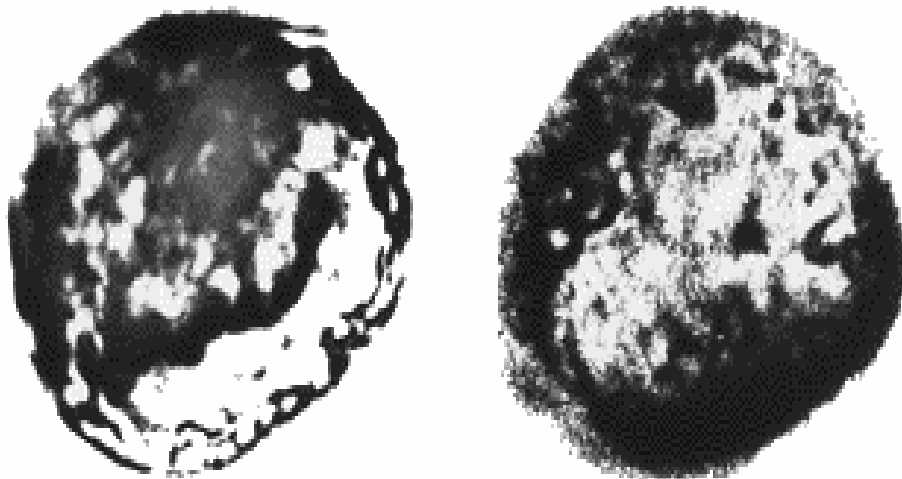


Նյութի նախակենսաբանական էվոլյուցիայի մասին. որտե՞ղ են առաջացել բարդ օրգանական միացությունները

Արարատ Եղիկյան

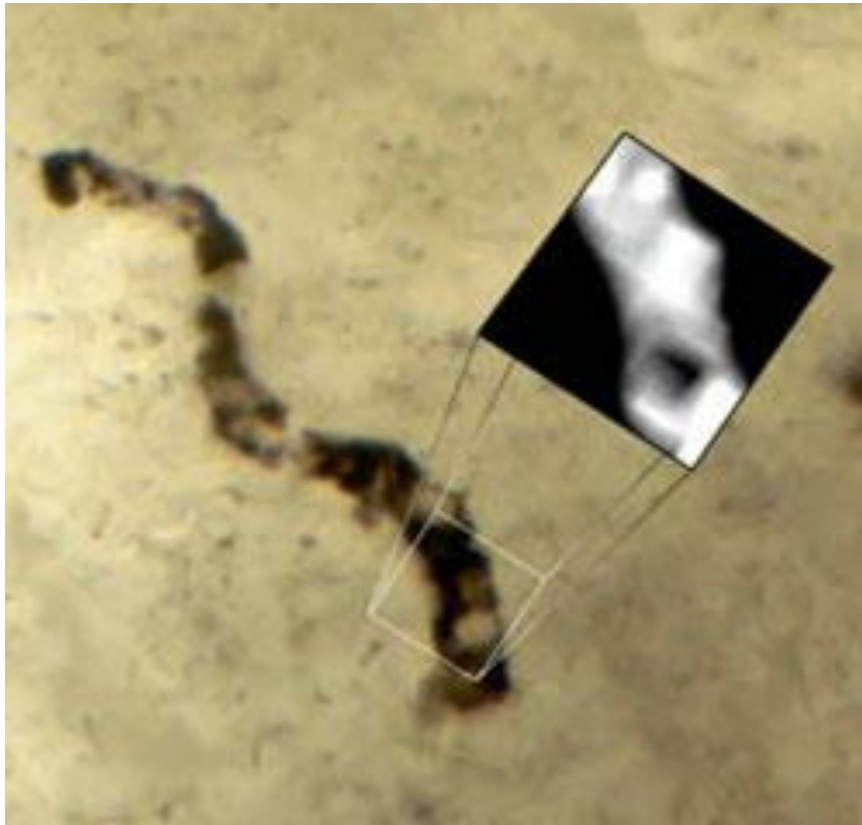
1. Խնդրի դրվածքը՝ ինչու՞ է այդ հարցը կարևոր

Ինչպես հայտնի է, կյանքի առաջին դրսևորումները գրանցվել են 3.8 մլրդ տարիք ունեցող երկրային ապարներում Արևմտյան Գրենլանդիայից (նկ.1, Schidlowski, 1988): Ապարների նմուշներում հայտնաբերվել է ածխածնի $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ իզոտոպների պարունակության հարաբերության այնպիսի արժեք, որը բնորոշ է միայն կենդանի օրգանիզմներին՝ ոչ կենսաբանական ծագում ունեցող օրգանական նյութում ավելի թեթև ^{12}C իզոտոպը պակաս է: Այսինքն, ածխածնի թեթև իզոտոպի ավելցուկ ունեցող օրգանական նյութը միանշանակորեն մասնակցել է նախնական կենսաքիմիական ռեակցիաներում, որոնք և ապահովել են նշված ավելցուկի առաջացումը: Անկենդան բնության պայմաններում նման երևույթը անհանարին է:



Նկ. 1. 3.8 ± 0.1 մլրդ տարիք ունեցող ապարների նմուշներում Արևմտյան Գրենլանդիայից (Schidlowski, 1988) $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ հարաբերությունը համընկնում է կենդանի օրգանիզմներին բնորոշ արժեքին:

Կենդանի օրգանիզմների ուղղակի հեթքերի վաղեմությունը 3.5 մլրդ տարի է (նկ.2, *Ehrenfreund, et al, 2002*): Նկարում պատկերված նախնական բակտերիայի քարացած հետքը հայտնաբերվել է ամենածեր նստվածքային ապարներում, որոնք ձևավորվել էին ջրոլորտի առկայության պայմաններում: Կասկածից վեր է, որ այդ հետքը թողել է կենդանի էակ՝ archeobacteria, 3.5 մլրդ տարի առաջ:

