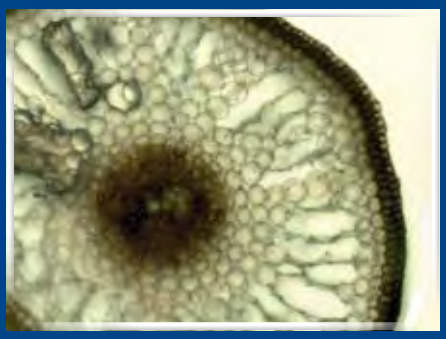
JAUNASIS TYRĖJAS

2009 Nr. 1

Šaknys tik žiemai



Šios unikalios šaknys aptiktos tolimame Kaukazo kalnų regione. Jos priklauso rūtenių genties augalui. Sniego šaknys padeda augalui gauti maisto medžiagų iš sniego.

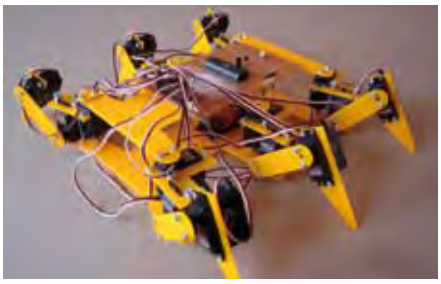
Kosminis liftas

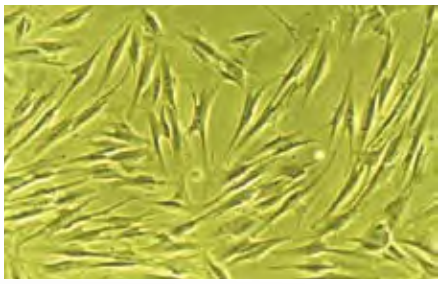
Po paskaitos A. Klarkas, paklaustas, kada kosminis liftas gali būti sukurtas, atsakė: „Tikriausiai maždaug po 50 metų, kai niekas jau nebesijuoks.“ Mūsų laikais ši idėja nebejuokinga.

Renginiai

Dar vienas jauniausiųjų tyrėjų konkursas, kuriame naujos ir originalios idėjos neliks nepastebėtos. Dalyvauja visi norintys, – nuo pirmoko iki aštuntoko.

Turinys





Mokslas šiandien ir rytoj

4–9 Valentinas Baltrūnas | Kodėl keičiasi klimatas?

10–14 Evaldas Liutkevičius | Galbūt greitai nebereikės vaistų

Jaunųjų tyrėjų darbai

15–20 Aurelija Judita Abraitytė | *Relation of the ACE Genotype with Ischemic Heart Disease*

21–29 Rasa Briedytė, Milda Jurėnaitė | *Zinc and Zinc Alloy Galvanic Anticorrosive Coatings*

Susipažinkite

30–31 Dalia Ignatjeva | Mokslai, muzika, spalvos

32–33 Saulė Markevičiūtė | Pakeliui į Nobelio premiją

34–35 Saulė Markevičiūtė | Vaikinai iš Mastaičių

36–37 Dalia Ignatjeva | Įdomu spręsti gamtos uždavinius

38–39 Dalia Ignatjeva | Povilas: „Mano noras toks didelis...“

40–41 Dalia Ignatjeva | Astronomas teoretikas

Mokslas Lietuvoje

42–43 Gražina Radzvilavičiūtė | Gabumai dažnai yra daugialypiai

44–45 Rigonda Skorulskienė | Raskime atsakymus patys

46–47 Aurelija Visockienė | Žvaigždžių pavilioti

48–49 Tomas Luneckas | Ir duonai kepti, ir kosmosui tyrinėti

50–51 Gediminas Motuza | Pamatyti, kas nematoma

52–53 Vilma Petrikaitė, Daumantas Matulis | Lietuvoje kuriami vaistai nuo vėžio

Tyrimų paslaptys

54–59 Gediminas Beresnevičius | Kūrybiškumo lavinimas

60–61 Julija Bagdonaitė | Astrobiologija ir ledynmečiai

62–65 Kaip užauginti baltymų kristalus

Vyko, vyksta, vyks

66–69 Dalia Ignatjeva | Susirinko geriausieji

70–73 Saulė Markevičiūtė, Dalia Ignatjeva | Vasaros studijos Jovariškėse

74–76 Ieva Šablevičiūtė | Jaunųjų tyrėjų sostinė Paryžius 2009

77 Pasižymėk kalendoriuje

Ar pagalvotum...

78–79 Rimantas Jankauskas | Kuo mito mūsų protėviai akmens amžiuje?

Seniai, seniai

80–83 Gediminas Motuza | Mitai ir geologija

84–85 Rimantas Jankauskas | Ar visada mūsų protėviai mėgavosi pienu?

Įdomybės

86–87 Dalia Ignatjeva | Šaknys tik žiemai

88–89 Gražina Radzvilavičiūtė | Masės prigimtį atskleis Higso bozonas

Ar dar fantastika?

90–91 Gediminas Beresnevičius | Kosminis liftas – realybė?

Žodžių spalvos

92 Veiksmažodžių kertelė

Pravartu žinoti

93 Naudingos nuorodos

Numerio nuotrauka

„Tikrajam Džonatanui Žuvėdrai, kuris gyvena kiekviename iš mūsų“

„Rytą vėl patekėjusi saulė žėrė savo spindulių auksą ant švelniai vilnijančios jūros.

Per mylią nuo kranto bangas ėmė skrosti žvejų laivas, gandas apie tai žaibu pasiekė Pusryčiautojų Būrį, ir tūkstančiai žuvėdrų pakilo į orą ketindamos parodyti visą savo miklumą ir pasigriebti vieną kitą maisto gabalėlį. Prasidėjo dar viena įprasta diena.

O gerokai toliau, atokiai nuo laivo ir kranto, vienui vienas lavinosi Džonatanas Livingstonas Žuvėdra. Pakilęs į šimto pėdų aukštį jis nuleido savo plėvėtas paukščio kojas, pakėlė snapą, išlenkė sparnus lanku ir visas įsitempė, kad galėtų skristi labai lėtai ir todėl mažino greitį tol, kol vėjas pavirto švelniu jo veidą glostančiu šnaresiu, o žemai plytintis vandenynas tartum sustingo. Prisimerkęs ir sutelkęs visą savo dėmesį jis sulaikė kvėpavimą, sukaupė paskutines jėgas ir... dar, dar truputį... dar mažumėlę išlenkė sparnų lanką. Staiga plunksnos susitaršė, jis prarado greitį ir krito žemyn.

Visi žino, jog žuvėdros sklendžia grakščiai ir niekad nepraranda greičio. Staiga susvirduliuoti ir kristi žemyn – tai gėda ir baisi nešlovė.

Bet Džonatanas Livingstonas Žuvėdra, kuris nė kiek nesigėdydamas ir visas virpėdamas vėl išlenkė sparnus lanku, kuris sklendė vis lėčiau ir lėčiau, kol galiausiai praradęs greitį vėl ėmė kristi žemyn, nebuvo paprastas paukštis.

Dauguma žuvėdrų skraidymo gudrybių pramoksta tik tiek, kad galėtų pakilti nuo kranto, o paskui grįžti atgal. Daugumai žuvėdrų svarbu ne skrydis, o maistas. Bet šiam paukščiui rūpėjo ne duonos kąsnis, jam rūpėjo skrydis. Labiausiai už viską Džonatanas Livingstonas Žuvėdra mėgo skraidyti.“

Richard Bach „Džonatanas Livingstonas Žuvėdra“

Kūrybinio skrydžio, mielieji! Tebus ši nuostabi Knyga vadovu siekiant mokslo viršūnių, o mūsų žurnale rasite papildomų žinių, būtinų aukštajam pilotažui.

Vladas Vansevičius

Projektas

Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas

JAUNASIS TYRĖJAS

Jūsų rankas pasiekęs žurnalas ***Jaunasis tyrėjas*** yra ne vienintelis projekto kūrinys, skirtas jauniesiems tyrėjams ir jų vadovams. Jei norite praverti mokslininkų pasaulio duris ir pasijusti vienu iš jų, – nepraleiskite progos! Tapkite ***Jaunųjų tyrėjų klubo*** nariais ir dalyvaukite paskaitose, mokymuose moderniose mokslinėse laboratorijose, įvairiuose konkursuose ir turnyruose, o iškilusias problemas spręskite kartu su mokslininkais konsultantais.

Adresu *www.jaunasis-tyrejas.lt* rasite informaciją ne tik apie projekto naujienas, buvusius ir būsimus renginius, konkursus, bet ir sužinosite, ką veikia, kuo gyvena Lietuvos mokslininkai, taip pat ir apie mokslo atradimus, turėjusius atgarsių visame pasaulyje. Jūsų laukia dar neišspręsti gamtos galvosūkiai ir atradimų džiaugsmas!

Jaunasis tyrėjas

Projekto *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas* žurnalas

Leidžia Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centras

Redakcinė kolegija: Aurelija Judita Abraitytė, Gediminas Beresnevičius, Vincas Būda, Rimantas Jankauskas, Jonas Karolis, Tomas Luneckas, Gediminas Motuza, Donatas Narbutis, Rigonda Skorulskienė, Rima Stonkutė, Justinas Teišerskas, Gintaras Valinčius, Vladas Vansevičius (pirmininkas), Gitana Viganauskienė, Aurelija Visockienė.

Žurnalą rengė

Aldona Krutinienė, *aldona@jaunasis-tyrejas.lt*

Dalia Ignatjeva, *dalia@jaunasis-tyrejas.lt*

Ieva Šablevičiūtė, *ieva@jaunasis-tyrejas.lt*

Saulė Markevičiūtė, *saule@jaunasis-tyrejas.lt*

Adresas

Žirmūnų g. 1B, LT-09101 Vilnius

Tel. +370 5 276 1295

Faks. +370 5 276 3205

El. p. *busiu.mokslininkas@jaunasis-tyrejas.lt*

© Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centras, 2009

© Dizainas UAB „Inter Se“

Žygimantų g. 10-3, LT-01102 Vilnius

Maketavo ir spausdino UAB „Lodvila“

Sėlių g. 3A, LT-08125 Vilnius

Už straipsniuose pateiktus vertinimus ir faktus atsako autoriai.

Žurnale pateiktą informaciją galima naudoti kituose leidiniuose tik gavus raštišką leidėjo sutikimą.

Žurnalas *Jaunasis tyrėjas* internete *www.jaunasis-tyrejas.lt*

Žurnalas leidžiamas Europos Sąjungos struktūrinių fondų ir Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšomis

ISSN 2029-3577

Kodėl keičiasi klimatas?

Valentinas Baltrūnas

Paskutiniais dešimtmečiais išryškėjo klimato šilimo požymiai: kyla oro ir Pasaulinio vandenyno temperatūra, jo lygis, pastebimai tirpsta ledynai, be to, susidaro daugiau ledkalnių, mažėja sniego danga. Didesnių ar mažesnių klimato svyravimų buvo ir mūsų planetos praeityje, tačiau pastaruoju metu įsigalėjo nuomonė, kad pagrindinė klimato šilimo priežastis – ūkinė žmonijos veikla (miškų kirtimas, žemės arimas, išplėtota pramonė, energetika ir kita). Vienas iš jos padarinių yra atmosferos sudėties kitimas – daugėja anglies dioksido (CO_2) ir aerozolių. Šis kitimas, manoma, ir sukelia klimato šilimą.

Valentinas Baltrūnas, fizinių mokslų habilituotas daktaras, Geologijos ir geografijos instituto vyriausiasis mokslo darbuotojas, Vilniaus pedagoginio universiteto profesorius. Mokslinių tyrimų sritys: kvartero geologija, aplinkos geologija, sedimentologija, archeogeologija, geologinis paveldas. Svarbiausios monografijos: *Stratigraphical subdivision and correlation of Pleistocene deposits in Lithuania* (2002), *Gamta kaip kultūros šaltinis* (2003). Trijų kolektyvinių monografijų sudarytojas, redaktorius ir bendraautoris. Paskelbė daugiau kaip 200 mokslinių ir mokslo populiarinimo straipsnių.

Senųjų geologinių epochų klimato ir atmosferos sudėties rekonstrukcija rodo, kad Žemės istorijoje būta daug šiltesnių laikotarpių, o atmosferoje anglies dioksido kiekis ne visada buvo proporcingai padidėjęs, todėl vis dar svarstoma, kodėl gi klimatas šyla. Ar dabartinį šilimą lemia natūralūs planetos klimato kitimo dėsningumai, ar žmogaus ūkinė veikla? Matyt, abu šie veiksniai svarbūs ir jų poveikis klimato kaitai sutampa. Planetos klimato savireguliaciją tyrinėjantys mokslininkai tvirtina, kad dabartinis trumpalaikis atšilimas yra artėjančio atšalimo (ar net apledėjimo) pradžia. Manoma, kad ledkalniai, o jų sparčiai gausėja, turėtų atvėsinti vandenynų ir jūrų vandenį poliarinėse srityse. Tokiu atveju šaltuoju metų laikotarpiu dideli vandens plotai užšaltų ir dėl padidėjusio atspindžio nuo Žemės paviršiaus jos sugertas Saulės energijos kiekis sumažėtų – klimatas atvėstų.

Apledėjimų pėdsakai geologinėje praeityje

Gausi Žemės geologinių tyrimų medžiaga liudija, kad praeityje buvo ilgalaikių klimato atšalimų ir su jais susijusių apledėjimų. Seniausių kontinentinio apledėjimo pėdsakų aptikta archėjaus ir proterozojaus eonų[1] (nuo 3 milijardų iki 542 mln. metų prieš dabartį) dariniuose. Tai suakmenėjusios (litifikuotos) ledyninės nuogulos – tilitai. Didelio apledėjimo būta permo ir karbono perioduose (prieš 270–320 mln. metų). Vien per pastaruosius 150 mln. metų temperatūros vidurkis labai svyravo ir kreidos (prieš 65–145 mln. metų) periodo viduryje buvo maždaug 8 laipsniais didesnis už dabartinį. Tuo metu anglies dioksido kiekis atmosferoje taip pat buvo daug didesnis.

Bene geriausiai ištirta paskutiniojo (dabartinio) mūsų planetos raidos periodo – kvartero (pradžia prieš 1,8 mln. metų) – klimato kaita ir gamtinės sąlygos. Geologinių tyrimų Lietuvoje duomenimis, kvartero periodo nuogulų storymės (vidutinis storis 100–150 m, didžiausias – 314 m) didesnę dalį sudaro ledynų palikti riedulingo moreninio priemolio ir priesmėlio sluoksniai. Nustatyta ir aprašyta per 10 tokių sluoksnių, priskiriamų šešiems Lietuvos apledėjimams. Tarpledynmečiais ledyniniai skydai Šiaurės Europoje buvo ištirpę. Ledynai paliko po kelis moreninių nuogulų sluoksnius, susidariusius dėl ledynų judėjimo: trumpalaikių stabtelėjimų, atsitraukimų, naujų poslinkių pirmyn. „Pulsuojančių“ ledynų paliktuose sluoksniuose slypi informacija apie sudėtingą klimato kaitą žemyne apledėjimo metu. O štai ištyrus dabartiniuose ledynuose esančius oro burbuliukus paaiškėjo, kad prieš kelis tūkstančius–dešimt tūkstančių metų anglies dioksido, metano (CH_4), azoto suboksido (N_2O) koncentracija (manoma, ji didėja dėl žmogaus ūkinės

[1] Žemės geologinės istorijos laikotarpis.

Prieledyninio ežero likučiai, ledo sienoje matyti buvusio ežero lygio linija

Bronislavo Karmazos nuotrauka

veiklos) atmosferoje buvo gerokai mažesnė už dabartinę.

Klimato kitimo veiksniai

Aptikus senųjų apledėjimų pėdsakų pradėta mąstyti apie klimato atšalimo ir jo sukeltų apledėjimų priežastis. Galimos dvi priežasčių grupės. Pirmajai priklauso su pačios planetos ypatybėmis susiję veiksniai, pavyzdžiui, klimato atvėsimą gali sukelti suintensyvėjusi ugnikalnių veikla, dėl jos sparčiai padidėja „šiltnamio“ dujų ir dulkių kiekis Žemės atmosferoje. Klimato kaita gali būti susijusi ir su planetos savireguliacijos mechanizmu, palaikančiu jos gamtinių sąlygų pastovumą. Pavyzdžiui, dėl klimato atšilimo sumažėja poliarinių jūrų ledo dangos plotas, sparčiau formuojasi ledkalniai, smarkiau garuoja vandenys ir gretimame žemyne gausėja kritulių. Sausumoje dėl spartaus sniego kaupimosi susiformuoja kelių kilometrų storio ledyninis skydas, jo ledo masės slenka. Dėl ledyninių skydų plėtimosi mažėja augalijos plotai bei įvairovė, mažėja fotosintezės mastas ir gausėja anglies dioksido – tai pranašauja klimato atšilimą. Užšalus dideliems poliarinių jūrų plotams išgaruoja daug mažiau vandens ir sausumoje sumažėja kritulių, todėl be jų papildymo ir dėl oro masių kelių keitimosi ledynai vėl pradeda nykti ir trauktis, o klimatas šilti. Visi šie vyksmai kartojasi. Gali būti, kad kartais toks savireguliacijos mechanizmas tik sušvelnina galingesnių – astronominių (pavyzdžiui, Žemės orbitos elementų kitimo) ir tektoninių (pavyzdžiui, kalnodaros) – procesų sukeltus klimato pokyčius.

