.

The series of tuffs and tuffites are divided into two main horizons. The horizon of lower Helvetian tuffites is characterized by coarse grain sizes, relatively few foreign admixtures, mostly white to greyish white in color, and a content of biotite visible to the naked eye. This type of rock is easy to study in the thin section.

The younger Helvetian and Tortonian tuffites are of a finer grain, consist generally of more mixed materials and have a grey to greenish grey color. The texture does not often exhibit macroscopically visible minerals. Investigation in the thin section presents difficulties.

Considering the data of chemical and mineralogical analysis, the lower Helvetian tuffites are to be classed among the rhyolites. It is more difficult to classify the strata of the upper horizon, but these are most probably also rhyolites to rhyodacites. It is nevertheless possible that in consequence of the changes in acidity from eruption to eruption dacites as well as rhyodacitic and rhyolitic products will be yet encountered in the Mecsek Mountains.

The extension of the tuffite beds is mostly lenticular. Outcrops are often found along structural lines.

The Helvetian tuff, as indicated by palaeobotanical investigation, has mostly fallen upon a continental, marshy or lacustric terrain. Floral types indicating moist surroundings were first predominant in the lower Helvetian, to be accompanied later by dry-land subtropic to tropic forms. The latter became scarce or died out in the upper Helvetian, to give way to a flora dominated by trees characteristic of the temperate climate zone.

In some of the tuffaceous strata of the Tortonian stage and in the enclosing strata the presence of glauconite was established.