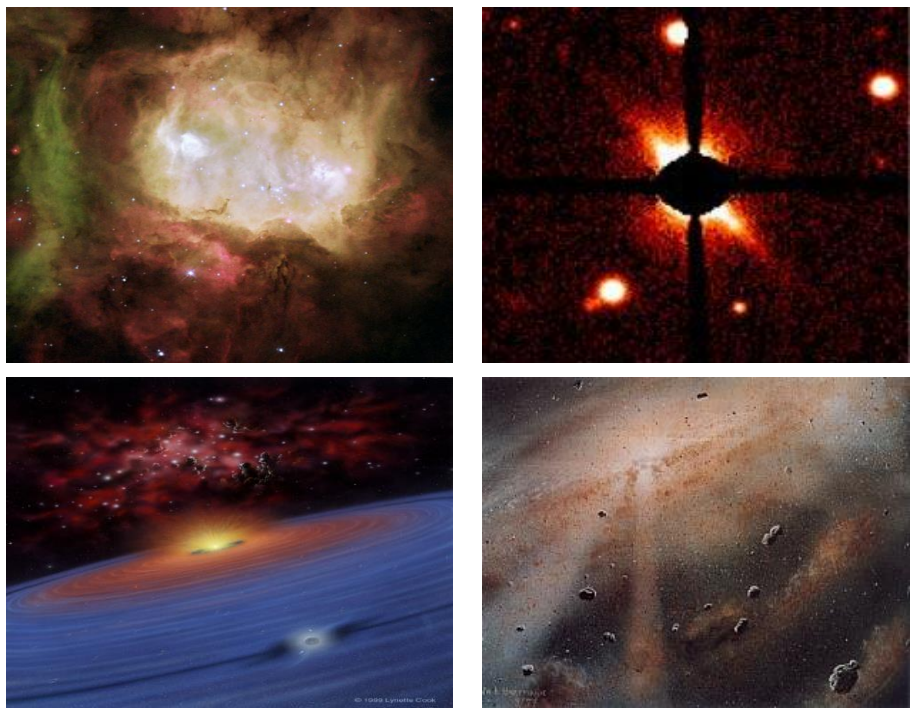


Նկ. 2. Քարացած այս հետքը թողել է archeobacteria 3.5 մլրդ տարի առաջ:

Իրավիճակը 3.8 մլրդ տարիք ունեցող նմուշի հետ ավելի բարդ է այն առումով, որ դա ոչ թե կենդանի մարմնի քարացած մնացորդ է կամ հետք, այլ օրգանական նյութի նմուշում ռադիոքիմիական եղանակով բացահայտված թեթև ածխածնի ավելցուկ: Կենսաբանները մեկնաբանում են դա որպես Երկրի վրա առաջին ինքնավերարտադրող համակարգերի՝ կենդանի օրգանիզմների կենսաքիմիական ակտիվությամբ պայմանավորված հետք: Կենդանի օրգանիզմներից-բջջիջներից դուրս, շրջակա միջավայրում, գիտնականներին հայտնի չեն որևէ բնական

Երկրաքիմիական երևույթներ նման հետևանքներով, այսինքն նախընտրելի ռեակցիաներ ածխածնի իզոտոպներից ինչ-որ մեկի, տվյալ դեպքում ^{12}C -ի հետ:

Ինչու՞ է կարևոր 3.8 մլրդ տարիք ունեցող նշված սահմանագիծը: Բանն այն է, որ համաձայն Արեգակնային համակարգի առաջացման մեզ այսօր հայտնի փաստերին, 3.8 մլրդ տարի առաջ վերջացավ Երկրի երկարատև, կես միլիարդ տարուց ավել շարունակվող ռմբահարումը գիսավորներով: Դրա վկայություններն են Լուսնի վրա գտնվող խառնարանները, որոնց տարիքը հայտնի են լուսնագնացների և ավտոմատ կայանների միջոցով Երկիր հասցրած տեղանքի ապարների նմուշներից: Պարզվեց, որ 4.5-3.8 մլրդ տարի առաջ, այսինքն Երկրի առաջացման պահից, Լուսնի (հետևաբար և Երկրի) վրա են թափվել մի քանի հարյուր միլիոնից ավել գիսավորներ և (շատ ավելի պակաս թվով) աստղակերպեր (*Ehrenfreund, et al. 2002*): Քանի որ հետագա շարադրանքը էապես հիմնվում է այդ երևույթի վրա, նկարագրենք այն առավել մանրամասն: 4.6 մլրդ տարի առաջ ծնվեց Արեգակը միջաստղային խիտ սառը ամպի սեղմված միջոցով (նկ.3):



Նկ. 3. Արեգակնային համակարգի առաջացման հավանական սցենար: Վերևում՝ իրականում դիտվող միջաստղային ամպի սեղմված հետևանքով առաջանող նախաստղ (ծախից), որը շրջապատված է գազա-փոշային սառցե սկավառակով (աջից): Ներքևում՝ տեսական կոմպյուտերային մոդելավորման միջոցով ստացված սկավառակը (ծախից), որը բաժանվելով մասերի, պայմանավորում է նախամոլորակների վերջնական ձևավորումը բախումների հետևանքով (աջից):

Կան ապացույցներ (*Ehrenfreund, et al. 2002*), որ մոլորակների ձևավորման ժամանակը չի գերազանցել 10-30 մլն տարի, Երկրի տիպի մոլորակները ավելի շուտ, հսկաները ավելի ուշ: Կարևորը ներկայացվող սցենարում նա է, որ ջերմաստիճանը նորաստեղծ մոլորակների մոտ կախված էր նախաարեգակից ունեցած հեռավորությունից (Աղյուսակ 1), և որ հսկա մոլորակների առաջացման տիրույթում նյութը մնացել էր գրեթե անփոփոք, այնպիսին, ինչպիսին եղել էր ծնող միջաստղային ամպում մինչև սեղմվելը, գազի և սառցե փոշեհատիկների տեսքով:

Աղյուսակ 1. Ջերմաստիճանը նորաստեղծ մոլորակների մոտ: ԱՄ-ն նշանակում է աստղագիտական միավոր, որը հավասար է Երկիր-Արեգակ հեռավորությանը՝ 150 մլն կմ:

Մոլորակ	Հեռավորություն ԱՄ	Ջերմաստիճան K
Մերկուրի	0.387	1400
Վեներա	0.723	900
Երկիր	1.000	800
Մարս	1.524	400
Յուպիտեր	5.203	200

Աղյուսակից երևում է, որ նորաստեղծ Երկրի մոտ ջերմաստիճանը հավասար էր 800 K, այսինքն հիմնականում սիլիկատներից բաղկացած Երկրի ապարներում պետք է գրեթե բացակա էին ջուրը, այլ հեշտ քայքայվող և ցնդող նյութերը, օրինակ, բոլոր ածխածին պարունակող միացությունները: Ավելին, նորաստեղծ Երկիրը զուրկ էր ոչ միայն օվկիանոսներից, այլ նաև սկզբնական մթնոլորտից, քանի որ Երկրի զանգվածը այնքան մեծ չէր, որ ձգողությամբ պահեր շրջակա գազերը: Յուպիտերի մոտ և ավելի հեռու, ջերմաստիճանը այնքան ցածր էր, որ ջրի և այլ միացությունների, օրինակ մեթանի, ամոնյակի, ածխածնի օքսիդների և նույնիսկ ածխաջրածինների սառույցները կարող էին գոյատևել: Հենց այդ

պատճառով էլ Յուպիտերը, Սատուրնը, Ուրանը և Նեպտունը ապարներից բաղկացած մոտավորապես Երկրի չափեր ունեցող միջուկների շուրջը սառույցների շնորհիվ կարողացան կուտակել մեծ քանակությամբ նյութ, դառնալով ի վերջո հսկա մոլորակներ: Մարսի և Յուպիտերի ուղեծրերի միջև ձևավորվեցին աստղակերպերը, չկայացած մոլորակները, իսկ Յուպիտերի և Նեպտունի արանքում՝ սառույցներից բաղկացած գիսավորները: Մի քանի մետրից մինչև մի քանի հարյուր կիլոմետր տրամագիծ ունեցող այդ օբյեկտների մի մասը, բախվելով հարևան մեծ մոլորակների հետ, ոչնչացան, մյուս մասը, հսկա մոլորակների ձգողության ազդեցության պատճառով, մղվեց դեպի ներքին մոլորակները, կամ էլ Արեգակնային համակարգի ծայրամասերը: Ինչպես արդեն նշվել է, 4.5-3.8 մլրդ տարի առաջ ընկած ժամանակահատվածում, համաձայն Լուսնի խառնարանների վիճակագրությանը, մի քանի կիլոմետրից ավել չափեր ունեցող մոտ 100 մլն գիսավոր է ընկել Երկրի վրա, միջինում մեկ հատը մի քանի տարվա ընթացքում, ընդ որում ամեն մի բախման հետևանքով անջատված էներգիան այնքան էր, որ օվկիանոսները ամբողջությամբ գոլորշիանում էին (Նկ. 4):



Նկ. 4. Աստղակերպի երևակայական բախումը նախա-Երկրի հետ 10-50 կմ/վ հարաբերական արագությամբ: Գիսավորների խտությունը ընդամենը մի քանի անգամ փոքր է, այնպես որ բախման հետևանքները նույնքան աղետալի էին:

Այդպես շարունակվեց մինչև 3.8 մլրդ տարի առաջ, երբ որ ինտենսիվ ռմբահարումը վերջացավ: Բայց գիսավորները իրենց հետ սառույցի տեսքով բերեցին այնքան ջուր, այլ ցնդող նյութեր, որ ձևավորվեցին օվկիանոսները և հիմնականում ածխածնի օքսիդից բաղկացած նախնական մթնոլորտը: Համաձայն ժամանակակից պատկերացումների, սկսվող հրաբխային ակտիվությունն էլ իր ներդրումն ունեցավ, բայց ոչ գերիշխող:

Բացի օվկիանոսների և նախնական մթնոլորտի ստեղծումից, գիսավորները մեծ քանակությամբ ոչ կենսածին ծագում ունեցող օրգանական (այսինքն, ածխածին պարունակող) նյութ բերեցին, որը, անկասկած, իր դերը ունեցավ կյանքի ի հայտ գալու պրոցեսում: Դիտումներից հայտնի է, որ ժամանակակից գիսավորները կիսով չափ բաղկացած են սառցե ջրից, մյուս կեսն էլ «կիսվում է» սիլիկատներից բաղկացած ապարների և C,N,O,H պարունակող բավականաչափ բարդ օրգանական միացությունների միջև: Այդ բարդ մոլեկուլների ճշգրիտ քիմիական կառուցվածքը առայժ դեռ անհայտ է: Անկասկած, նման օրգանական նյութի մեծ մասը բախումից առաջացած պայթյունի հետևանքով քայքայվել էր, սակայն տեսական հաշվարկներից հետևում է, որ ամեն մի գիսավորի զանգվածի մի քանի տոկոսը անփոփոգ իջել է Երկրի մակերևույթի վրա, այդ թվում նաև գիսավորներից արտանետված միջմոլորակային փոշու միջոցով (*Ehrenfreund, et al. 2002*): Այսպիսով, կարելի է ապացուցված համարել, որ 3.8 մլրդ տարի առաջ Երկրի մակերևույթի վրա միլիարդավոր տոննաների հասնող բավականաչափ քանակությամբ բարդ օրգանական միացություններ են առկա եղել: Որոշ դեպքերում դրանք կուտակված են եղել սահմանափակ մակերեսների վրա, իրենց կոնցենտրացիայով գերազանցելով շրջապատող միջավայրի ամենատարածված նյութերը: Հիշեցնենք, որ ազատ թթվածինը 1% գերազանցող մակարդակով հայտնվեց մթնոլորտում ընդամենը 2.7 մլրդ տարի առաջ, հիմնականում ի հաշիվ կապտա-կանաչ ջրիմուռների կենսագործնելոթյանը: Գտնվելով օքսիդացման վտանգից զերծ «մթնոլորտում» գիսավորներով Երկիր բերված օրգանական նյութը անկասկած կարող էր մասնակցել կյանքի առաջացման պրոցեսում: Թողնելով ունիվերսալ կողով ինքնավերարտադրվող համակարգերի առաջացման բարդագույն խնդիրը կենսաբանների քննարկմանը, փորձենք, օգտագործելով