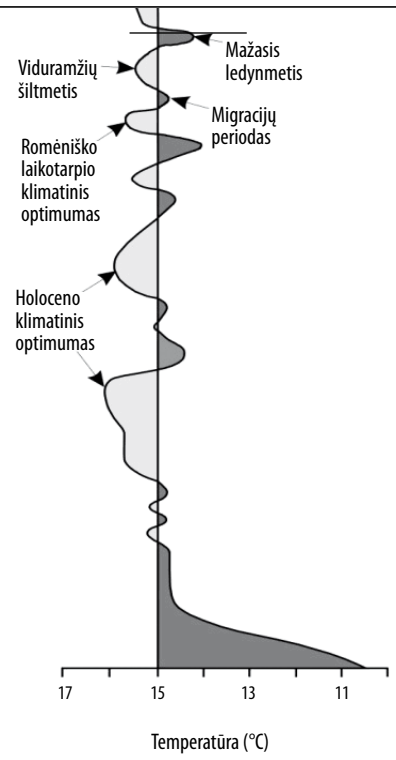
Antrąją klimato kaitos priežasčių grupę sudaro kosminiai veiksniai: Saulės spinduliuojamos energijos svyravimai, taip pat Žemės sukimosi ašies precesija ir skriejimo aplink Saulę orbitos kitimas. Pasaulyje plačiai žinoma M. Milankovičiaus (M. Milanković, 1879–1958) astronominė klimato svyravimų teorija. Jos esmė – į Žemę patenkančios Saulės energijos kitimas priklauso nuo mūsų planetos orbitos ekscentriciteto, ašies precesijos ir planetos sukimosi ašies polinkio kampo į orbitos plokštumą kitimo (plačiau apie tai rašoma šio numerio straipsnyje „Astrobiologija ir ledynmečiai“). Gretinant šio kitimo ir paskutiniojo tarpledynmečio bei ledynmečio ciklo nuosėdų tyrimų duomenis matyti akivaizdi jų koreliacija.

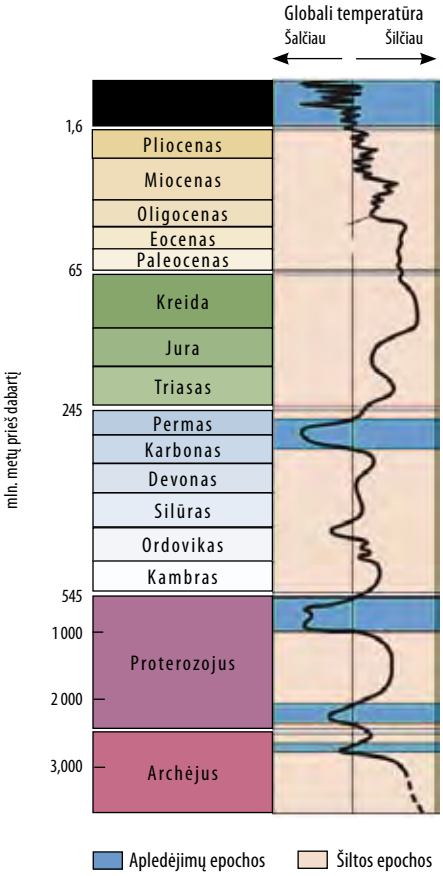
Ką sako Grenlandijos ledynai?

Klimato kaitai, be oro ir vandens temperatūros, jūros lygio kitimo, dar būdingas kritulių kiekio svyravimas, augalijos ir gyvūnijos sudėties bei paplitimo kaita. Akivaizdžių klimato kaitos požymių aptinkama tiriant kontinentinių ir kalnų ledynų aplinką. Tarp jų – pačių ledynų plonėjimas bei traukimasis, savitų darinių (morenų) susidarymas, didelė tirpsmo vandenų masė ir jos pertekliaus sukeliamos katastrofos, spartus ledkalnių gausėjimas ir kita. 2006 ir 2007 metais buvo surengtos dvi Lietuvos mokslininkų ekspedicijos į Vakarų Grenlandiją klimato atšilimo požymiams tirti. Grenlandijos ledyninio skydo pakraštyje galima stebėti procesus, panašius į vykusius Lietuvoje prieš 13–24 tūkst. metų, kai ją dengė panašaus storio ledynas. Tyrimai buvo atliekami netoli Kangerlusuako (Kangerlussuaq) miestelio. Nustatyta, kad Raselo (Russell) ir Levereto (Leverett) ledynų liežuvių aplinkoje didžiojo ledyninio skydo pakraštinės dalies storis sumažėjo ir pakraštys atsi-

Klimato svyravimai ir žmonijos raidos etapai poledynmečiu

Tūkst. metų prieš dabartį	Skirsnis	Chronozonos	Indeksas	Vidutinė Žemės paviršiaus temperatūra Šiauriniame pusrutulyje (pagal Dansgaard et al. 1969, Schönwiese 1995)	Archeologiniai periodai	Tūkst. metų prieš dabartį
1,0	HOLOCENAS	Subatlantis	SA		Istoriniai laikai	0,8
					Geležies amžius	
2,5		Subborealis	SB		Žalvario amžius	2,5
5,0		Atlantis	AT		Neolitas	3,7
					Mezolitas	6,0
8,0		Borealis	BO			
9,0		Preborealis	PB			
10,0	Vėlyvasis ledynmetis	Vėlyvasis driasas	DR2		Paleolitas	10,0
10,9		Aleriodas	AL			
11,9		Ankstyvasis driasas	DR1			
12,3		Biolingas	BO			





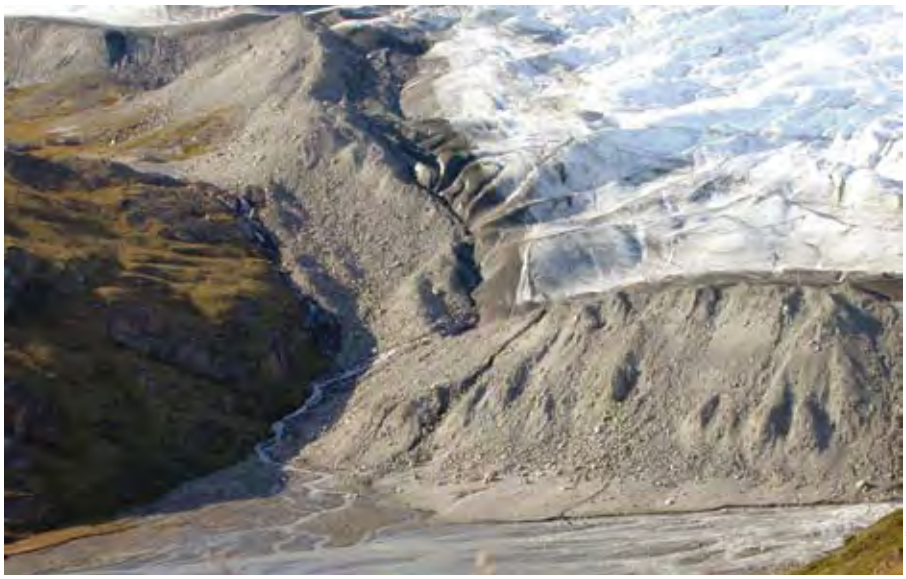
Apledėjimų epochos Žemės praeityje (paryškintos mėlyna spalva; pagal Kump et al. 1999)

Po ledynu slūgsantis moreningas bazalinis ledas

Bronislavo Karmazos nuotrauka

traukė (Baltrūnas, Šinkūnas 2007). Prie ledyno prisišliejusių moreninių gūbrių aukštis ledyno pusėje liudija, kad ledyno storis sparčiai mažėjo – per pastaruosius 20 metų sumažėjo 20–30 metrų. Raselo ledyno galinė dalis per vienerius metus atsitraukė apie 100 metrų. Klimato atšilimą rodo ir spartus ledyninių darinių reljefo bei nuogulų susidarymas. Prie būdingiausių priklauso pakraštiniai morenų gūbriai, sudaryti iš mišrios nuotrupinės medžiagos. Jie žymi ilgesnį ledyno stabtelėjimą. Senais slėniais laisvai nutekantys ledyno tirpsmo vandenys suklosto žvirgždingas ir smėlingas nuosėdas. Iš negalinčio nutekėti tirpsmo vandens, susitvenkusio tarp ledyno ir šalia esančių aukštesnių kalvų, susidaro prieledyniniai ežerai, kuriuose paprastai klostosi smulki medžiaga – smėlis, aleuritas, molis. Iš tokių suklostytų nuosėdų galima spręsti apie sezoninius klimato svyravimus, liūčių laikotarpius,

Ledyną juosiančios šoninės morenos kalvagūbris



Petro Šinkūno nuotrauka

ežero krantų irimą ir nuošliaužų slinkimą pakrantėje.

Ežeras išnyko per vieną naktį

Prieledyninio ežero vandens staigaus ištekėjimo reiškinys žinomas seniai. Tokį retą reiškinį mūsų ekspedicijos dalyviai stebėjo 2007 metais. Rugpjūčio 31-ąją per vieną naktį staiga ištekėjo beveik visas Raselo viršutiniojo prieledyninio ežero vanduo. Vandens lygis nukrito apie 50 metrų. Taip atsitiko dėl labai smarkaus ledyno tirpimo ir spartaus tirpsmo vandens kaupimosi. Iš pradžių vandens lygis ežere kilo tol, kol jo pietinį krantą sudarantis ledynas staigiai pakilo keliais metrais aukštyn (juk ledas lengvesnis už vandenį) ir vanduo su didele jėga poledyniniu tuneliu išsiveržė į toliau pakraštyje esantį kalnų slėnį. Besiveržiantis vanduo jo šlaitus nusėjo gausiais bemaž 3 metrų skersmens ledokšniais, o ežero dubenį – dideliais ledo luitais. Dabartiniu klimato atšilimo laikotarpiu tokie katastrofiški prieledyninių ežerų vandens išsiveržimai užregistruoti ir kituose stambių ledynų rajonuose, pavyzdžiui, Aliaskoje, Islandijoje, Himalajuose.

Suintensyvėjęs ledkalnių susidarymas ypač akivaizdus Kangia fiorde, netoli Ilulisato (Ilulissat) uosto. Ledyninio skydo ledas slenka į šį fiordą. Glaciologų duomenimis, ledo masės slinkimo greitis per pastarąjį dešimtmetį net padvigubėjo (nuo 20 m iki 40 m per parą). Padvigubėjo ir iš sausumos į vandenyną ledkalnių pavidalu patenkanti ledo masė (Šinkūnas 2007).

Žmogaus poveikis

Manoma, pagrindinis antropogeninis veiksnys, skatinantis mūsų planetos klimato atšilimą, yra atmosferos sudėties kitimas. Joje dėl žmogaus ūkinės veiklos sparčiai daugėja anglies dioksido, metano, azoto suboksido, įvairių aerozolių. Šios dujos ir aerozoliai atmosferoje sulaiko šilumą ir sukelia šiltnamio efektą, o šis skatina klimato atšilimą. Apibendrinus globalias klimato kitimo tendencijas patvirtinta, kad pagrindinis šių dienų klimato atšilimo veiksnys mūsų planetoje yra nuolatinė atmosferos tarša anglies dioksidu, kitomis „šiltnamio“ dujomis, aerozoliais. Spėjama, kad dėl prasidėjusio klimato atšilimo ateityje gali dažniau kilti karščio bangos, sausros, gaisrai, potvyniai ir audros, o kai kurios infekcinės

Ledkalnis su besikeičiančiu svorio centru

Nuolat griūvantis Raselo ledyno galas

Ledyno paviršiuje vidurdienį

Jauniesiems tyrėjams

Jaunieji tyrėjai, besidomintys mūsų krašto gamtos ir klimato raida, gali atlikti gana daug gamtotyrinių darbų ir savo gyvenamojoje vietovėje. Gamtos įvykių pėdsakų galima aptikti kad ir upės skardyje ar karjero sienelėje atsidengiančiuose ledyno, jo tirpsmo vandens, jūros, upės, ežero, vėjo ir kitų veiksnių suklostytuose nuogulų sluoksniuose. Iš ten paimtuose nuosėdų mėginiuose galima rasti daug ką papasakoti galinčių mineralų grūdelių, išlikusios medienos, sporų, žiedadulkių, sėklų. Visa tai įdomu tirti! Iš tyrimų rezultatų galima atkurti ne tik buvusio klimato ypatybes, bet ir permainų laiką ir trukmę metais. Tyrinėjant sezoninį gamtos reiškinių, ypač augalų ir gyvūnų vystymosi, periodiškumą naudinga ilgą laiką fiksuoti vietovės hidrometeorologines sąlygas. Svarbu ir labai įdomu tirti su dabartiniais klimato pokyčiais susijusius mūsų krašto augalijos, grybijos ir gyvūnijos raidos procesus. Tai gali būti atskirų augalų ar grybų rūšių arealų ribų kitimas, iki šiol nebūdingų vabzdžių, paukščių ar kitų gyvūnų atsiradimas.

ligos (ypač maliarija) išplisti naujuose regionuose. Iki 2080 metų dėl pakilusio jūrų ir vandenynų lygio gali būti užtvindytos didelės teritorijos, ypač didžiosiose Azijos ir Afrikos upių deltose ir mažose salose. Akivaizdu, kad atskiruose žemynuose ir jūrų bei vandenynų akvatorijose klimato pokyčiai ir jų padariniai taip pat priklausys nuo realių gamtinių sąlygų (geografinės padėties, kalnuotumo, miškingumo ir pan.) ir naudojamų išankstinių apsaugos priemonių. Lietuvos klimato modeliavimo rezultatai iš dalies patvirtina globalųjį vertinimą. Turimi duomenys ir modeliavimo rezultatais pagrįstos klimato kaitos prognozės rodo, kad šiame amžiuje mūsų ir gretimuose kraštuose oro temperatūra kils (Rimkus ir kt. 2007). Didžiausi pokyčiai numatomi žiemą, mažiausi – vasarą. Vyraus vakariai vėjai. Kritulių žiemą ir pavasarį bus daugiau, vasarą ir rudenį – mažiau. Vidutiniškai per metus bus daugiau saulėtų dienų, nors žiemą jų kiekis mažės.

Literatūra

Baltrūnas V., Šinkūnas P. 2007, Moreninių nuogulų formavimasis dabartiniuose Grenlandijos ledynuose. *Geologijos akiračiai*, 1 (65), 29–37.

Dansgaard W., Johnsen S. J., Møller J., Langway C. C. Jr. 1969, One Thousand Centuries of Climatic Record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet. *Science*, 166 (3903), 377–380.

Kump L. R., Kasting J. F., Crane R. G. *The Earth System*. Prentice-Hall, Inc., 1999.

Rimkus E., Kažys J., Junevičiūtė J., Stonevičius E. 2007, Lietuvos klimato pokyčių XXI a. prognozė. *Geografija*, 43(2), 37–47.

Schönwiese C., *Klimaänderungen: Daten, Analysen, Prognosen,* Heidelberg: Springer, 1995.

Šinkūnas P. 2007, Globalių pokyčių atspindys Grenlandijos ledynuose. *Geologijos akiračiai*, 1 (65), 24–28.

Grenlandijos ledyninio skydo pakraštys (vaizdas iš lėktuvo)

Petro Šinkūno nuotraukos

Galbūt greitai nebereikės vaistų

Evaldas Liutkevičius

Tik ištark „kamieninės ląstelės“ ir gali būti tikras, kad sulauksi griežtos nuomonės ir karštų debatų, nors dažniausiai diskutuojantieji nėra pakankamai kompetentingi. Informacijos yra įvairios ir gana prieštaringos, todėl sunku atsirinkti, kas yra tikra ir pagrįsta moksliniais tyrimais. Daugelis kamienines ląsteles įsivaizduoja kaip embrionines kamienines ląsteles, iš kurių galima klonuoti žmogų ar gyvūną, ir svarsto, ar tai etiška ir kokie gali būti klonavimo padariniai. Vieni yra girdėję, kad ateityje visas ligas bus galima išgydyti pasitelkus kamienines ląsteles. Mokslininkai daugiausia diskutuoja apie audinių, organų regeneraciją ir klonavimą naudojant kamienines ląsteles. Kuo skiriasi audinių regeneracija nuo žaizdų gijimo? Kokios ligos gali būti gydomos kamieninėmis ląstelėmis? Koks ryšys tarp senėjimo procesų ir kamieninių ląstelių funkcijų? Yra begalė ir kitų dar neatsakytų klausimų.