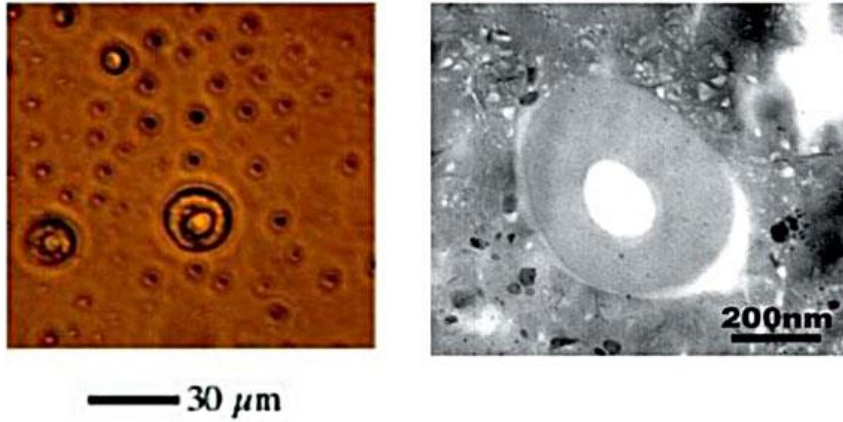
աստղաֆիզիկական տվյալները, պարզել, որքան որ հնարավոր է, այդ նախակենսածին օրգանական նյութի հնարավոր քիմիական բնույթը:

2. Նախակենսածին օրգանական նյութի հնարավոր քիմիական բնույթը և առաջացման վայրը

Վերը շարադրածից կարելի է մշակել չորս հնարավոր վարկածներ: Առաջին՝ կյանքի առաջացումը այնքան հեշտ ընթացող երևույթ է, որ 3.8 մլրդ տարի առաջ ինտենսիվ ռմբահարումը դադարելուց հետո այն անմիջապես իրագործվեց, «օգտագործելով» Երկրի վրա առկա օրգանական միացությունները, որոնց լուրջ կոնցենտրացիան գերազանցում էր որոշակի շեմային արժեքը, թույլատրելով, օրինակ, պոլիմերների սինթեզը: Երկրորդ՝ քիմիական ռեակցիաների շղթան, որը բերեց կենսաքիմիական բնույթի երևույթներին, իրագործվեց հենց գիսավորների անկման ժամանակ: Երրորդ՝ 4.5-3.8 մլրդ տարի առաջ Երկրի վրա բացակայում էին անհրաժեշտ քիմիական բարդության օրգանական նյութ սինթեզվելու համար բարենպաստ պայմանները, ուստի այն ևս Երկիր էր բերվել գիսավորներով: Չորրորդ՝ կյանքը տարածված է Տիեզերքում, և Երկիր է բերվել միջաստղային փոշու և/կամ գիսավորների միջոցով նախնական բակտերիաների ձևով: Վերջին վարկածը, թեպետ մասամբ համընկնելով երրորդի հետ, բացահայտ թերի է, քանի որ թողնում է կյանքի սկզբնական առաջացման խնդիրը անորոշ, ուստի չի քննարկվի այստեղ: Առաջին երկու վարկածների էական թերությունը նա է, որ անհրաժեշտ նախակենսաբանական քիմիական էվոլյուցիայի ընթացքը հնարավոր է համարվում Երկրի պայմաններում, որը ակնհայտ չէ: Քննարկենք այդ հարցը առավել մանրամասն:

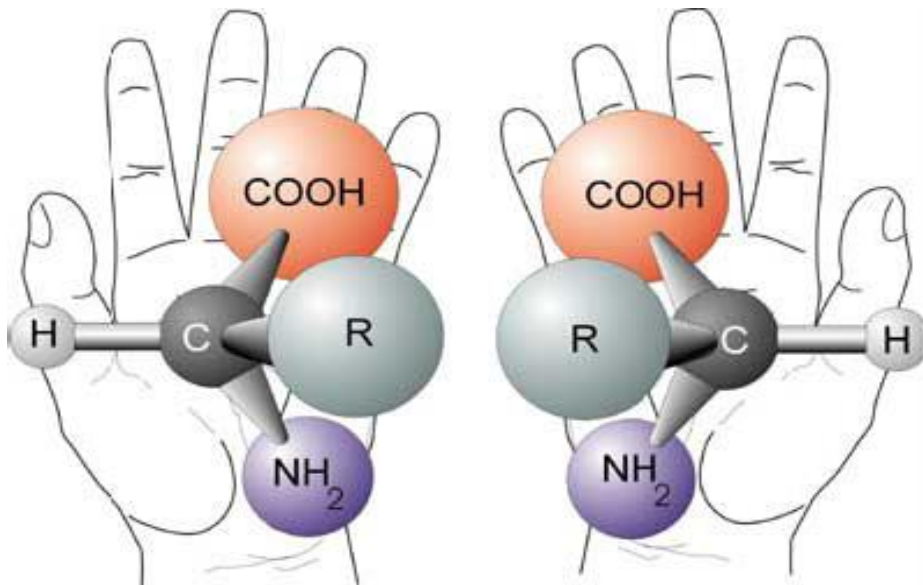
Նախաբջիջը շրջապատից մեկուսանալու համար պետք է օժտված լիներ թաղանթով (նկ. 5), որը մեզ հայտնի կենդանի բջիջներում կառուցված է լիպիդների հիման վրա: Հայտնի է նաև, որ լիպիդների առաջանալու հարցում առաջնային դեր են խաղացել 200-ից մեծ մոլեկուլար կշիռ ունեցող պոլիհոպրենային ածխաջրածինները (McCarthy, Calvin, 1967): Ածխածնի երկօքսիդից բաղկացած Երկրի սկզբնական մթնոլորտում նման տիպի ածխաջրածիններ չէին կարող սինթեզվել: Ղա արգելված է, նախ Ֆիշեր-Տրոփշի տիպի ռեակցիաների ընթացքով, երկրորդն էլ նախա-Երկրի պայմաններում մոլեկուլար համաչափության խաղտման անհնարինությամբ: Վերջինը վերաբերվում է նաև ամինաթթուների տարբեր պոլիմերներին, որոնցից են

բաղկացած բջիջների թե բաղադրամասերը (սպիտակուցները), և թե կենդանի բջիջը ինքնավերարտադրելու գորընթացը կարգավորող կառուցվածքային միավորները՝ ՂՆԹ և ՐՆԹ մոլեկուլները:



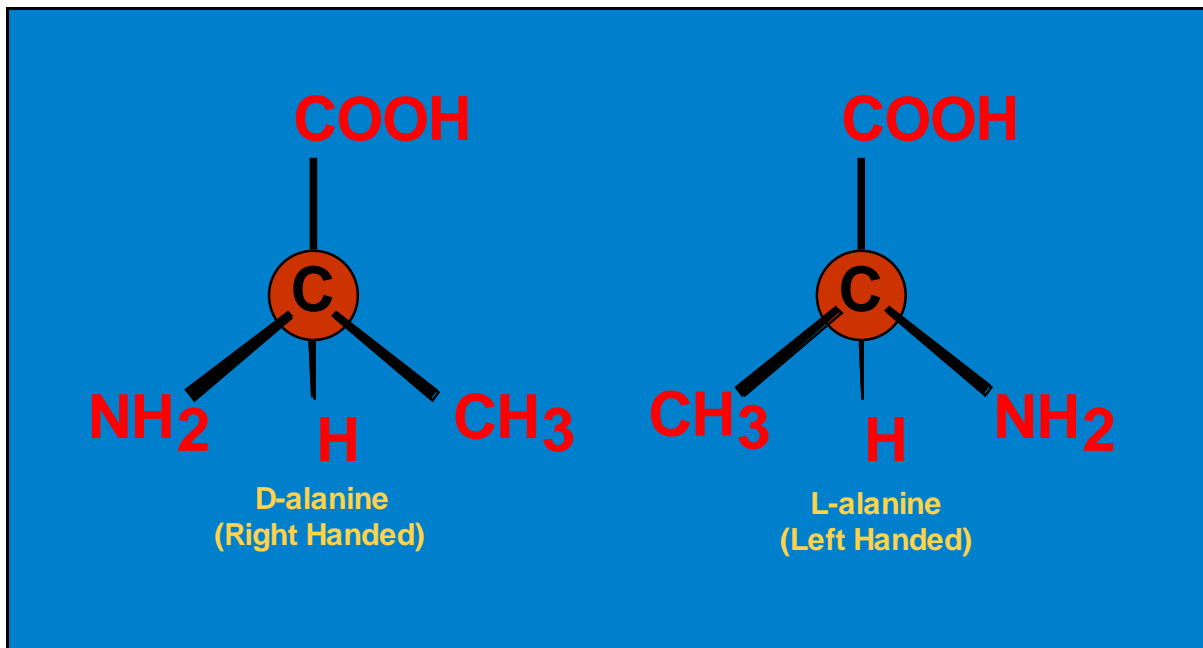
Նկ. 5. Լաբորատոր պայմաններում հաստատված նախաբջջի թաղանթի առաջացման մեխանիկական մոդելը համապատասխան օրգանական միացությունների ջրային լուծույթում:

Մոլեկուլյար համաչափության խաղտման երևույթը, ինչպես հայտնի է, պայմանավորված է ստերեոիզոմերիայով, այսինքն նույն բաղադրությունը ունեցող մոլեկուլների ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների տարբերությունը ի հաշիվ տարածությունում բաղադրիչ ատոմների տարբեր դասավորությանը (Bonner et al., 1999) (նկ. 6)



Նկ. 6. Նույն բաղադրությունը ունեցող բայց տարածության մեջ մեկը մյուսի հայելային պատկերը հանդիսացող ալանին ամինաթթվի երկու տարատեսակները, ձախ (L) և աջ (R):

Ինչպես հայտնի է, կենդանի օրգանիզմները բաղկացած են միայն L-ամինաթթուներից (նկ. 7):



Նկ. 7. Կենդանի և ոչ կենդանի բնության ֆունդամենտալ տարբերությունը պայմանավորված է կենդանի օրգանիզմներում համաչափության խաղտմամբ: Երկրի կենդանությունը բաղկացած է ձախ ամինաթթուներից:

Տարածական իզոմերիան բնորոշ է նաև ածխաջրածիններին, սկսած 7 ածխածնի ատոմներ պարունակող մոլեկուլներից (հեպտան, օկտան և այլն): Միայն մեկ, աջ կամ ձախ տարատեսակից բաղկացած մոլեկուլների խումբը օժտված է այսպես կոչվող օպտիկական ակտիվությամբ, պտտելով շրջանային բևեռացված լույսի բևեռացվածության հարթությունը որոշակի ուղղությամբ և չափով, օրինակ L-ալանինի դեպքում՝ ձախից աջ:

Այսպիսով, նախաբջջի բաղադրամասերի կազմավորման համար անհրաժեշտ էին օպտիկապես ակտիվ ածխաջրածիններ և ամինաթթուներ, որոնց առաջացումը նախա-Երկրի պայմաններում անհնար էր: Բանն այն է, որ քիմիական ռեակցիաների ժամանակ օպտիկապես ակտիվ միացության առաջացման համար անհրաժեշտ է համաչափությունը խաղտող գործոնի առկայություն, այլապես առաջացող «ձախ» և «աջ» տարատեսակների քանակությունները ճիշտ հավասարվում են իրար, դարձնելով խարնուրդը օպտիկապես ոչ ակտիվ: Մեզ հայտնի ամենաէֆեկտիվ գործոններից է, օրինակ