Biomedicinos mokslų daktaras **Evaldas Liutkevičius** yra vienas iš pirmojo Baltijos šalyse virkštelės kraujo kamieninių ląstelių banko „Imunolita“ įkūrėjų ir vienas pirmųjų, pradėjusių kamieninių ląstelių tyrimus Lietuvoje. Projekto „Suaugusio žmogaus mezenchiminių kamieninių ląstelių paruošimo terapiniams tikslams technologijos“ dalies atsakingasis vykdytojas. Moksliniai interesai: kamieninių ląstelių tyrimai, jų taikymas pažangios terapijos vaistiniams preparatams kurti.

Dar antikos laikais mokslininkai žinojo, kad kai kurie gyvūnai, pavyzdžiui, jūrų žvaigždė arba tritonas, gali atauginti prarastas kūno dalis. Deja, žmonėms prarasta koja ar pirštas savaime neatauga, nors mūsų organizme nuolat atsinaujina kraujas, oda ir kiti audiniai. Gamta žmogui nepadovanojo galimybės atauginti prarastų kūno dalių, bet davė kamienines ląsteles, be kurių mes labai greitai pasentume. Dabar jau žinoma, kad susirgus jos mums padeda pasveikti.

Kas ta kamieninė ląstelė?

Pasakyti, kas yra kamieninė ląstelė, ne taip paprasta. Tai pirminė besidauginanti nediferencijuota[1] ląstelė. Kamieninei ląstelei, be diferencijavimosi, būdinga ir kita savybė – dalis dukterinių ląstelių išlieka kamieninės, o likusios gali diferencijuotis ir vėliau sudaryti tam tikrų organų audinius. Mokslininkai tiria, kodėl taip yra.

Pirmieji gebančias atsinaujinti ląsteles 1960 m. atrado ir pavadino kamieninėmis Kanados mokslininkai E. A. Makalokas (E. A. McCulloch) ir Dž. E. Tilis (J. E. Till). 1961 m. jie iš pelės kaulų čiulpų išskyrė ir aprašė vadinamuosius kolonijas formuojančius vienetus, kurie, kaip paaiškėjo vėliau, yra sparčiai besidauginančios ląstelės, jos ir buvo pavadintos polipotentinėmis (Till, McCulloch 1961). 1998 m. pirmą kartą laboratorijoje buvo išskirtos žmogaus embrioninės kamieninės ląstelės (Ferrari et al. 1998). Šios ląstelės yra ypatingos, nes atsinaujina visą gyvenimą ir gali virsti įvairių audinių ląstelėmis.

Kamieninės ląstelės yra tarsi tiltas tarp apvaisintos kiaušialąstės, iš kurios mes kilę, ir organizmo, kuriuo mes tampame. Jos yra ląstelių, sudarančių mūsų organizmą, šaltinis ir senstant pakeičia susidėvėjusias, pažeistas ar sergančias ląsteles.

Kamieninių ląstelių įvairovė

Kamieninių ląstelių kilmė daug kuo lemia diferenciacijos galimybę. Ląstelių diferenciaciją ir specializaciją valdo vidiniai (sužadina ląstelės genai) ir išoriniai (sužadina gretimų ląstelių išskiriamos cheminės medžiagos, fizinis sąlytis su gretimomis ląstelėmis ir tam tikros molekulės mikroaplinkoje) signalai.

Pagal išgavimo šaltinį skiriamos embrioninės, vaisiaus, virkštelės kraujo ir suaugusio organizmo kamieninės ląstelės, visos jos gali virsti vieno, kelių arba visų tipų organizmo ląstelėmis. Pagal gebėjimą diferencijuotis (kitaip vadinamą plastiškumu) kamieninės ląstelės skirstomos į totipotentines, pliuripotentines, multipotentines ir unipotentines. Iš totipotentinės ląstelės (apvaisinto kiaušinėlio, arba zigotos[2]) vystosi embrionas ir jo augimą gimdoje palaikantys audiniai. Embrioninės kamieninės ląstelės, gaunamos iš blastocistos[3] lastelių vidinės masės (angl. *Inner cell mass* – ICM), yra pliuripotentinės – gali išsivystyti į bet kokio tipo audinio ar organo ląsteles. Iš embriono ankstyvojoje stadijoje (praėjus ne daugiau kaip 22 savaitėms po kiaušialąstės apvaisinimo) išskiriamos vaisiaus ląstelės yra tarpinės tarp pliuri- ir multipotentinių ląstelių (Frencha et al. 2008). Embrioninės ląstelės daug geriau regeneruoja audinį ir jame dauginasi negu suaugusio organizmo kamieninės ląstelės. Pagrindinis embrioninių kamieninių ląstelių pranašumas yra organizmo imunologinė tolerancija jų atžvilgiu – organizmas jų neatmeta.

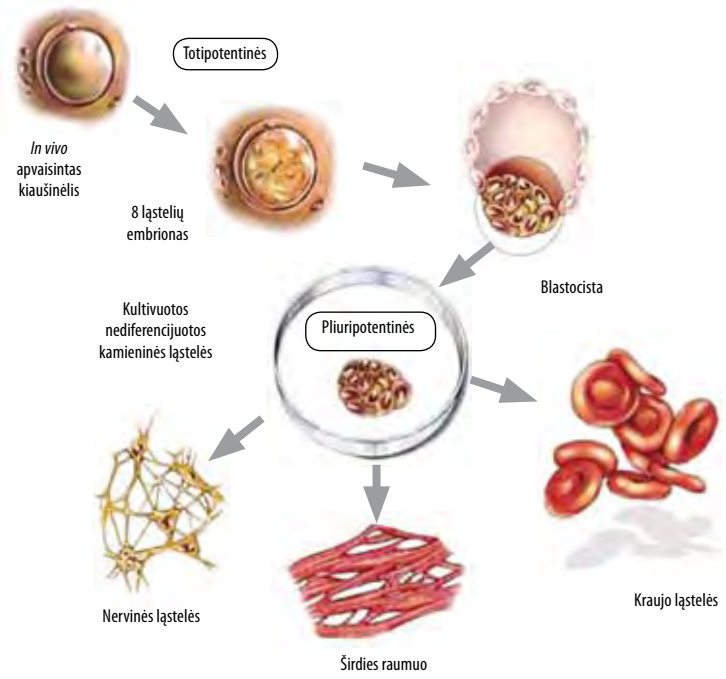
Pastaruoju metu mokslininkai ypač domisi suaugusio organizmo kamieninėmis ląstelėmis, nes jos palaiko daugelio specializuotų audinių homeostazę[4] (Wulf et al. 2001). Jos sudaro nedidelę audinio ląstelių populiacijos dalį (0,1–3 %) ir visą gyvenimą lemia audinių atsinaujinimą. Kamieninių ląstelių yra visuose suaugusio organizmo organuose, bet pagrindinis jų šaltinis – kaulų čiulpai. Tyrimai rodo, kad kaulų čiulpuose yra dviejų tipų multipotentinių somatinių kamieninių ląstelių: hematopoetinių (tiesiogiai dalyvauja kraujodaroje) ir mezenchiminių (neformuoja kraujodaros sistemos). Įdomu tai, kad mezenchiminės kamieninės ląstelės *in vivo* ir *in vitro* gali diferencijuotis į kaulinio, kremzlinio, riebalinio ir raumeninio audinio ląsteles. Kai kurios iš jų gali išsivystyti tik į tam tikro tipo ląsteles ir vadinamos multipotentinėmis. Kaulų čiulpų kamieninės ląstelės gali

[1] Ląstelė, galinti virsti bet kurio audinio ląstele.

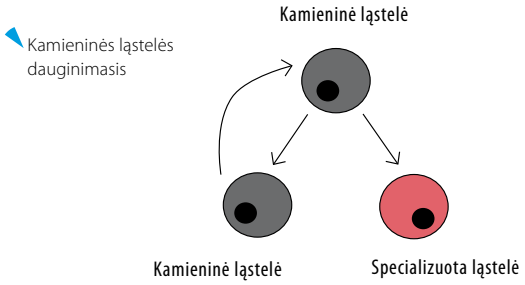
[2] Po apvaisinimo susidariusi diploidinė ląstelė.

[3] Keturių–penkių dienų embrionas, sudarytas iš 50–150 ląstelių.

[4] Reiškinys, kai sistema palaiko pastovią būseną.



Pliuripotentinės kamieninės ląstelės (parengta pagal „Stem Cell Research Foundation“)



Mezenchiminės pelės širdies audinio kamieninės ląstelės

UAB „IMUNOLITA“ NUOTRAUKA

virsti hepatocitais[5], endotelio[6], miokardo[7], centrinės nervų sistemos, neurogeninėmis smegenų ir kt. ląstelėmis, bet jų kaulų čiulpuose yra labai nedaug – 0,001–0,01% bendro ląstelių kiekio organizme, ir esant sunkiems pažeidimams organizmui jų tiesiog nepakanka. Unipotentinės ląstelės – dažniausiai suaugusio organizmo kamieninės ląstelės, kurios normaliomis sąlygomis virsta tik vieno tipo organizmo ląstelėmis. Jų kilmė nėra visiškai aiški. Multipotentinės ląstelės gali tapti bet kokiomis galutinės paskirties ląstelėmis ir tai priklauso nuo supančios aplinkos veiksnių.

2006–2007 m. dvi tarpusavyje nesusijusios mokslininkų grupės paskelbė pelės (Takahashi, Yamanaka 2006) ir suaugusio žmogaus (Klimanskaya et al. 2006, 2007) organizmo kamieninių ląstelių rediferenciacijos tyrimų panašius rezultatus. Kamieninės ląstelės ne tik gali virsti specializuotomis – galimas ir priešingas procesas. Šis atradimas teikia vilčių, jog multipotentines kamienines ląsteles bus galima gauti iš jau diferencijuotų ląstelių, deja, ne iš visų.

[5] Liaukų epitelio ląstelės, sudarančios iki 80 % kepenų masės.

[6] Vienasluoksnis plokščiasis epitelis, dengiantis širdies, kraujagyslių, limfagyslių vidinį paviršių.

[7] Širdies raumens sluoksnis.

Išmokime valdyti – galėsime pagyti!

Jei nebūtų kamieninių ląstelių, organizmas negalėtų atsinaujinti ir žmogus labai greitai pasentų. Pavyzdžiui, kraujo eritrocitų ląstelės gyvuoja maždaug 110–120 dienų, vėliau jos nebegali pernešti deguonies ir žūva, kepenų ląstelių gyvavimo laikas yra 12–13 dienų, B limfocitų – nuo kelių valandų iki savaitės, granuliocitų[8] – nuo kelių minučių iki kelių dienų.

Kamieninių ląstelių tyrimai yra sparčiausiai besivystanti biologijos ir medicinos tyrimų sritis. Aiškinamasi, kaip iš vienos ląstelės vystosi organizmas ir kaip kamieninės ląstelės suaugusiame organizme palaiko audinių, organų ir viso organizmo homeostazę.

Gavusios bet kokio audinių pažeidimo arba ligos signalą, šios ląstelės pradeda dalytis ir tampa pažeisto audinio ląstelėmis – taip atkuriama organizmo pusiausvyra. Susiliedamos su audinio ląstelėmis jos gali atkurti pažeistų ląstelių funkcijas. Kai audinyje esančios kamieninės ląstelės išsenka, į jį papildomai siunčiamos kaulų čiulpų kamieninės ląstelės, kurios virsta nervinėmis, kepenų ar bet kokių kitų organų ląstelėmis. Audinių gijimą skatina ir kamieninių ląstelių išskiriamos biologiškai aktyvios medžiagos. Tokie atradimai mokslininkus verčia manyti, kad kamieninių ląstelių proliferaciją[9] ir diferenciaciją galima valdyti.

[8] Kraujo ląstelės, grūdėtieji leukocitai.

Mokslininkus labiausiai domina kamieninių ląstelių taikymas terapijoje. Deja, ne viskas taip paprasta – reikia išmokti valdyti ląstelių diferenciaciją, jas saugoti, suteikti transplantuojamoms ląstelėms būtinas savybes ir sudaryti sąlygas, kad ląstelės prigytų, sugebėtų atsinaujinti ir būtų ilgaamžės. Tik tada galima jas „prisijaukinti“ ir gydyti ligas, kurios anksčiau atrodė neišgydomos.

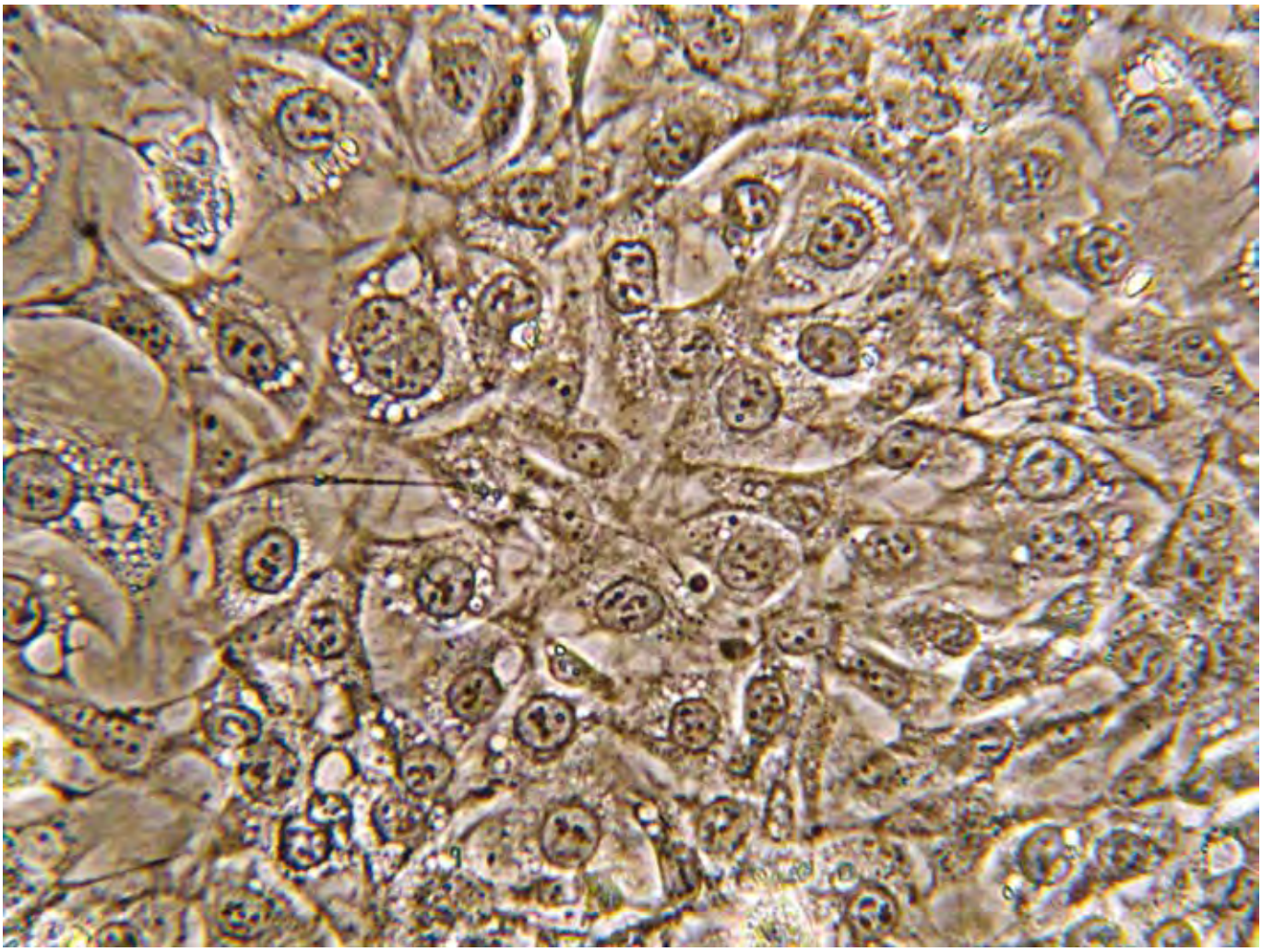
Regeneracinė medicina

XXI amžiuje žmoniją užgriuvo naujos ligos, todėl sveikatos apsaugai keliami didesni reikalavimai. Ilgėjant vidutinei gyvenimo trukmei sparčiai daugėja sergančiųjų onkologinėmis, širdies ir kraujagyslių sistemos, autoimuninėmis, raumenų degeneracinėmis ar nervų sistemos ligomis, cukriniu diabetu.

Pagrindinis regeneracinės medicinos uždavinys – efektyviai panaudoti subrendusių kamieninių ląstelių gebėjimą atsinaujinti. Regeneracinė medicina suteikia galimybių gydyti daugelį degeneracinių ligų, kurias sukelia priešlaikinė specifinių ląstelių žūtis arba jų veiklos nepakankamumas ir organizmo nesugebėjimas šių

[9] Ląstelių dauginimasis, vešėjimas.

Triušio raumens kamieninės ląstelės (padidinta 20 kartų)



Virginijos Bukelskienės nuotrauka; Biochemijos institutas

ląstelių pakeisti naujomis arba atkurti jų funkcijas. Pažeistas ląsteles, audinius, organus ir jų funkcijas galima atkurti taikant ląstelių terapiją. Tai naujas ligų ir traumų gydymo būdas. Dar tik atliekami eksperimentiniai tyrimai, bet tikimasi, kad kamieninėmis ląstelėmis galima bus gydyti miokardo infarktą, su amžiumi atsirandančias degeneracines, autoimunines ligas, paveldimus medžiagų apykaitos sutrikimus, hepatitą, cukrinį diabetą, negyjančius kaulų ar kremzlių pažeidimus, nudegimus. Yra šių ląstelių gebėjimo virsti nervinio audinio ląstelėmis teorinė taikymo galimybė nugaros smegenų pažeidimams, insultui, Alcheimerio (Alzheimerio) ir Parkinsono ligoms, išsėtinei sklerozei gydyti.

Tam, kad kamienines ląsteles būtų galima pradėti taikyti terapijoje, reikia turėti pakankamą jų kiekį, t. y. rasti būdus, kaip iš įvairių audinių išskirti kamienines ląsteles, kurios proliferuotų ir sudarytų audinius, prigytų ir funkcionuotų recipiento[10] organizme po persodinimo, pašalintų arba pagerintų sutrikusias funkcijas, nesukeltų pašalinių reiškinių.

Visais atvejais ląstelės pirmiausia išskiriamos ir paruošiamos terapijai ir tik vėliau perkeliamos į recipiento organizmą. Norint transplantacijai sunaudoti nedidelį kamieninių ląstelių kiekį, labai svarbu jas tinkamai užšaldyti ir laikyti. Ilgalaikio šaldymo sąlygos turi įtakos ląstelių gyvybingumui, gebėjimui proliferuoti ir diferencijuotis. Kiekvienam organą sudarančių ląstelių tipui užšaldymo ir atšildymo sąlygos yra skirtingos, todėl transplantacijai atšildytų organų dažnai nepavyksta panaudoti. Jeigu ląstelės šaldomos per lėtai, jos praranda daug vandens, sumažėja jų tūris, ląstelės suyra, susilieja jų membranos. Priešingas procesas taip pat gali būti žalingas – dėl greito užšaldymo susidaro viduląsteliniai ledo kristalai, žudantys ląsteles.

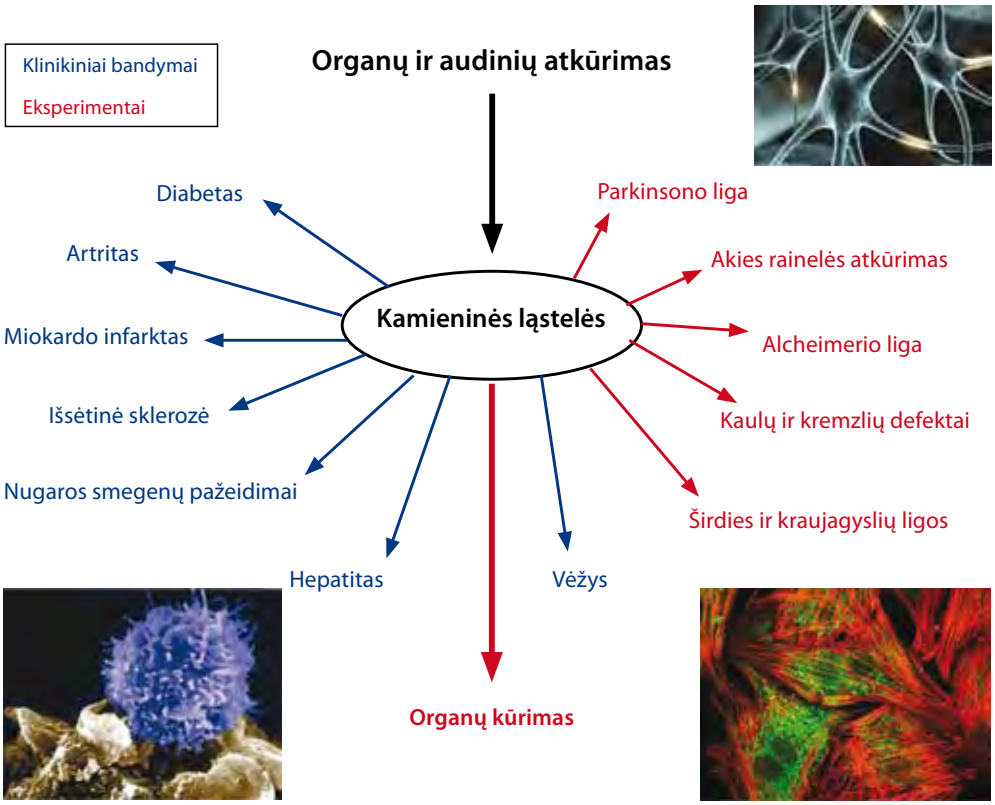
Regeneracinės medicinos metodus sunku pritaikyti praktikoje, nors jau yra daug unikalių atradimų. Kovos už regeneracinę mediciną simbolis – Prometėjas[11]. Už tai, kad jis padovanojo žmonėms ugnį, Dzeusas įsakė jį prikaustyti grandinėmis prie uolos ir kasdien atskrisdavęs erelis išlesdavo jo kepenis, bet šios per naktį ataugdavo. Tai Prometėjui leido išgyventi. Šiandien mokslininkai ir gydytojai, kurdami gydymo būdus prarastoms, pažeistoms ar pasenusioms ląstelėms ir audiniams atkurti, siekia legendą paversti tikrove.

Ląstelės gydys mus

Pastaruoju metu kamieninėmis ląstelėmis gydoma apie 80 ligų ir jų sąrašas nuolat il-

[10] Žmogus, kuriam transplantuojamos ląstelės.

[11] Senovės graikų mitologijoje – titanas, pavogęs iš Olimpo ugnį.



Kamieninės ląstelės ir regeneracinė medicina

gėja. Deja, dar daug kamieninių ląstelių panaudojimo galimybių neatskleista – jas galima tik numatyti.

Kai kurių ligų gydymo technologijos ir metodai kol kas yra tik eksperimentiniai, bet užsienyje, pavyzdžiui Vokietijoje, jau siūloma autologinėmis (paties paciento) kamieninėmis ląstelėmis gydyti periferinę galūnių išemiją, miokardo išemiją ir infarktą, krūtinės anginą, kardiomiopatiją, širdies vainikinių arterijų ir daugelį kitų ligų.

Kamieninių ląstelių atkuriamosios savybės jau seniai naudojamos plastinėje ir rekonstrukcinėje chirurgijoje stipriems nudegimams ar kitiems odos pažeidimams gydyti. Jei sveikos odos yra mažai, iš jos išskiriamos autologinės odos kamieninės ląstelės, kurios dauginamos ir naudojamos odai persodinti. Šios kamieninių ląstelių savybės svarbios ir estetinėje kosmetologijoje. Odoje esantys fibroblastai[12] sendami gamina mažiau kolageno, todėl veidas raukšlėjasi. Tokį senėjimą įmanoma sustabdyti, pavyzdžiui, iš gabalėlio odos išauginta nauja fibroblastų kultūra, kuri suleidžiama į odą – toje vietoje oda pasitempia ir raukšlės išnyksta.

Mokslininkai iš riebalinio audinio išskyrė kamienines ląsteles ir ištyrė jų savybes. Atlikus tyrimus paaiškėjo, kad šios ląstelės sparčiai dalijasi ir esant tinkamai mikroaplinkai geba diferencijuotis į kremzlių, kaulinio, riebalinio, raumeninio arba nervinio audinio ląsteles, gali virsti kardiomiocitais – širdies raumens ląstelėmis – ir padėti atkurti miokardo infarkto pažeistus širdies raumenis.

Medicinos, biologijos ir kitų mokslų pažanga, naujausi kamieninių ląstelių proliferacijos, diferenciacijos ir ląstelių terapijos mokslo laimėjimai verčia susimąstyti, kas bus rytoj ar po penkerių, dešimties metų. Gal greitai nebereikės ir vaistų? Kai kurie JAV mokslininkai drąsiai teigia: „Mes gydysime ląsteles, o jos gydys mus!“

Tyrimai Lietuvoje

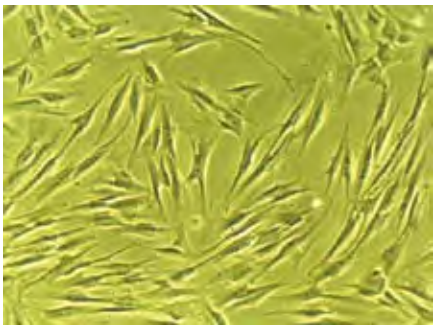
Moksliniu ir medicininiu požiūriu tinkamiausios yra embrioninės kamieninės ląstelės[13], tačiau išskiriant kamienines ląsteles sunaikinamas embrionas. Dėl skirtingo požiūrio ir susiklosčiusių tradicijų įvairiose šalyse embrionų naudojimo tyrimams taisyklės nevienodos. Lietuvoje su žmogaus embrionais galima atlikti tik klinikinius stebėjimus, o juos kurti biomedicininiams ar kitiems tyrimams draudžiama. Tokie tyrimai neleidžiami ir Austrijoje, Lenkijoje, Slovakijoje, Airijoje. Tirti įvežtas embrionines kamienines ląsteles leidžiama Vokietijoje, Italijoje, o tyrimams kurti embrionus – Pietų Korėjoje, Belgijoje, Didžiojoje Britanijoje ir JAV. Siekiant išvengti moralinių, politinių ir etinių problemų stengiamasi atrasti tokius būdus, kad nereikėtų klonuoti arba ardyti žmogaus embriono. Dėl šių priežasčių ypač svarbios virkštelės kraujo ir suaugusio organizmo kamieninės ląstelės.

Lietuvoje ląstelių terapijoje galima naudoti tik virkštelės kraujo ir suaugusio organizmo kamienines ląsteles, išskiriamas iš kaulų čiulpų arba periferinio kraujo.

Nuo 1998 m. Lietuvoje pradėtos tirti suaugusio organizmo kamieninės ląstelės: jų gebėjimas įsiterpti į pažeistą audinį ir jame daugintis, išgyventi ir atkurti pažeisto audinio funkcijas. Taip pat atliekami kamieninių ląstelių veikimo fundamenti-

[12] Jungiamojo audinio ląstelės.

[13] *Embryotic Stem Cell-Based Regenerative Medicine*, www.advancedcell.com/recent-news-item



VU EKMI NUOTRAUKA

Mezenchiminės kamieninės ląstelės, išskirtos iš pieninio danties pulpos

VIRGINIJOS BUKELSKIENĖS NUOTRAUKA; BIOCHEMIJOS INSTITUTAS

Pelės embriono kamieninės ląstelės

niai tyrimai[14], naudojant kamienines, specializuotąsias ląsteles ir audinius kuriami širdies struktūrų regeneracijos modeliai, suaugusio organizmo mezenchiminių kamieninių ląstelių paruošimo terapijai technologijos. Rengiami suaugusio organizmo kamieninių ląstelių iš liekamųjų audinių – virkštelės kraujo ir audinių, placentos, riebalinio audinio ir donoro kraujo leukocitų frakcijos – išskyrimo, auginimo ir diferenciacijos protokolai. Šie darbai daromi Vilniaus universiteto Eksperimentinės ir klinikinės medicinos institute (VU EKMI) bei Imunologijos institute (VU IMI)[15], Biochemijos institute ir kitose mokslo institucijose. Gautų rezultatų taikymas gydymui ir kamieninių ląstelių, kaip pažangios terapijos vaistinių preparatų[16], panaudojimas yra jau kitas etapas. Tam būtinas su ląstelėmis dirbančių gydytojų ir biologų glaudus bendradarbiavimas. Lietuvoje iki šiol tik iš dalies buvo naudojama ląstelių terapija (pavyzdžiui, kaulų čiulpų transplantacija), nes draudė įstatymai. Alogeninės kaulų čiulpų transplantacijos[17] Lietuvoje atliekamos nuo 2004 m. gruodžio 1 d. Kasmet atliekama maždaug šimtas tokių procedūrų.

Lietuvoje dabar jau leidžiama gaminti pažangios terapijos vaistinius preparatus, ir gydytojas, prisiimdamas visą atsakomybę, gali skirti juos konkretiems pacientams. Tai svarbus žingsnis, leidžiantis tikėtis, kad ir Lietuvos klinikinėje praktikoje jau greitai bus pradėta taikyti ląstelių terapija. Taikymas praktikoje paskatins išplėsti kamieninių ląstelių tyrimus, o mokslo institucijose atliekamų tyrimų rezultatus bus galima greičiau naudoti terapijoje. Jau numatyta steigti laboratorijas medicinos įstaigose. Vilniaus Gedimino technikos universitete bioinžinerijos magistrantams pradėtas dėstyti paskaitų kursas „Ląstelių technologijos pagrindai“, taip pat kuriama nauja nanobioinžinerijos programa, kurios viena iš svarbiausių sudėtinių dalių yra ląstelių biologinė inžinerija. Taigi, greitu laiku ir Lietuvoje tikimasi parengti šios srities specialistų.

[14] Eksperimentiniai ir teoriniai darbai, atliekami reiškinių esmei ir stebimai tikrovei pažinti.

[15] Nuo 2010 01 01 VU EKMI ir VU IMI sujungti į Inovatyvios medicinos centrą.

[16] Valstybės žinios, 2008 12 30, Nr. 149–5991.

[17] Kaulų čiulpų transplantacijos rūšis, kai naudojamos ne paties ligonio, bet kito donoro kamieninės kraujo ląstelės.

Literatūra

Ferrari G., Cusella-De Angelis G., Coletta M. et al. 1998, Muscle Regeneration by Bone Marrow-Derived Myogenic Progenitors. *Science*, 279 (5356), 1528–1530.

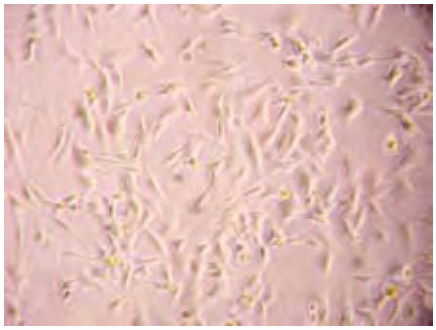
Frencha A. J., Adams C. A., Anderson L. S. et al. 2008, Development of Human Cloned Blastocysts Following Somatic Cell Nuclear Transfer with Adult Fibroblasts. *Stem Cells Express*, doi:10.1634/stemcells.2007-0252.

Klimanskaya I., Chung Y., Becker S., Lu S. J., Lanza R. 2006, Human embryonic stem cell lines derived from single blastomeres. *Nature*, 444, 481–485.

Takahashi K., Yamanaka S. 2006, Induction of Pluripotencial Stem Cells From Mouse Embryotic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors. *Cell*, 126 (4), 663–676.

Till J. E., McCulloch E. A. 1961, Direct Measurement of the Radiation Sensivity of Normal Mouse Bone Marrow Cells. *Radiation Research*, 14, 213–222.

Wulf G. G., Jackson K. A., Goodel M. A. 2001, Somatic Stem Cell Plasticity: Current Evidence and Emerging Concepts. *Exp. Hematol.*, 29 (12), 1361–1370.



VIRGINIJOS BUKELSKIENĖS NUOTRAUKA; BIOCHEMIJOS INSTITUTAS

Triušio raumens kamieninės ląstelės

Jauniesiems tyrėjams

Kamieninių ląstelių tyrimus galima daryti tik darbams su ląstelių kultūromis pritaikytose specialiose laboratorijose. Tokių laboratorijų Lietuvoje kol kas nėra daug, bet jose darbai atliekami sparčiai ir kokybiškai. Tyrimų temos gali būti labai įvairios: nuo kamieninių ląstelių išskyrimo iš naujų šaltinių, pavyzdžiui, iš pieninių dantukų, iki jau išskirtų kamieninių ląstelių linijų gavimo (ląstelės, auginamos *in vitro* sąlygomis, ilgą laiką dalijasi nesidiferencijuodamos) ir jų savybių nustatymo.