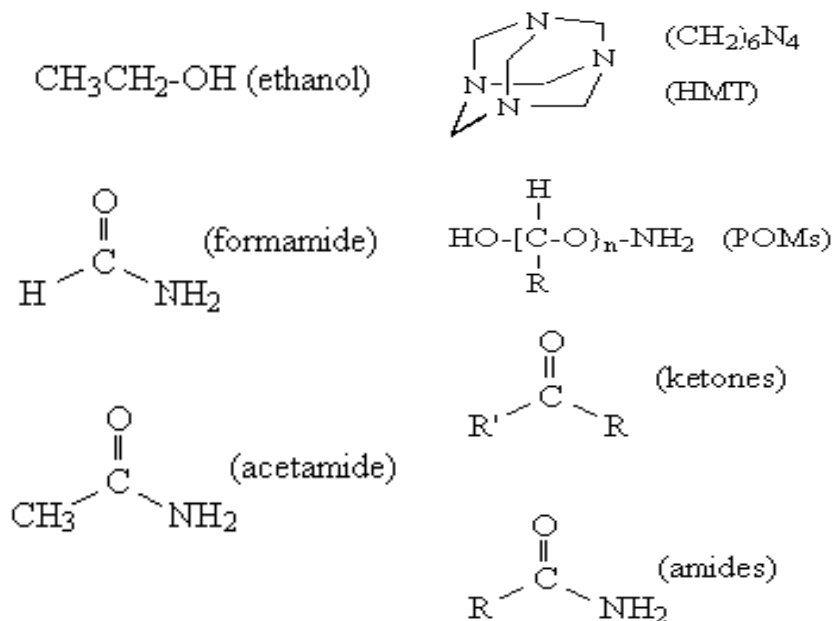
շրջանային բևեռացված (գերմանուշակագույն) լույսի ազդեցությունը: Պակաս էֆեկտիվ են որոշակի բյուրեղների կամ կավերի մակերևույթները: Սակայն հայտնի է, որ Երկրի պայմաններում բնական բևեռացված լույսը բացակայում է՝ մի քանի տոկոս բևեռացվածությունը, որը պայմանավորված է մթնոլորտում փոշու հատիկների վրա ցրվող Արեգակի ճառագայթմամբ, չնչին է որևէ դեր խաղալու համար (*Ehrenfreund, et al. 2002*): Փորձերով ապացուցված է, որ բյուրեղների (օրինակ, կվարցի) մակերևույթի նշված հատկությունը ևս չնչին ազդեցություն է թողնում: Որոշ կավերի (օրինակ, կաոլինիտի) մակերևույթի վրա ընթացող սինթեզը կարող է ապահովել օպտիկապես ակտիվ նյութի առաջացումը, պայմանով, որ առնվազն մեկ անգամ այն արդեն իրականացվել է՝ ստերիլ մակերևույթի վրա դա անհնար է: Այսպիսով, Երկրի պայմաններում պարտադիր կերպով պետք է առաջանային օպտիկապես ոչ ակտիվ նյութեր, որոնք ի վիճակի չէին խաղալ որևէ դեր մեզ հետաքրքրող ռեակցիաներում: Իհարկե, լաբորատոր պայմաններում մասնագետները իրականացնում են և ասիմետրիկ սինթեզը, և եթե պետք է, օպտիկապես ոչ ակտիվ խարնուրդի զտումը, թողնելով ակտիվության միայն մեկ նշան ունեցող մոլեկուլները: Բայց դրա համար նրանք օգտագործում են կամ համաչափությունը խաղտող գործոն, կամ էլ կենսածին ծագում ունեցող ռեագենտներ, ինչպես վարվեց Լուի Պաստերը, առաջին անգամ ստանալով գինեթթվի օպտիկապես մաքուր իզոմերները: Իսկ քանի որ 3.8 մլրդ տարի առաջ Պաստերի նման մասնագետները ակնհայտորեն բացակայում էին Երկրի վրա, պետք է ընդունել, որ նշված տիպի ածխաջրածինների և ամինաթթուների առաջացումը տեղի է ունեցել Երկրից դուրս:

3. Ինչպե՞ս են առաջացել օպտիկապես ակտիվ մոլեկուլները Տիեզերքում

Նախ պարզենք, սկզբունքորեն արդյո՞ք հնարավոր է բարդ ածխաջրածինների և ամինաթթուների սինթեզը արտաերկրային պայմաններում: Տեսականորեն և փորձով ապացուցված է, որ գազային ֆազայում համապատասխան քիմիական ռեակցիաները ընթանալ չեն կարող: Միակ հնարավորությունը, ևս մեծ թվով փորձերով հաստատված, դա ամինաթթուների սինթեզն է և բարդ ածխաջրածինների պոլիկոնդենսացիան ինգրեդիենտների պինդ ֆազայում ճառագայթման ազդեցության պայմաններում (*Whittet, 2003*): Ինգրեդիենտներն են

ջրի, մեթանի, ամոնյակի, մեթանոլի, ածխածնի օքսիդի սառույցների տարբեր խառնուրդները 5-15 K ջերմաստիճանում: Ճառագայթման դերում կարող են հանդես գալ ինչպես էլեկտրամագնիսական դաշտի (գերմանուշակագույն) քվանտները, այնպես էլ տիեզերական մասնիկների գերիշխող բաղադրամասը կազմող մի քանի մեգաէլեկտրոնվոլտ (ՄէՎ) էներգիայով օժտված պրոտոնները: Մասնավորապես, լաբորատոր փորձերից հայտնի է (*Allamandola, et al., 1988, Baratta et al., 2002, Cottin, et al., 2003a, Cottin et al., 2003b, Dworkin et al., 2004, Gudipati et al., 2003*), որ 100:50:1:1 հարաբերությամբ H₂O:CH₃OH:NH₃:CO սառույցների խառնուրդը 15 K ջերմաստիճանում գերմանուշակագույն ճառագայթման մոտ 1.5 էՎ/ատոմ դոզան ստանալուց հետո փոխակերպվում է հեքսամեթիլենտետրամինի (C₆H₁₂N₄) և մինչև 22 ածխածնի ատոմներ պարունակող տարբեր ածխաջրածինների: Ինգրեդիենտների սկզբնական խառնուրդի կազմը և տոկոսային ներդրումը փոխելով, կարելի է արձանագրել նաև այլ բարդ միացություններ (նկ. 7):