Mokslininkai deda daug pastangų siekdami kuo greičiau ir geriau pažinti kamienines ląsteles. Kasdien apie jas sužinoma nauja informacija labai svarbi ne tik mokslininkams, medikams, bet ir sergantiesiems. Tad kiekvienas, prisidėjęs prie kamieninių ląstelių tyrimo, padeda žmonijai. Tai gali padaryti ir tu!

Relation of the ACE Genotype with Ischemic Heart Disease

Aurelija Judita Abraitytė
Kaunas District Academy Ugnė Karvelis Gymnasium, 2007

ABSTRACT

The Angiotensin I-converting enzyme (ACE) gene plays an important role in the development of ischemic heart disease (IHD). The objective of the study was to determine whether the ACE genotype could serve as a genetic marker for IHD. We have investigated the possible relation of the three ACE genotypes (I/I, I/D, D/D) to angina pectoris, myocardial infarction and heart failure in the Lithuanian population. The ACE genotype and clinical characteristics (total cholesterol, triglyceride, low-density lipoprotein, systolic and diastolic blood pressure) of 137 patients with IHD and 40 healthy persons were determined and compared. We have detected that the D/D genotype frequency was 4 times higher ($p = 0.04$) among the IHD patients compared to healthy people. The frequency of I/I genotype is 2.3 times lower ($p > 0.05$) in patients with IHD than in the control group subjects. Logistic regression analysis indicated that genetic susceptibility of the D/D genotype carriers to develop myocardial infarction is 8 times higher ($p = 0.012$) and susceptibility to develop heart failure is 5 times higher ($p = 0.05$) compared with the I/I genotype carriers. It was concluded that persons carrying the ACE D/D genotype are at a significant risk of myocardial infarction and heart failure.

SANTRAUKA

Angiotenziną konvertuojančio fermento (AKF) genas yra susijęs su išeminės širdies ligos išsivystymu. Šio tyrimo tikslas – nustatyti, ar AKF genotipai gali būti išeminės širdies ligos genetiniai žymenys. Tyrimo metu atrastas ryšys tarp AKF genotipų (I/I, I/D, D/D) ir stabilios krūtinės anginos, miokardo infarkto ir širdies nepakankamumo. Buvo palyginti 137 pacientų ir 40 sveikų asmenų AKF genotipai ir jų klinikiniai rodikliai (cholesterolio, mažo tankio lipoproteinų koncentracija, sistolinis ir diastolinis kraujospūdis). Tyrimų rezultatai rodo, kad sergančiųjų išemine širdies liga D/D genotipo dažnis yra 4 kartus didesnis ($p = 0,04$) negu kontrolinių asmenų grupėje, o ligonių I/I genotipo dažnis yra 2,3 karto mažesnis negu kontrolinių asmenų ($p > 0,05$). Atlikus logistinę regresinę analizę nustatyta, kad D/D genotipą turinčių asmenų polinkis susirgti miokardo infarktu 8 kartus ($p = 0,012$), o širdies nepakankamumu – 5 kartus ($p = 0,05$) didesnis, negu I/I genotipą turinčių asmenų.

INTRODUCTION

Ischemic heart disease (IHD) is one of the main causes of health problems and death all over the world. According to the World Health Organization Centre, cardiovascular diseases are the cause of more than 12 million deaths in the world per year [1].

In order to control diseases, which cause the highest morbidity, it is essential to know the origins and possible risk factors. IHD is a polygenic disorder and causes of these various discrepancies have multiple origins. The most crucial risk factors responsible for IHD might be attributed to low physical activity, inappropriate nourishment, smoking, hypertension, obesity, high lipid and lipoprotein concentration in blood and personal genotype. Although most of these risk factors are partly under genetic control, a family history of IHD is also an independent predictor, suggesting the existence of additional susceptibility genes for this condition [2].

Genetic predisposition to various diseases appears to be diverse. Although some of them have been already detected, the genetic relation within a whole population is still poorly understood. One gene may be responsible for the disorder in one population, but not necessarily in another one. There are no doubts about the reliability of IHD genetic basis, therefore more than fifteen genes responsible for the appearance and progression of cardiovascular diseases have been already detected and analysed. In spite of that the research of genetic risk factors for IHD is still continuing [3].

Even though modern medicine technology (biochemical and clinical characteristics) is used for IHD diagnostics, the morbidity and mortality numbers are not diminishing. Integration of up-to-date genomic technologies into the diagnostic laboratories might be useful for early risk assessment, molecular disease classification and prevention [4].

Research on gene polymorphism related to IHD might be helpful to reduce morbidity and death caused by IHD. Early determination of personal genotype would allow us:

- to assess personal predisposition to ischemic heart disease;
- to initiate preventive means in order to delay the onset or to control the progress of the disease;
- to assign proper medication and treatment.

The object of our research is the angiotensin I-converting enzyme (ACE) gene which is associated with IHD development. We suppose that the ACE genotypes have different predisposition to cardiovascular diseases and might be used as genetic markers for risk validation of these diseases.

The ACE is bound to the inner membranes of cells and participates in the metabolism of many small polypeptides, particularly converting angiotensin I to the vasoactive angiotensin II [5]. The ACE is expressed in most tissue cells even though the highest amount of it is found in lung cells [6]. The ACE gene is localized in the chromosome 17 and contains a polymorphism characterized by either insertion (I) or deletion (D) of a 287 base pair alu repetitive sequence inside intron 16 [7]. The following human ACE genotypes are known: insecial homozygote (I/I); heterozygote (I/D); deletion homozygote (D/D).

The ACE gene is involved in vascular tone regulation. Moreover, it is a key component of both the renin-angiotensin-aldosterone

system and the kinin-kallikrein system. Angiotensin II increases blood pressure and constricts blood vessels and veins, decreases kidney perfusion, increases the release of antidiuretic hormone and reduces the feeling of thirst. The amount of aldosterone and catecholamine increases due to its effect in the adrenal gland [8]. The specific structural functional features of the ACE protein have not been established yet. If this information was available it would be possible to design the specific inhibitors useful in the development of blood pressure regulation drugs.

The aim of the study is to establish the ACE genotype variation in patients with ischemic heart diseases[1].

Tasks of the study

- To determine the ACE genotype and allele frequency in patients with ischemic heart disease and healthy control subjects.
- To examine the ACE genotypic variation in patients with angina pectoris, myocardial infarction and various heart failures.
- To evaluate the genetic predisposition to ischemic heart disease.
- To determine the relation between the ACE genotype and clinical characteristics (total cholesterol, triglyceride, low-density lipoprotein, systolic and diastolic blood pressure) in patients with ischemic heart disease and healthy control subjects.

STUDY POPULATION AND METHODS

All experiments were performed in the Laboratory of Cardiology of Kaunas University Cardiology Institute and at the Biology Department of Vytautas Magnus University. The ACE genetic polymorphism was examined in 137 patients who suffered from IHD. The study population consisted of men and women of a wide age range – 35–75 years (average baseline of 60 years old). The control group consisted of 40 healthy people without diagnosed IHD. The individuals from our study population were diagnosed as having one of the most common IHD syndromes: angina pectoris, myocardial infarction or various heart failures.

Angina pectoris (AP) – IHD syndrome, which displays spasmodic pain. This is caused by impaired balance between the supply of blood (thus of oxygen, substrate supply) and the requirement of oxygen for myocardium [9].

Myocardial infarction (MI) is the most common and life threatening IHD syndrome, which damages myocardial cells irreversibly and causes myocardial ischemia [9].

Heart failure (HF) is a condition when heart gradually becomes weaker and is not able to pump blood that satisfies body's needs during rest or physical activity [9].

The human genomic DNA for each subject was extracted from 300 µl blood sample using the Genomic DNA Purification Kit (Genomic DNA Purification Kit#K0512, AB „Fermentas", Lithuania).

Genomic DNA purification:

1. 300 µl of blood were lysed with 1 ml of distilled water H_2O (dd. H_2O), leukocytes spun down for 2 minutes at 5000 revolutions per minute (rpm). The pellet was resuspended in 300 µl 1x TE buffer.
2. 300 µl of blood sample was mixed with 600 µl lyses solution in a 2 ml tube. It was incubated for 5–7 minutes at 65 °C, which was followed by a gentle mixing.
3. 600 µl of chloroform was added immediately, gently emulsified by inversion (3–5 times) and the sample was centrifuged at 10.000 rpm for 2 minutes.
4. A precipitation solution was prepared by mixing 1080 µl dd. H_2O with 80 µl supplied 10x concentrated solution.
5. The upper aqueous phase containing DNA was transferred to a new tube, 800 µl of fresh prepared precipitation solution was added, mixed gently by several inversions at room temperature for 1–2 min and centrifuged at 10.000 rpm for 2 minutes.
6. The supernatant was completely removed and the DNA pellet was dissolved in 100 µl of 1.2 M NaCl solution by a gentle vortexing.
7. 300 µl of cold ethanol was added, mixed gently by several inversions, kept for 20 minutes at a –20 °C temperature in the fridge to let the DNA precipitate, then it was spun down for 3 minutes at 10.000 rpm. Ethanol was poured off.
8. DNA was resuspended in a 100–300 µl 1x TE buffer.

DNA concentration and purity determination. DNA concentration and purity were determined by UV spectroscopy. For quantization the amount of DNA readings were taken at wavelengths of 260 nm and 280 nm. The reading at 260 nm allows to calculate the amount of nucleic acid in the sample. An optical density (OD) of 1 corresponds to approximately 50 µg/ml for double-stranded DNA. The ratio between the readings at 260 nm and 280 nm wavelengths (OD260/OD280) provides an estimate of the purity of the nucleic acid. Pure preparations of DNA have an OD260/OD280 of 1.8. If there is a protein contamination, the OD260/OD280 will be significantly less than the values given above. Protein concentration can not exceed 0.5 mg/ml. If there is a contamination, DNA purification has to be repeated. Work steps:

1. 10 µl of DNA solution was diluted with 90 µl of dd. H_2O in a 200 µl tube.
2. The substance in the tube was gently mixed and kept still for 45 minutes.
3. DNA concentration and purity were measured with a spectrophotometer. For quantifying the amount of DNA, readings were taken at wavelengths of 260 nm and 280 nm.

Gene amplification. The ACE gene polymorphism was analysed by polymerase chain reaction (PCR). Every PCR cycle consists of 3 steps: DNA denaturation, primer hybridization and elongation. Work steps:

1. PCR reagents (10x PCR buffer, 2 mM dNTP solution, 25 mM $MgCl_2$ and dd. H_2O, DNA Taq polymerase) were taken from the fridge, where they had been held at a temperature of –20 °C, melted to room temperature and assembled on ice.
2. An optimal primer annealing temperature was chosen by calculating the T_m values of the primer template pairs according to the following equation: $T_m = 4(G + C) + 2(A + T)$. The ACE gene polymorphism was analysed using a direct primer 5' CTG GAG ACC ACT CCC ATC CTT TCT 3' („Fermentas", Lithuania), melting temperature:
   $T_m = 4(3 + 10) + 2(4 + 6) = 52 + 20 = 72$ (°C) and a reverse primer 5' GAT GTG GCC ATC ACA TTCGTC AGA T 3' („Fermentas", Lithuania):
   $T_m = 4(6 + 6) + 2(6 + 7) = 48 + 26 = 74$ (°C). Usually, the optimal primer hybridization temperature (T_a) is 5 °C below the calculated T_m value. The calculated optimal primer annealing temperature is equal to 68 °C.
3. PCR reaction master mix was calculated and assembled on ice. Reaction mixture was centrifuged for 5 seconds at 10.000 rpm.

[1] The current study was approved by the Lithuanian Bioetics Commitee (approval No NE-2-30).

4. PCR master mix was divided into equal parts of 20 µl and distributed into individual tubes with 5 µl of DNA samples (20 ng/µl). Negative control (K–) contained 5 µl of dd. H_2O. The samples were transferred into the thermocycler and PCR started.

PCR product electrophoretic fractionation and visualization.

The amplified DNA fragment was fractionized on 2 % agarose gel stained with ethidium bromide. pUC Mix Marker 8 (#SM0303 AB „Fermentas", Lithuania) was used as a molecular mass marker. Work steps:

1. Preparation of 1 liter of 0.5x TBE (Tris-Borate-EDTA) buffer: 100 ml of 5x TBE solution diluted with dd. H_2O till 1000 ml. The solution was mixed very well before use.
2. Preparation of 2 % agarose gel: 2 g agarose was dissolved in 100 ml 1x TBE and heated by microwaves until the boiling point was reached. After agarose cooled down at room temperature to 50–60 °C, it was mixed with 5 µl of ethidium bromide stock solution (10 mg/ml) and poured onto the gel form with a comb. The gel form was left for 20–30 minutes at room temperature.
3. PCR samples were taken out of the fridge, melted to room temperature and centrifuged for 15 seconds at 10.000 rpm.
4. The gel was placed into the electrophoresis box with the 1x TBE buffer.
5. A PCR reaction aliquots 7–10 µl were mixed with 3.0 µl gel loading buffer. Each sample was slowly loaded into the wells in the gel. 3.5 µl of pUC Mix Marker 8 (#SM0303 AB „Fermentas", Lithuania) was placed into the gel pit.
6. The lid of the electrophoresis unit was closed and voltage was applied to it (approximately 100 V for minigels).
7. When the bromphenol blue dye migrated approximately 2/3 of the gel-length, the gel was examined by UV light with a UV transilluminator. The pattern of the ethidium bromide stained DNA fragments were visualized and documented photographically. The personal ACE genotype was analysed by visualizing the DNA fragments and comparing them with the DNA ladder (Fig. 1).

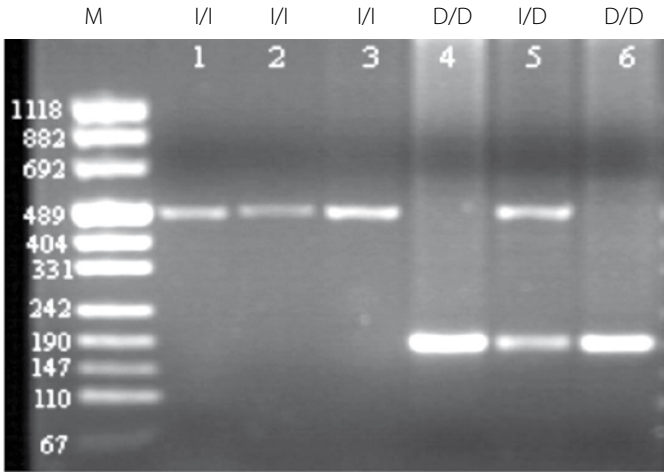


Figure 1. Agarose gel shows PCR products from amplification of the polymorphic region within intron 16 of the angiotensin-converting enzyme gene. The letter M corresponds to pUC Mix Marker 8 (#SM0303 AB „Fermentas", Lithuania). Lanes 1–3 contain the 490-bp products from an I/I homozygote; lanes 4 and 6 – the 190-bp product from a D/D homozygote; and lane 5 – the products from a I/D heterozygote with both the 490-bp and 190-bp fragments.

Statistical analysis. Statistical data analysis was performed using SPSS software (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc. 13.0 version). The logistic regression analysis was used to evaluate the influence of the ACE genotypes on the occurrence of coronary disease in separate IHD groups. Clinical data was analysed using Kruskal-Wallis test with StatSoft Inc. STATISTICA software.

RESULTS AND DISCUSSION

The ACE genotype determination. The distribution of the ACE genotype in our study population (patients with ischemic heart disease and healthy control subjects) is summarized in Table 1 and Figure 2. The D/D genotype was detected among 38, the I/D genotype – among 79, and the I/I – among 11 individuals. The frequency of all tested genotypes within separate IHD groups was irregular. The distribution of the genotype I/D in the total population was uneven, but the D/D genotype frequency was 4 times higher among IHD patients compared with healthy people, $p = 0.04$. Similar results, but not as significant, were estimated by McNamara and colleagues, where the D/D genotype frequency was 1.8 times higher among IHD patients compared with the control group [10].

Table 1. The ACE genotype and allele frequency in study population*.

	Genotype frequency			Allele frequency	
	I/I	I/D	D/D	I	D
Control	0.25	0.68	0.08	0.59	0.41
AP	0.21	0.59	0.19	0.51	0.49
MI	0.08	0.58	0.33	0.38	0.63
HF	0.12	0.57	0.31	0.41	0.59
Study population with IHD	0.14	0.58	0.26	0.44	0.56

* AP – individuals with diagnosed angina pectoris; MI – patients, who suffered myocardial infarction; HF – individuals with various heart failures.

Significant variations of allele frequencies were also detected among patients with IHD and control group subjects. D allele frequency was 1.4 times higher compared with I allele frequency ($p = 0.05$). Genotype markers were consistent with expectation of the Hardy-Weinberg law in control (Hardy-Weinberg law: evolutionary factors did not affect an ideal population and there is no change in allele frequency). Fatini with colleagues [11] have detected the I/I genotype frequency being 1.8 times lower in patients with ischemic heart diseases compared with a healthy control group. We have detected this frequency being 2.3 times lower ($p > 0.05$). We conclude that the development of ischemic heart diseases occurs less frequently in patients with I allele. According to the other studies [10] I allele carries lower angiotensin-converting enzyme concentration in blood, which might be attributed to the disturbed blood pressure development.

The logistic regression analysis was applied to evaluate the influence of the ACE genotypes on the occurrence of cardiovascular disease in patients and in the control group. The odds ratio to develop ischemic heart disease corresponded to one.

We have determined that genetic susceptibility to develop ischemic heart disease having D/D genotype is 3.8 times higher (p = 0.04) than having I/I genotype (Fig. 3). What is more, we were able to find out that the Lithuanian population might have a significant association between the ACE D/D genotype and ischemic heart disease. Such association was also determined for Canadian Caucasians, Japanese and Italian populations. This study states that ACE D allele frequency is more prevalent in patients with ischemic heart disease. Similar results were published by other researchers [11–13], who studied Canadian Caucasians, Japanese and Italian populations.

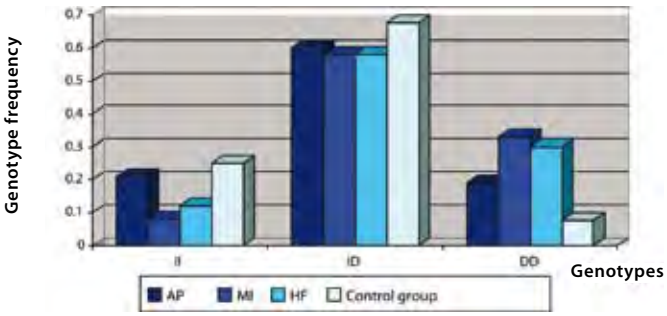


Figure 2. ACE genotype frequency distribution in ischemic heart disease groups and in control group.; AP – patients with angina pectoris, MI – patients suffered myocardial infarction, HF – patients with various heart failures.

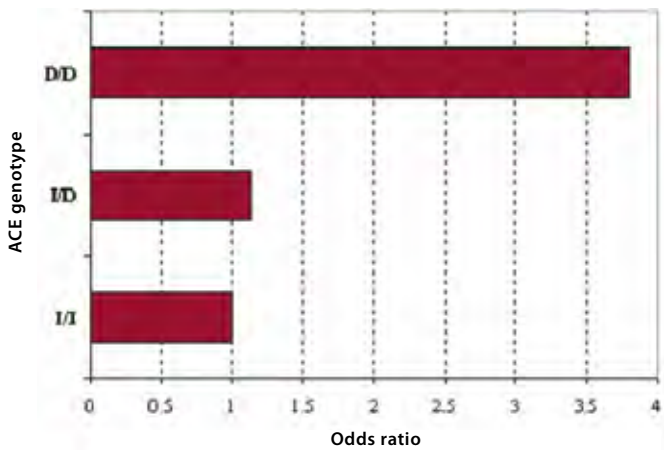


Figure 3. Genetic susceptibility to develop ischemic heart disease subject to different ACE genotypes.

The ACE genotype and allele frequencies in separate IHD groups. The study population consisted of three main groups: individuals with angina pectoris (AP), patients who had suffered myocardial infarction (MI) and individuals who had developed various heart failures (HF).

The ACE genotype and allele frequency analysis we have done vis-à-vis the I/I genotype. The genetic sustainability for the I/I genotype carriers we equated to one. Separate groups of patients were also analysed. The group of patients with a developed angina pectoris contained 57 individuals. Table 2 shows the distribution of the ACE genotype and allele frequency in the separate IHD groups.

There was no significant association of the ACE genotype frequency between patients with a history of AP and the control group and the allele frequency was comparable (I allele frequency – 0.51, D allele frequency – 0.49). No significant association of the ACE genotype was found (by applying regression analysis) between the patients with angina pectoris and control group.

In the group of patients who had suffered myocardial infarction sixteen individuals had the D/D genotype, twenty eight – I/D, and the I/I genotypes were detected for four persons. A significant difference in both genotype distribution and allele frequency was observed among the patients who had myocardial infarction. The D/D genotype frequency was 4.5 times higher (p = 0.01) in the group of patients compared with the healthy control group. The I/I genotype ratio was 3 times lower in this group compared with the control group (p = 0.02) while the I/D genotype distribution was very similar in both groups. Our results are very similar to the data published by Manea and colleagues [14]. They determined, that 18.8 of patients, who had myocardial infarction, had the I/I genotype, 50.8 of them had the I/D genotype, and the rest of patients, 30.4 of that group, had the D/D genotype. The logistic regression analysis showed a significant association between the ACE D/D genotype and a number of patients with a history of myocardial infarction. A genetic susceptibility to develop myocardial infarction having the D/D genotype is 8 times higher (p = 0.012) than having the I/I genotype. Our data proves the hypothesis, that having the D/D genotype significantly elevates the risk to develop myocardial infarction.

Table 2. The ACE genotype distribution in separate IHD groups.

IHD syndrome	Angina pectoris			Myocardial infarction			Various heart failures		
Genotype	I/I	I/D	D/D	I/I	I/D	D/D	I/I	I/D	D/D
OR	1.0	0.8	2.0	1.0	2.0	8.0	1.0	1.3	5.0
OR range	–	0.3–2.2	0.5–8.5	–	0.5–7.4	1.6–40.6	–	0.3–4.9	0.9–26.5
p-value	–	0.65	0.35	–	0.30	0.01	–	0.71	0.05

Ten individuals from our study population with various heart failures had the D/D genotype, twelve – the I/D genotype, and four individuals – the I/I genotype. Within the patients' group with various heart failures we have determined a 2.1 times lower (p = 0.01) I/I genotype frequency and a 4 times higher D/D genotype frequency compared with the control group. D allele frequency was 1.4 times higher compared with I allele. The logistic regression analysis demonstrated that a genetic susceptibility, having the D/D genotype, is 5 times higher (p = 0.05) compared with the I/I genotype carriers.

The ACE genotype relation with clinical characteristics. We compared the relation between the ACE genotypes and clinical characteristics (total cholesterol, triglyceride, low-density lipoprotein, systolic and diastolic blood pressure) in patients with ischemic heart disease and the healthy controls. Clinical characteristics were analysed applying Kruskal-Wallis test.

The increase in total cholesterol concentration in blood is one of the main factors for ischemic heart disease to develop. The median values of total cholesterol in all study groups were very similar and did not correlate significantly with the ACE genotypes. We have noted that cholesterol concentrations only minutely exceed the recommended 5 mmol/l concentration.

According to our data the highest median values of 2.1 ($p = 0.01$) of triglyceride was inherent to the patients with the D/D genotype (Fig. 4). We have determined the highest median values of 4.35 ($p = 0.01$) of atherogenic coefficient in the patients with ischemic heart disease having the D/D genotype. No significant difference was found in healthy subjects (Fig. 5). Systolic and diastolic blood pressure in healthy individuals and in the patients' group did not correlate significantly with the ACE genotypes. The highest low-density lipoprotein values were detected among the D/D genotype carriers. The highest median value was 4.26 ($p = 0.008$; Fig. 6).

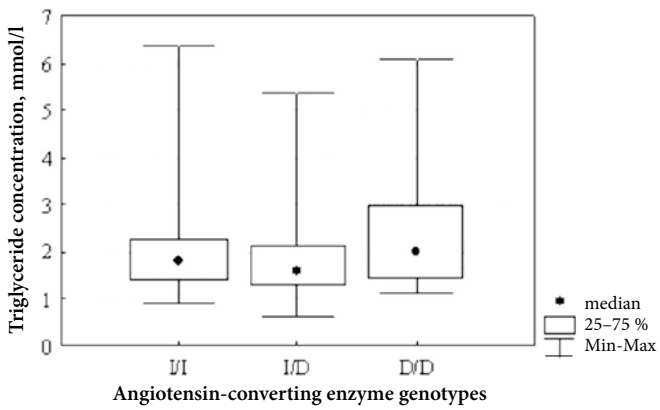


Figure 4. The IHD patients' triglyceride median values for the ACE genotypes.

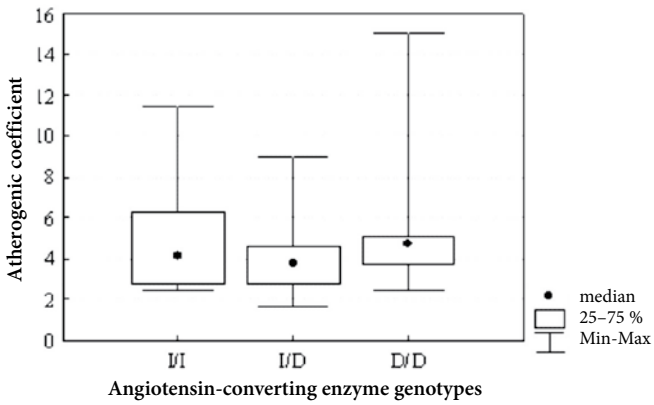


Figure 5. The IHD patients' atherogenic coefficient for the ACE genotypes.

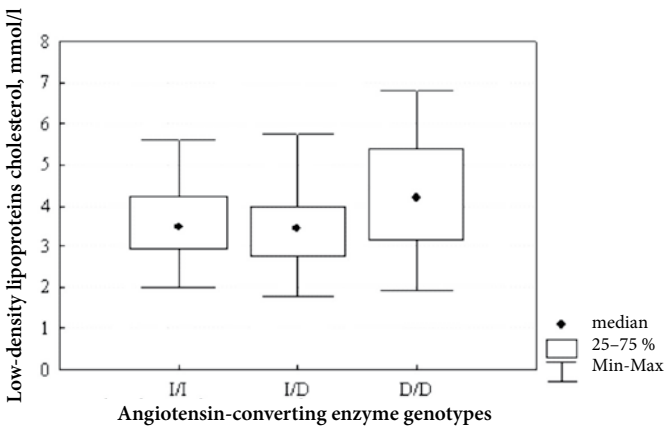


Figure 6. The IHD patients' low-density lipoproteins median values for the ACE genotypes.

Experiments with the individual rennin-angiotensin-aldosterone system genes had already been carried out for more than two decades whereas the main point stayed to establish the relationship with cardiovascular diseases. Some studies indicate perspective but sometimes even controversial results. Cambien et al. established the connection between an insertion/deletion (I/D) polymorphism and the risk for myocardial infarction or coronary artery disease for the first time [15]. The ACE I/D polymorphism is associated with an increment of the ACE in the serum and correlates with hypertension [15]. Allele deletion within this gene D/D is also associated with the increased plasma activity and hypertension development [6, 16, 17, 18, 19]. Furthermore, it was noticed that the ACE I/I genotype is associated with sustainability. The multinational genetic studies revealed that the ACE gene I allele frequency is higher in the triathletes' group in comparison with the control group [20]. Crisan et al. found the relation between the ACE polymorphism and left ventricular hypertrophy, impairment of coronary artery and venous thrombosis [21]. The frequency of the ACE D/D genotype is higher in patients who possess the second type diabetes [17, 22]. Recently the relation between the ACE D/D genotype and IHD has been established [23], however in addition to that, Raynolds et al. took a step further and reported the increased D/D phenotype frequency among the patients suffering from ischemic and idiopathic dilated cardiomyopathy [18].

It is worth noting that other studies have failed to detect any association between the ACE polymorphism and the incidence of coronary artery diseases [5]. Lindpainter made a meta analysis of 15 studies (data from 3394 patients with myocardial infarction and 5479 controls) and concluded that the ACE genotype may be associated with myocardial infarction but the impact of D allele was likely to be low [24]. A population study of 1250 case-patients and 2340 matched controls in the Physician's Health Study did not confirm any association between the ACE genotype and the risk for myocardial infarction or coronary artery disease [25]. What is more, studies conducted in Germany [5, 25], Austria [26], and New Zealand [27] also did not reveal any significant relation between the ACE polymorphism and diseases. These contradictory data might be due to the variable impact of a single mutation within populations having different genetic backgrounds, e.g., one gene may be responsible for the disorder in one population, but not necessarily in another one [27]. On the other hand, there is scarce data on the ACE gene polymorphism the allele frequency of which is high in the general population [23]. Other possible reasons include a spurious association caused by population stratification,

epistatic gene gene interactions when the effect of the studied gene is masked by the effect of other susceptible genes. Finally, specific multilocus haplotype might play a more significant role in determining the relation with disease rather than single locus that defines the haplotype [27].

CONCLUSIONS

A significant association of the ACE D/D genotype and D allele frequency with myocardial infarction and heart failure was determined.

The D/D genotype is more prevalent in patient groups with myocardial infarction and various origins of heart failure, while the I/I genotype occurred more frequently in the healthy person group.

A genetic susceptibility for the D/D genotype carriers is 8 times higher ($p = 0.012$) to develop myocardial infarction and 5 times higher to develop various origins of heart failure compared to the carriers of the I/I genotype.

The data did not show any significant correlation of the ACE genotypes compared with total cholesterol, triglyceride and atherogenic coefficient.

ACKNOWLEDGEMENTS

I'm truly grateful to my mentor Giedrė Šinkūnaitė, who helped me in my work in every possible way. I'm thankful to the heads of laboratories Vaiva Lesauskaitė and Algimantas Paulauskas for their reliance and the given possibility to perform laboratory works; also many thanks for the personnel of The Institute of Cardiology at Kaunas University of Medicine for clinical researches carried out, and to Regina Juzė Grybauskienė for her useful advice and thanks to the referee of this work Juozas Lazutka. I'd like to give special thanks to Vladas Vansevičius for his help and support in preparing this work.

REFERENCES

1. Fourth Ministerial Conference on Environment and Health. Health and the Environment in the WHO European Region: Situation and Policy at the Beginning of the 21st Century, http://www.euro.who.int/document/eehc/ebakdoc05.pdf
2. Lamarche B., Tchernof A., Moorjani S. et al. 1997, Small, dense low-density lipoprotein particles as a predictor of the risk of ischemic heart disease in men: prospective results from the Québec Cardiovascular Study. *Circulation*, 95 (1), 69–75.
3. Francisco N. L. 2002, Genes and coronary heart disease. *Rev. Esp. Cardiology*, 55, 413–431.
4. Cheng S. et al. 1999, A Multilocus Genotyping Assay for Candidate Markers of Cardiovascular Disease Risk. *Genome Res.*, 9 (10), 936–949.
5. Winkelmann B. R. et al. 1996, Deletion Polymorphism of the Angiotensin I-Converting Enzyme Gene Is Associated with Increased Plasma Angiotensin-Converting Enzyme Activity but Not with Increased Risk for Myocardial Infarction and Coronary Artery Disease. *Annals of Internal Medicine*, 125, 19–25.
6. Palmer B. R., Pilbrow P. A., Yandle T. G. et al. 2003, Angiotensin-Converting Enzyme Gene Polymorphism Interacts With Left Ventricular Ejection Fraction and Brain Natriuretic Peptide Levels to Predict Mortality After Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 41, 5, 729–736.
7. Natesh R., Schwager S. L. U., Sturrock E. D., Acharya K. R. 2003, Crystal structure of the human angiotensin-converting enzyme-lisinopril complex. *Nature*, 421, 551–554.
8. Strachan T., Read P. A. *Human Molecular Genetics*, Garland Publishing, 3-rd edition, 2004, 270–272.
9. Stephen J., Vishwanath R., William F. *Pathophysiology of Disease: An Introduction to Clinical Medicine,* McGraw-Hill, 1999, 377–406.
10. McNamara D. M. et al. 2001, Pharmacogenetic interactions between beta-blocker therapy and the angiotensin-converting enzyme deletion polymorphism in patients with congestive heart failure, *Circulation*, 103 (12), 1644–1648.
11. Fatini C., Abbate R., Pepe G. et al. 2000, Searching for a better assessment of the individual coronary risk profile, *European Heart Journal*, 21, 633–638.
12. Pei Y., Scholey J., Thai K., Suzuki M., Cattran D. 1997, Association of angiotensinogen gene T235 variant with progression of immunoglobin A nephropathy in Caucasian patients. *Clin. Invest.*, 100 (4), 814–820.
13. Hibi K. et al. 1997, Angiotensin-converting enzyme gene polymorphism adds risk for the severity of coronary atherosclerosis in smokers. *Hypertension*, 30, 574–579.
14. Manea D., Ichim A., Istrati V., Barbacaru N. 2003, The significance of ACE I/D polymorphism in myocardial infarction. *Acta medica*, 2, 33–36.
15. Cambien F. et al. 1992, Deletion polymorphism in the gene for angiotensin – converting enzyme is a potent risk factor for myocardial infarction. *Nature*, 359, 641–644.
16. Jeron A., Hengstenberg C., Engel S. et al. 2001, The D-allele of the ACE polymorphism is related to increased QT dispersion in 609 patients after myocardial infarction. *European Heart Journal*, 22 (8), 663–668.
17. Wang Y., Maggie C. Y., Yee W. et al. 2005, Prognostic Effect of Insertion/Deletion Polymorphism of the *ACE* Gene on Renal and Cardiovascular Clinical Outcomes in Chinese Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 28, 348–354.
18. Ian J., Robertson S., Nicholls M. G., *The renin-angiotensin system*, Gower Medical Publishing, 1993, 1, 10.1–10.9.
19. Yildiz A., Yazici H., Cine N. et al. 2003, Angiotensin converting enzyme gene polymorphism and development of post-transplant erythrocytosis. *Nephrol*, 16 (3), 399–403.
20. Collins M., Xenophontos S. L., Cariolou M. A. et al. 2004, The ACE Gene and Endurance Performance during the South African Ironman Triathlons. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 8, 1314–1320.
21. Crisan D., Carr J. 2000, Angiotensin I-Converting Enzyme Genotype and Disease Associations. *Journal of Molecular Diagnostics*, 2, 105–115.
22. Istrali V. F., Butorov I. V., Manea D. V. et al. 2006, The insidence of some angiotensin-I converting enzyme gene alleles in patients with coronary heart disease. *Klin. Medicine*, 84 (1), 22–24.
23. Raynolds M. V., Bristow M. R., Bush E. W. et al. 1993, Angiotensin-converting enzyme DD genotype in patients with ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Lancet,* 342, 1073–1075.
24. Lindpainter K., Pfeffer M., Kreutz R. et al. 1995, A prospective evaluation of an angiotensin-converting enzyme gene polymorphism and the risk of ischemic heart disease. *New Engl. J. Med*, 332, 706–711.
25. Gardemann A. et al. 1995, Gene polymorphism but not catalytic activity of angiotensin I-converting enzyme is associated with coronary artery disease and myocardial infarction in low-risk patients. *Circulation*, 92, 2796–2799.
26. Friedl W., Krempler F., Paulweber B., Pichler M., Sandhofer F. 1995, A deletion polymorphism in the angiotensin converting enzyme gene is not associated with coronary heart disease in an Austrian population. *Atherosclerosis*, 112, 137–143.
27. Katsuya T. et al. 1995, Association of angiotensinogen gene T235 variant with increased risk of coronary heart disease. *Lancet*, 345, 1600–1603.