UV(5-10 eV) => H₂O:CH₃OH:NH₃:CO

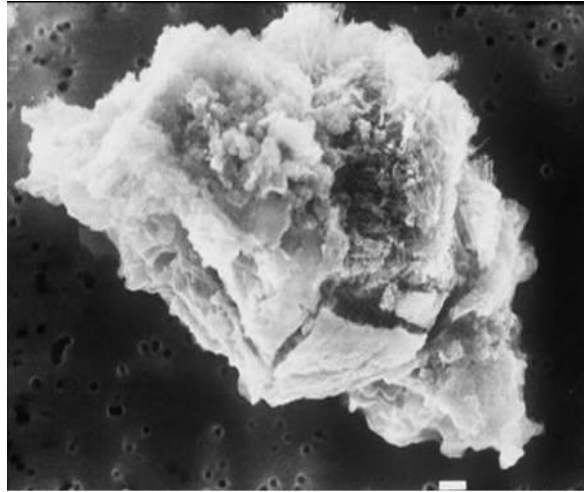


Նկ. 8. Գերմանուշակագույն ճառագայթման ազդեցությամբ սինթեզվող նյութեր:

Հեքսամեթիլենտետրամինը հետաքրքիր է նրանով, որ թթվային հիդրոլիզի պայմաններում առաջացնում է ամինաթթուներ: Պետք է ընդգծել այստեղ, որ նշված ծանր ածխաջրածինների տարատեսակը այդ փորձերում չհաջողվեց վերծանել: Մյուս կողմից, այլ փորձերում, որոնք իրականացվել են այլ հետազոտողների

կողմից վերոհիշյալ ինգրեդիենտների այլ կոմբինացիայի պայմաններում, հաջողվել է ուղղակիորեն գրանցել առաջացած ամինաթթուները, իսկ մաքուր մեթանե սառույցի պրոտոններով ճառագայթման պայմաններում հաջողվել է գրանցել մինչև 29 ածխածնի ատոմներ պարունակող ալիֆատիկ և ընդհուպ 24՝ պոլիցիկլիկ արոմատիկ ածխաջրածիններ (Kaiser, Roessler, 1997, Kaiser, et al. 1997, Kaiser, Roessler, 1998.): Դա հույս է հայտնում, որ միջանկյալ իզոպրենային ածխաջրածինները սկզբունքորեն ևս կարող են առաջանալ այդ պայմաններում: Թողնելով մանրամասնությունները, նշենք որ ճառագայթային քիմիական փոխակերպումներ իրականացման համար սկզբունքային տարբերություն չկա լույսային քվանտների և էներգետիկ պրոտոնների միջև, ստացված արդյունքների տարբերությունները պայմանավորված են ինգրեդիենտների սկզբնական խառնուրդով, կլանված էներգիայի քանակով (դոզայով) և ճառագայթման էներգետիկ սպեկտրով:

Իսկ որքանով են համարժեք լաբորատոր փորձերի պայմանները միջաստղային մոլեկուլյար ամպերին: Թողնելով համաչափությունը խաղտող վերոհիշյալ գործոնի ամպերում առկայության հարցը առանձին քննարկման, միանշանակ կարելի է պնդել, որ այդ կարգի փորձերը միարժեքորեն են վերարտադրում ամպերի արտաքին շերտերում գոյություն ունեցող պայմանները: Բանն այն է, որ սառը խիտ միջաստղային մոլեկուլյար ամպերը դա հիմնականում մոլեկուլյար ջրածնից բաղկացած մինչև մի քանի պարսեկ ($1 \text{ պկ} = 3 \cdot 10^{18} \text{ սմ}$) շառավիղ ունեցող գազա-փոշային գոյացումներ են, 10-20 K ջերմաստիճանով և մոտ հազար մասնիկ մեկ խորանարդ սանտիմետրում կոնցենտրացիայով (Dishoek, Blake, 1998, Dyson, Williams, 1997): Որոշ դեպքերում հնարավոր են խտացումներ մինչև 0.1 պկ չափով և մինչև մեկ միլիոն և ավել կոնցենտրացիայով: Նման խտացումներ կարող են կազմել ամպի միջուկը, որից և հետագայում ծնվում են աստղերը, բայց կարող են և պատահականորեն բաշխված լինել ամպի ծավալով: Ամպերի զանգվածի մոտ մեկ տոկոսը բաղկացած է փոշու հատիկներից, որոնք ունեն սիլիկատներից կամ գրաֆիտից բաղկացած մոտ 0.1 միկրոմետր չափի կորիզներ, պատված ջրի, ամոնյակի, մեթանի, ածխածնի օքսիդների և այլ սառույցներից կազմված թաղանթով, որի հաստությունը կարող է գերազանցել մի քանի միկրոմետրը (նկ. 9):



Նկ. 9. Միջնուրակային փոշու հատիկը, որոնց, համաձայն տեսական պատկերացումների, պետք է նմանվեն միջաստղային ամպերի փոշեհատիկները:

Միջաստղային փոշու հատիկների բաղադրությունը, որոշ վերապահումներով, հաստատված է աստղաֆիզիկական դիտումներով: Բայց գերիշխող մոլեկուլների, ջրի, ածխածնի օքսիդների, ամոնյակի, մեթանի, մեթանոլի և այլն, առկայությունը կասկածից վեր է: Ինչ վերաբերվում է ճառագայթմանը, ապա ենթադրվում է, որ արտաքին միջաստղային գերմանուշակագույն ճառագայթումը չի կարող թափանցել ամպերի խորքին մասերը, իսկ էներգետիկ պրոտոնների հոսքը ամպերում այնքան բարձր չէ, որպեսզի ապահովեր անհրաժեշտ ճառագայթման դրզաները: Սակայն վերջերս, այս տողերի հեղինակին հաջողվեց տեսականորեն ցույց տալ, որ 6-13 էՎ էներգիայով, այսինքն ցանկալի ռադիոքիմիական փոխակերպումները առաջացնող ֆոտոնները, այնուհանդերձ կարող են ապահովել ճառագայթման դրզայի փորձերից հայտնի շենային արժեքը, 1.4 էՎ/ատոմ, որոշ դեպքերում միգամածության ամբողջ ծավալում (Yeghikyan, 2008): Մոլեկուլյար ամպերի կյանքի տևողությունը 10-50 (որոշ դեպքերում՝ 60-80) մլն տարի է, կախված ամպում աստղաառաջացման երևույթի առկայությունից:

Այսպիսով, տեսական հաշվարկներից հետևում է, որ մոլեկուլյար ամպերի զգալի (մեկից մինչև մի քանի արեգակնային զանգվածների հասնող) մասը կարող է ճառագայթման հետևանքով բարդ քիմիական միացություններ կազմել (Yeghikyan, 2008,2009):

Սակայն այդ ճառագայթումը բևեռացված չէ, ուստի սինթեզվող մոլեկուլների բազմությունը, ինչպես և Երկրի պայմաններում, կստացվի օպտիկապես ոչ

ակտիվ: Մյուս կողմից, հայտնի է, որ այսպես կոչվող նեյտրոնային աստղերի ճառագայթումը օժտված է 100% շրջանային բևեռացվածությամբ (Bonner et al., 1999): Սովորաբար նեյտրոնային աստղերը և միջաստղային ամպերը իրարից հեռու են գտնվում: Մինչև 10 կմ շառավիղ, բայց առաջանալու պահին մեկ միլիոն ջերմաստիճան ունեցող այդ օբյեկտների լուսատվությունը շատ ցածր է, որպեսզի փոխազդի միգամածության հետ: Սակայն ժամանակ առ ժամանակ դրանք հանդիպում են՝ կարելի է ցույց տալ, որ 50-100 մլն տարին մեկ, ամեն մի գոյություն ունեցող ամպով մեկ նեյտրոնային աստղ է անցնում (Talbot, Newman, 1975): Քանի որ աստղի լուսատվությունը փոքր է, ուղղակի ճառագայթումը հեռու չի տարածվում, բայց վերաճառագայթվածը կարող է ապահովել ամպի սառույցների զգալի մասի ռադիոքիմիական փոխակերպումը: Վերաճառագայթված ֆոտոնների բևեռացվածության աստիճանը իջնում է մինչև 30-40 %, մինչդեռ սինթեզվող միացությունների համաչափությունը խաղտելու համար հերիք է 20%-ը:

Թեպետ նեյտրոնային աստղերի ճառագայթմամբ պայմանավորված դոզաների քանակական հաշվարկը դեռ իրականացված չէ, թվում է, որ դա միակ հնարավորությունն է կյանքի մեզ հայտնի ձևի համար համապատասխան «նախապատրաստական» միջոցառումներ իրականացնելու համար: Կարելի է նույնիսկ ենթադրել, նկատի ունենալով նեյտրոնային աստղի և ամպի հազվադեպ հանդիպման համգամանքը, աստղի ամպի ճիշտ այն մասով անցնելու փոքր հավանականությունը, որ այդ պրոցեսների շնորհիվ առաջացած կյանքը եզակի երևույթ է առնվազն մեր Գալակտիկայում:

Գրականություն

- Allamandola, L.J., S.A. Sandford, G.J.Valero, Icarus, 76, 225, 1988.*
Baratta, G.A., G. Leto, M.E. Palumbo, Astron. Astrophys., 384, 343, 2002.
Black, J. H., Interstellar Processes (Eds. D.J. Hollenbach, H.A. Thronson), Dordrecht: Reidel, p.731, 1987.
 Bonner, W., Greenberg, M., Rubenstein, E., 1999, *Origins of Life*, 29, 215.
Cottin, H., M.H. Moore, Y. Benilan, Astrophys. J., 590, 874, 2003.
Cottin H., C. Szopa, M.H. Moore, Astrophys. J., 561, L139, 2003.
Dishoeck, E.F. van, G.A. Blake, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 36, 317, 1998.
Dworkin, J.P., J. Seb Gillette, M.P. Bernstein et al., Adv. Space Res., 33, 67, 2004.
Dyson, J.E., D.A., Williams, The physics of the interstellar medium, Institute of Physics Publishing, Bristol, 1997.
Ehrenfreund, P., S.B. Charnley, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 38, 427, 2000.
Ehrenfreund, P., W. Irvine, L. Becker et al., Rep. Prog. Phys., 65, 1427, 2002.

- Gudipati, M., J.P. Dworkin, X. Chillier, L.J. Allamandola, Astrophys. J., 583, 514, 2003.*
- Kaiser, R.I. and Roessler, K., 1997, *Astroph. J.*, 475, 144.
- Kaiser, R.I., G. Eich, A. et al. 1997. *Astrophys. J.* 484, 487.
- Kaiser, R.I. and Roessler, K., 1998, *Astroph. J.*, 503, 959.
- Keheyany, Y., Cataldo, F., Yeghikyan, A. 2004, *Astrophysics*, 47, 422
- Lada, C.J., E.A. Lada, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 41, 57, 2003.*
- McCarthy, E.D. and Calvin, M. 1967, *Nature*, 216, 642.
- Moroz, L.V., G. Arnold, A.V. Korochantsev, Icarus, 134, 253, 1998.*
- Schidlowski, M. 1987, *Annu. Rev. Earth. Planet. Sci.* 15, 47.
- Talbot, J., Jr., M.J. Newman, Astrophys. J. Suppl. 34, 295, 1977.*
- Whittet, D.C.B., Dust in the galactic environment, Institute of Physics Publishing, Bristol, 2003.*
- Yeghikyan, A., 2008a, On dust irradiation in molecular clouds. I. UV doses, *Astrophysics*, submitted on 27 August 2008.
- Yeghikyan, A., 2008b, Theoretical investigation of cosmic ray processing of solar system ices, *Astrophysics and Space Sciences Transactions*, 5, 1, 2008 .
- Yeghikyan, A., 2009, On dust irradiation in molecular clouds. II. CR doses, *Astrophysics*, to be submitted.
- Yeghikyan, A., Viti, S. and Williams, D.A., 2001, *MNRAS*, 326, 313.