Zinc and Zinc Alloy Galvanic Anticorrosive Coatings

Rasa Briedytė, Milda Jurėnaitė
Vilnius Simono Daukanto Gymnasium, 2007

ABSTRACT

Galvanic zinc coatings are widely applied for metal corrosion protection. The anticorrosive features of these coatings can be increased by introducing iron subgroup elements: nickel, iron, cobalt. Alloy structure is one of the main factors determining the higher corrosion resistance in comparison with zinc coatings. We studied the relation between metal coating corrosive behaviour and its structure. The study confirmed the influence of crystal structure defects and coating homogeneity on its anticorrosive properties. Our research has proved that the special structure of zinc cobalt coating determines the best anticorrosive features of this coating.

SANTRAUKA

Saugant metalus nuo korozijos jie dengiami kitais metalais. Plačiausiai naudojamos galvaninės cinko dangos. Dar atsparesnės korozijai yra galvaninės dangos, sudarytos iš cinko ir geležies pogrupio elementų – nikelio, geležies, kobalto. Vienas pagrindinių veiksnių, lemiančių didesnį cinko lydinių korozinį atsparumą, palyginti su cinko dangomis, yra jų struktūra. Tiriant cinko ir cinko lydinių dangų ypatumus nustatyta kristalo gardelės defektų ir dangos homogeniškumo įtaka jos koroziniam atsparumui. Tyrimais įrodėme, kad ypatingą struktūrą turinti cinko ir kobalto danga atspariausia korozijai.

INTRODUCTION

The needs of industry require higher standards of steel corrosion protection. Anodic zinc coatings are applied for this purpose, because they are bound to corrode first in order to protect steel from decomposition. From the economical point of view and because of their appropriate corrosion resistance, the coatings of zinc alloy with iron subgroup metal are the most promising.

The main requirements for coatings are surface uniformity and fine-grained structure. Coatings having a surface like this provide the best corrosion protection. The nature of increased corrosion resistance of zinc alloy coatings is not completely evaluated. It is considered that the thickness, composition, porosity, toughness and solubility of the surface compounds depend on the structure of crystallites forming the coating. This dependence has influence on the corrosive properties of electroplated metal surface and arising changes of metal hardness and durability [1].

Size, crystallographic orientation, lattice parameters and lattice imperfection of metal crystallites are important factors determining mechanical and electrochemical properties of metals. One of the main factors attracting researchers' attention in electrocatalysis is the relation between crystallite size and the surface of an electrode. Crystallite size determines the surface features of polycrystalline metal, the changes in its hardness and durability [1]. Scientists have still not found assuring proof showing whether the relationship between the metal corrosion rate and crystallite size exists. It is considered that semi-amorphous and amorphous coatings are more resistant than crystalline. However, decreasing the size of crystallites leads to an increase in their number as well as boundaries of crystallites that usually become active corrosion centres.

A discontinuity of crystal lattice can be found even in a perfect crystal. These discontinuities are called crystal structure defects. Under particular circumstances they have a determinant influence on the properties of metallic materials: toughness, plasticity, corrosion resistance, and heterogeneity, which in turn depend on the nature of metal and its impurities. Even a small concentration of impurities in metal can cause evident heterogeneity. While being in an aggressive medium, the heterogeneity of metals and alloys can cause the emergence of local corrosion spots.

It is known that metals demonstrate the tendency to dissolve in active centres of surface, where atoms are less coordinated and have the weakest link with crystallites' surface. Surface crystallography (at a nanometric level) and surface topography (10–100 nm) are responsible for the number of these active centres and their relative permittivity. Metal corrosion is a surface phenomenon, thus it can be very closely related to crystallites' imperfection [1]. The current work was aimed to determine the coating and crystallites' parameters that have influence on metal corrosive properties. Investigation of the metal surfaces leads to the creation of more corrosion-resistant coatings.

Aims of the work

- To find the relationship between the structure of coatings and their corrosion rate.
- To answer the question whether corrosion resistance of zinc alloy coatings can be increased by modifying their structure.

Tasks of the work

- To electroplate galvanic coatings of zinc and zinc with iron subgroup metals.
- To investigate the influence of various media on coating corrosion.
- To evaluate corrosion rate of coatings of zinc and zinc with iron subgroup metals.
- To perform investigations by X-ray diffraction and atomic force microscopy.
- To determine the surface morphology, texture, crystallites' size and distribution, crystal lattice imperfection of zinc and zinc alloy coatings.
- To evaluate the influence of structure parameters of zinc coatings on their corrosive properties.

METHODS

Electroplating the coatings. Coatings of zinc and zinc alloys (Zn-Ni alloy contains about 12 % Ni, Zn-Co, Zn-Fe alloys contain less than 1 % Co and Fe respectively) were obtained on steel electrodes that were mechanically polished down to specular shine, cleaned using Vienna lime (MgO and CaO mixture) and washed down by distilled water. Zn, Zn-Co, Zn-Ni and Zn-Fe coatings were obtained by electrolytic deposition. The working area of the electrodes used was 2 cm^2 [1–3].

Alkaline non-cyanide electrolytes were used to obtain the coatings. The electrolyte was prepared by dissolving 100 g of NaOH in 200 ml of distilled water followed by dissolving 10 g of ZnO in hot NaOH solution. When the solution cooled down, different additives for each coating were used: 3.3 ml/l of A1F for Zn-Fe coating; 3.3 ml/l of A1K for Zn-Co coating; 17 ml/l of A1N for Zn-Ni coating; 8 ml/l of A1 and 2 ml/l of EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) complex for Zn coating. Solutions were diluted to a volume of 1 litre [4].

Theoretically, 25 mA cathode current is needed in order to electroplate Zn, Zn-Co, Zn-Fe coatings on 1 cm^2 steel sample with the 10 μm coating thickness. The area of the sample that must be coated is about 2.5 cm^2 (area of the both sides of electrodes – 2 cm^2, soaked stem ~0.5 cm^2), therefore 75 mA current was used. The duration of electroplating was 25 min, electrolyte volume – 40 ml. Theoretically 35 mA current must be used to electroplate the 10 μm Zn-Ni coating on 1 cm^2 steel sample. In fact 105 mA current for about 2.5 cm^2 area was used. Duration of electroplating was 16 min [4].

Laboratory experiment. The purpose of the experiment was to investigate the resistance of coatings to various corrosive agents. The samples with Zn, Zn-Co, Zn-Ni and Zn-Fe coatings during the experiment were held in 0.2 mol/l sodium chloride (NaCl), sodium hydroxide (NaOH), sodium carbonate (Na_2CO_3), acetic (ethanoic) acid (CH_3COOH) and hydrochloric acid (HCl) solutions for 50 days.

Electrochemical measurements. Electrochemical measurements were carried out to identify the coating demonstrating the lowermost corrosion rate. Instantaneous corrosion currents in samples electroplated with coatings of Zn and Zn alloys were measured using chloride ions as the corrosion agent.

All electrochemical measurements were carried out in 0.75 mol/l $KHCO_3$, 0.005 mol/l K_2CO_3 and 0.2 mol/l NaCl solution [5] using a standard three electrode system with a Pt counter electrode, a saturated calomel reference electrode and a PI 50-I potentiostat with PR-8 programmator that send the data to the computer where it is registered by the program ADC CH1G.

The investigative electrode before the measurements was placed in an electrochemical cell with electrolyte and kept there for 15 minutes, so that stationary (corrosion) potential of electrode would become steady. The corrosion currents (i_{corr}) and potentials (E_{corr}) were determined by Tafel plot extrapolation.

X-ray diffraction measurements. Measurements of the Zn-coated sample after it was electroplated and of all coatings held in hydrochloric acid for 50 days were performed. This method was chosen in order to investigate the influence of crystallites orientation on anticorrosive properties of the coating and to determine the compounds formed after holding samples in an aggressive medium – hydrochloric acid. The X-ray diffraction (XRD) method is used to determine crystallites' orientation and their lattice parameters [6, 7].

The investigation of the inner structure of crystallites is based on X-ray interference that occurs when the beam reflects from the layers of parallel structural elements (planes). The rays will interfere if the distance between two adjacent planes of the crystal lattice is no less than a half wavelength of the incident ray [8, 9].

The crystallites' structure investigations are related to the interplane distance of their crystal lattices, X-ray wavelength and reflection (incidence) angle. The sample is investigated by turning the X-ray generator and thus changing the incidence angle of X-rays on the sample. X-rays reflect from crystallographic planes in particular angles. These angles are different for different planes of crystallites [10, 11].

Atomic force microscopy. Studies of the electroplated samples after being held in hydrochloric acid for 50 days were carried out. The probe of the microscope is attached to the flexible cantilever in order to contact with the surface of the sample while scanning it, equal interaction forces between the probe and the surface are maintained due to feedback. Interaction force is proportional to the deflection of cantilever. Deflection is measured using a laser ray reflected from the top of the cantilever into the array of photodiodes.

Working in the tapping mode microscope's cantilever with a probe is being tapped in piezoelectric or magnetic way in 3–30 nm amplitude and, depending on the type of cantilever, 25–1200 kHz frequency. Using this method while tapping the sample with the probe horizontal adhesion forces are almost fully eliminated, influence of water condensate on the sample's surface decreases, the sample is almost not affected, because there are no horizontal forces. The best resolution can be obtained using this mode [9, 12].

Electroplated samples after being held in hydrochloric acid for 50 days were scanned using the AFM Explorer (Thermo Microscopes EC4-Plus 1010 Box) under atmospheric pressure and at room temperature. Obtained topographic images were analysed using the programme SPMLab NT Ver. 5.1 (Thermomicroscopes).

RESULTS

The electroplating results. The electroplated coatings were evaluated visually (Fig. 1). Solid even coatings were obtained in the experiment, no fractures could be seen with the naked eye. The Zn coating was mat, light grey, slightly more yellowish than the Zn-Fe coating; the Zn-Co coating was yellowish, glazy; the Zn-Fe coating was light grey, slightly glazy; the Zn-Ni coating was grey, mat, rather rough. In our opinion, the Zn-Co coating was the glaziest, therefore, it should be more solid than other coatings, and should distinguish for better corrosion resistance.

The laboratory experiment results. The hydrogen gas emission was observed on all of the samples while soaking them in 0.2 M HCl and 0.2 M CH_3COOH solutions. The fastest gas emission was observed in the HCl solution on the sample with Zn coating. The least amount of gas was observed on the Zn-Co coating. The Zn-Co electroplated sample turned black in the HCl and CH_3COOH solutions, Zn-Ni – only in the HCl solution, Zn – only in the CH_3COOH solution. Zn-Fe electroplated sample coating darkened and turned grey in the CH_3COOH solution. No evident changes on the samples soaked in NaCl, NaOH and Na_2CO_3 solutions were obtained at the beginning of the experiment.

The samples were taken out of the solutions after fifty days and their surface changes were examined visually (Fig. 2). The samples taken out of the HCl solution seemed to be affected to the highest extent. After the experiment we have noticed that the HCl, NaCl and CH_3COOH solutions became yellowish. We assumed that the yellowish color has arisen as a result of Fe^{2+} and Fe^{3+} ions emerging in solutions. The qualitative analysis of these ions was performed in order to verify that.

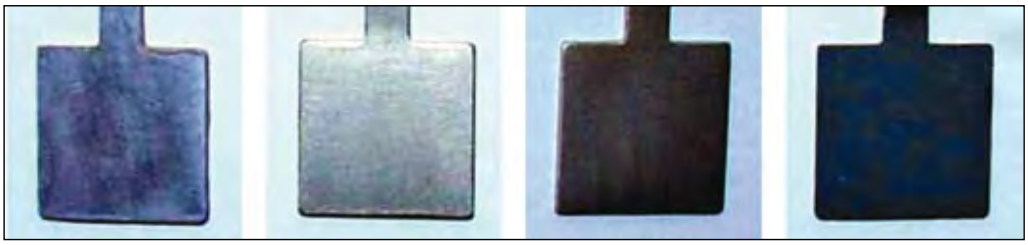


Figure 1. Electroplated corrosion-resistant coatings.

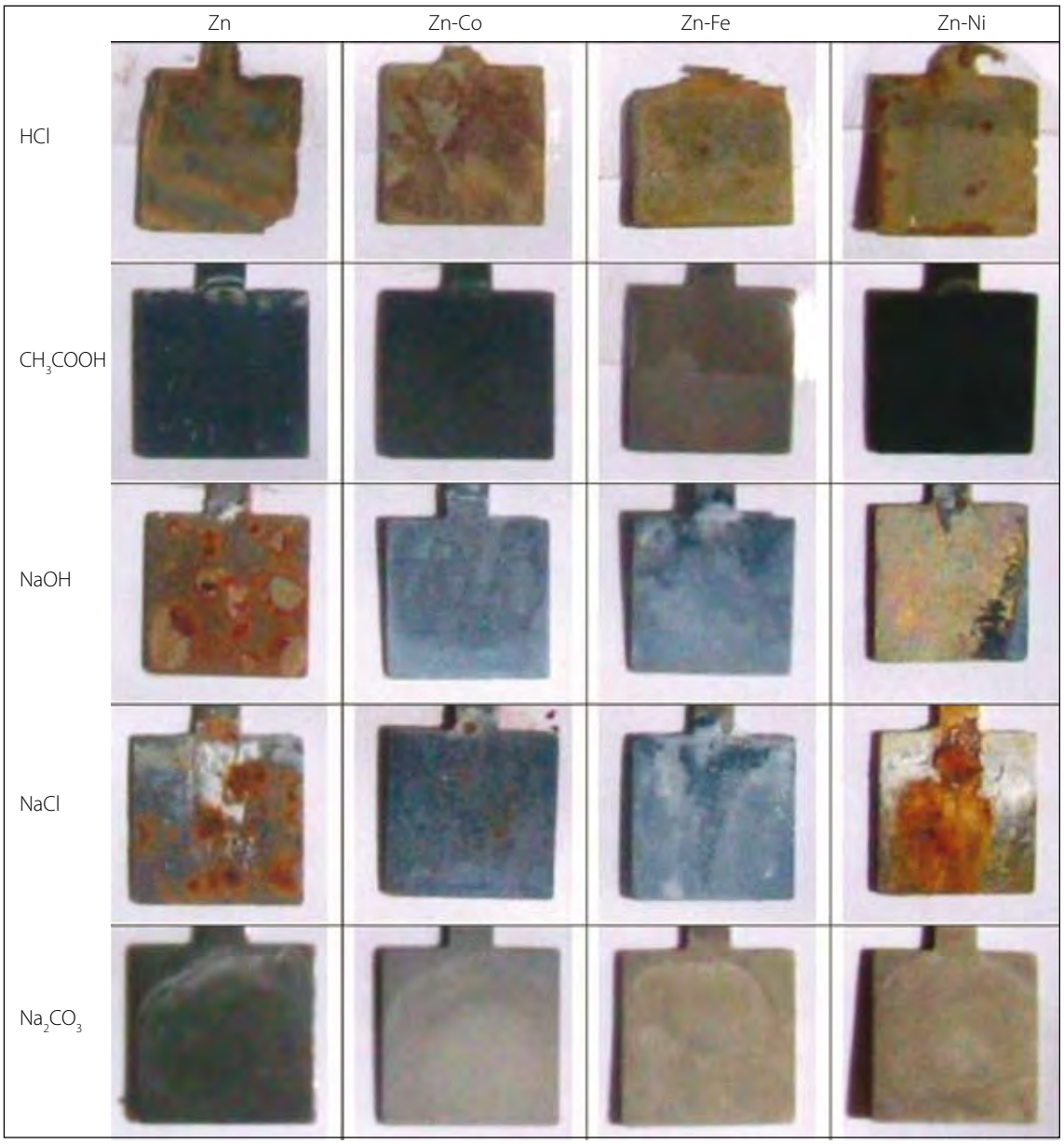


Figure 2. Coatings after the laboratory experiment.

$K_3[Fe(CN)_6]$ was used for the identification of Fe^{2+} ions because it forms a blue colloidal solution – Turnbull's blue with Fe^{2+} ions: $3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. While with $K_4[Fe(CN)_6]$ Fe^{2+} ions form white precipitate: $2Fe^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_2[Fe(CN)_6]$. In order to identify Fe^{3+} ions $K_4[Fe(CN)_6]$ was used because it forms the blue colloidal solution – Berlin Blue – with Fe^{3+} ions: $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ [13]. These reactions have proved that the medium consisting of H^+ and Cl^- is the most aggressive, consequently meaning that it mainly stimulates corrosion. All of the coatings kept there were affected to the highest extent and Fe^{2+} and Fe^{3+} ions moved to the solution from the sole (steel) of the sample.

Since the samples held in HCl solution were affected the most the subsequent analysis was carried out with a purpose to compare them with the unaffected coatings' analysis.

The electrochemical measurement results. The obtained results are listed in Table 1. Zn coating demonstrates the highest corrosion current density, indicating that its corrosion rate is the highest. i_{corr} of Zn-Ni coating is close to that of Zn-Fe coating. The lowest corrosion rate was estimated for Zn-Co coating.

Table 1. Electrochemical characteristics of the coatings.

Coating	E, V	i_{corr}, A·cm^{-2}, ×10^{-4}	i_{corr} average, A·cm^{-2}, ×10^{-4}
Zn	–1.116	0.60	0.50
	–1.114	0.40	
	–1.035	0.50	
Zn-Co	–1.114	0.12	0.13
	–1.112	0.13	
	–1.113	0.13	
Zn-Ni	–1.114	0.19	0.18
	–1.112	0.18	
	–1.119	0.18	
Zn-Fe	–1.053	0.21	0.21
	–1.052	0.21	
	–1.102	0.22	

X-ray diffraction measurement. In order to determine the orientation of crystallites and their structure X-ray diffraction measurements of surfaces of all coatings and deep layers of zinc coating were performed. Zn coating was investigated every 3 µm using argon ion charge neutralizing gun. The numbers in the brackets on XRD patterns (Fig. 3) identify orientation of the crystal planes in 3D (Miller indices). A number 100 fits the scheme of ideal arrangement of crystal planes in space. Frequently atoms in real crystallites are not regularly arranged and that results in various crystal structure defects. A few equivalent planes can be located in crystallite (101, 110, 102, 103, 200, 002). Different orientation of these planes determines crystallite imperfection. XRD patterns show that the amount of the ideal orientation crystallites in Zn coating decreases while coming closer to the surface layers. Formation of galvanic microelements and increased corrosive activity depends on heterogeneity of the surface layer structure. The most intense peaks of iron crystallites are in the deepest (at a depth of 9 µm) layer because at this depth the surface of the steel sample is nearly reached (coating thickness was 10 µm).

While performing analogical measurement on the Zn coating affected by HCl (Fig. 4), it was noticed that a great amount of chlorine compounds was produced on the surface. The peaks corresponding to zinc and carbon compounds are in the deeper layers. A fairly small number of the peaks corresponding to solid

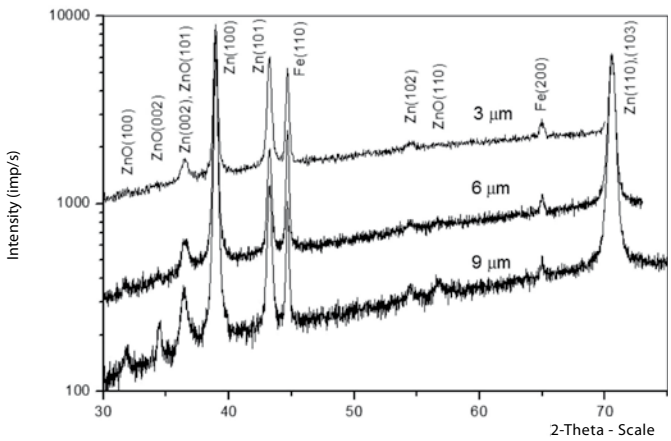


Figure 3. XRD patterns of zinc coating layers.

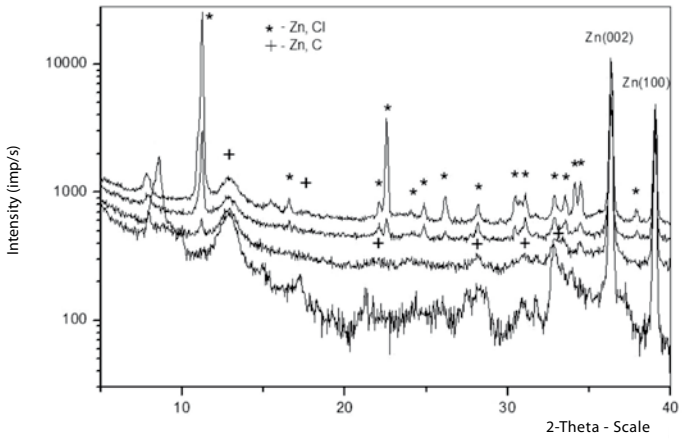


Figure 4. XRD patterns of zinc coating layers affected by HCl solution.

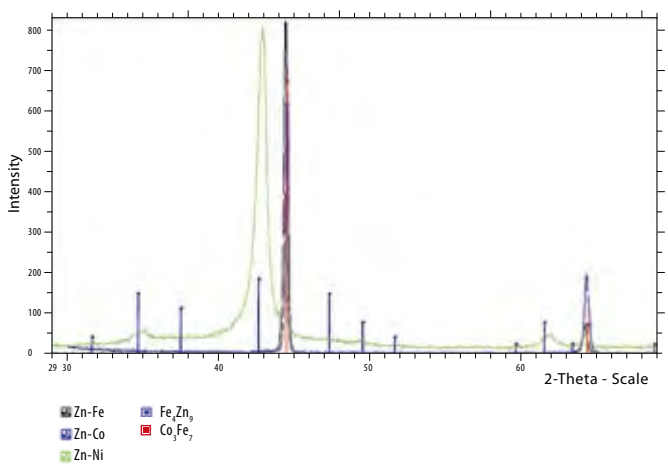


Figure 5. XRD patterns of Zn-Fe, Zn-Ni, Zn-Co coatings surfaces affected by HCl.

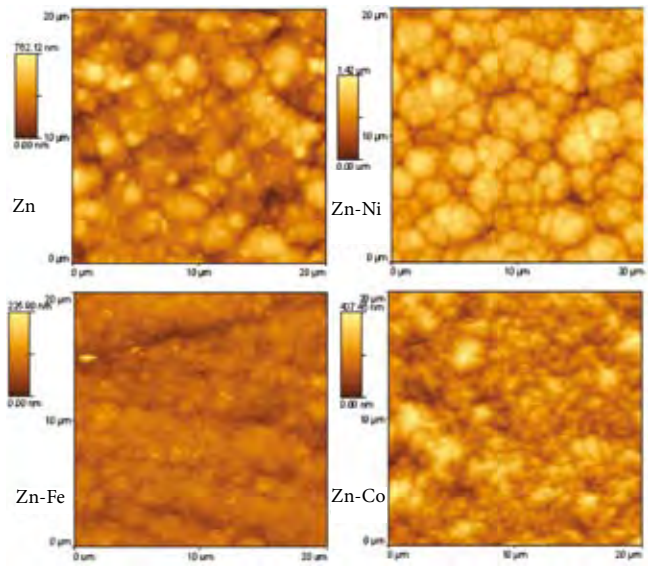


Figure 6. AFM images of electroplated coatings.

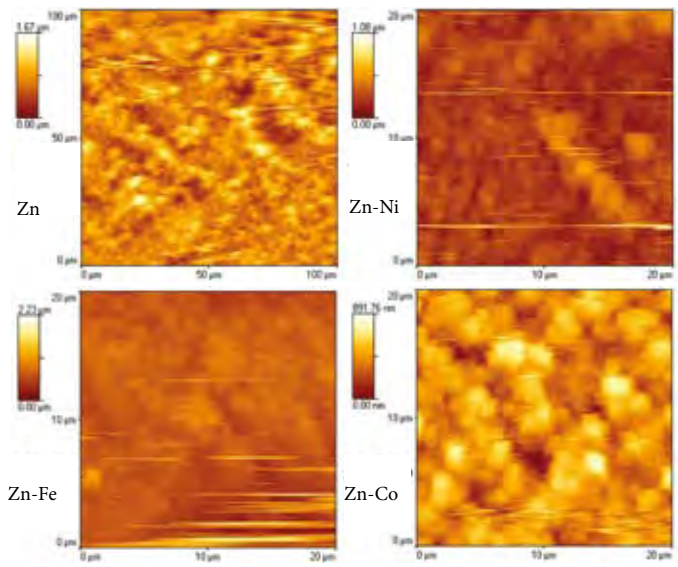


Figure 7. AFM images of coatings after the laboratory experiment.

zinc show that this coating is not textured (rough). The highest peaks corresponding to the ideal crystal lattice remain only in deep layers. A high amount of peaks on the surface layer indicates that many corrosion products compounds have been produced. Metal could be protected from further corrosion by the homogeneous layer of corrosion products forming on the surface.

Due to the fact that chlorine compounds have been only formed on the surface and ideal orientation crystallites still remain in deeper layers it can be presumed that anticorrosive features of coating increase on the boundary where the surface contains more regularly orientated crystallites.

XRD patterns of Zn-Fe, Zn-Ni, Zn-Co coatings treated with HCl were obtained (Fig. 5). Clear peaks show that the coatings produced have crystalline (not amorphous) structure. Displacement to the right of iron peaks was noticed. It indicates that the other metal is interrupting the iron lattice. This was confirmed by identifying lots of intermetallic compounds: Ni_5Zn_{21}, CoO, CoFe, $FeZn_{13}$, Fe_3Zn_{10}. The clearest and most frequent peaks correspond to Fe_4Zn_9 and Co_3Fe_7. Since Co_3Fe_7 was clearly identified, we can assume that the formation and structure of this compound determines the lowest corrosion rate of the coating. Mutual diffusion on the boundary of the coating and steel contact could explain the origin of intermetallic Zn_xFe_y compounds in all coatings. Atomic force microscopy examination was performed to estimate the influence of the corrosion product layer on corrosion process.

Atomic force microscopy results. The images obtained after the samples were electroplated and held in hydrochloric acid for fifty days are shown in Figs. 6 & 7.

The topographic image of crystallites shape and distribution was taken from the line profile analysis (Fig. 8). The crystallites of Zn coating are the sharpest, most of them are multiple. The coating distinguishes itself by its heterogeneity, varying crystallite sizes and heights. The difference between the smallest and the largest crystallite in Zn-Fe coating is evident. The crystallites of this coating vary in their size, width, sharpness. Zn-Ni coating distinguishes itself by large crystallite aggregates – groups of crystallites where stand alone crystallites can no longer be identified. Aggregates are far from each other thus deep valleys form in the gaps between them. The coating does not consist of fine crystallites. Zn-Co coating crystallites distinguish by the evident equability of their sizes. Crystallites of this coating have slants and that prevents from the formation of deep valleys.

The crystallites' sizes and roughness were evaluated from the line profile analysis. Roughness was characterized in three values: Ra (average roughness), Rp (peak roughness – the height of the highest peak in the roughness profile over the evaluation length) and Rt (total roughness – the vertical distance between the deepest valley and the highest peak) (Figs. 9 & 10) [14]. The obtained results show that roughness of the coating is not always related to the average size of the crystallites. Zn-Co coating consists of small-size crystallites and it determines the smallest roughness, showing its homogeneity. However after treating the coating with HCl acid the crystallites decrease in size, but their roughness increases.

Crystallite size histograms were analysed to evaluate the crystallites size influence on corrosion process (Figs. 11 & 12). The histograms show that crystallites of Zn-Co coating treated with HCl have the least deviation from the average size in comparison with the other coatings that contain separate crystallites (very small or very large) diverging from the average size crystallites. It's likely that aggressive medium affects Zn-Co coating until it reaches the most homogeneous layer consisting of more ideal structured crystallites or until the film with less defective structure intermetallic compounds is formed.

The coating roughness was measured in the whole scanned area. It is characterized by four values: Ra (average roughness), RMS (root mean square), average height and maximum range (Figs. 13 & 14) [15]. Zn coating roughness is remarkably conspicuous by its high value in comparison with zinc alloy coatings. Zn-Fe coating determines the smallest average, but the difference between the average roughness (as well as average size) and maximum range is larger than for Zn-Co coating, which determines a higher average roughness. Roughness of the coatings held in HCl solution highly increases, particularly the difference between the average height and maximum range is large.

Crystallites' bearing ratio in coatings was measured. A bearing ratio curve indicates the percentage of a surface that falls below/goes above a particular depth (Fig. 15). The more the curve

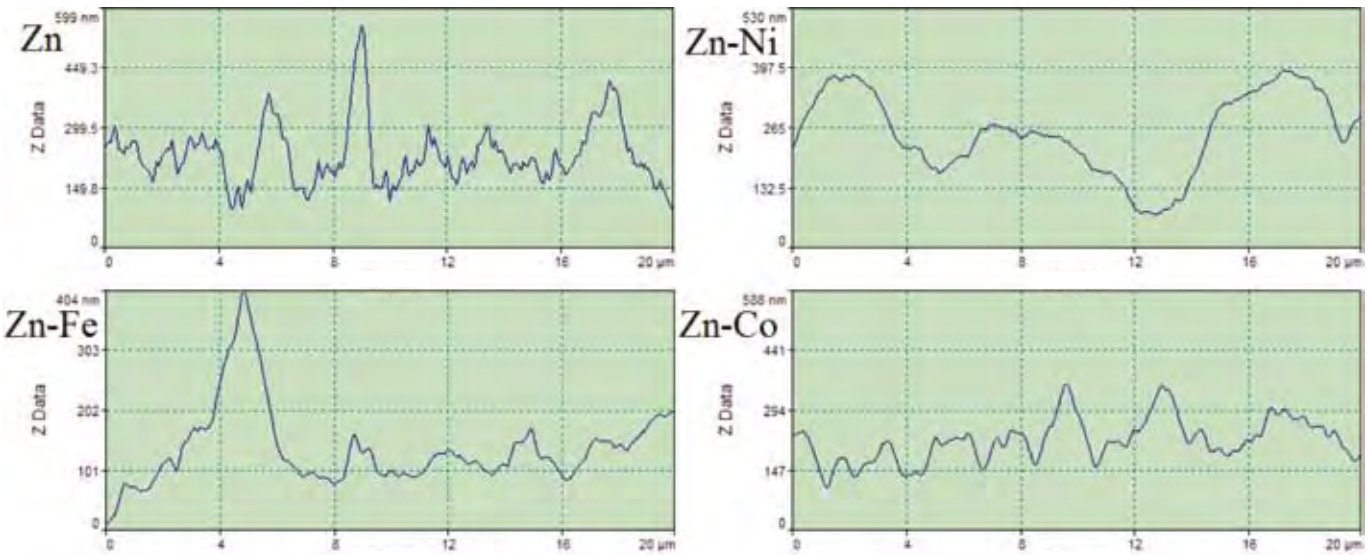


Figure 8. Line profile view of the coatings.

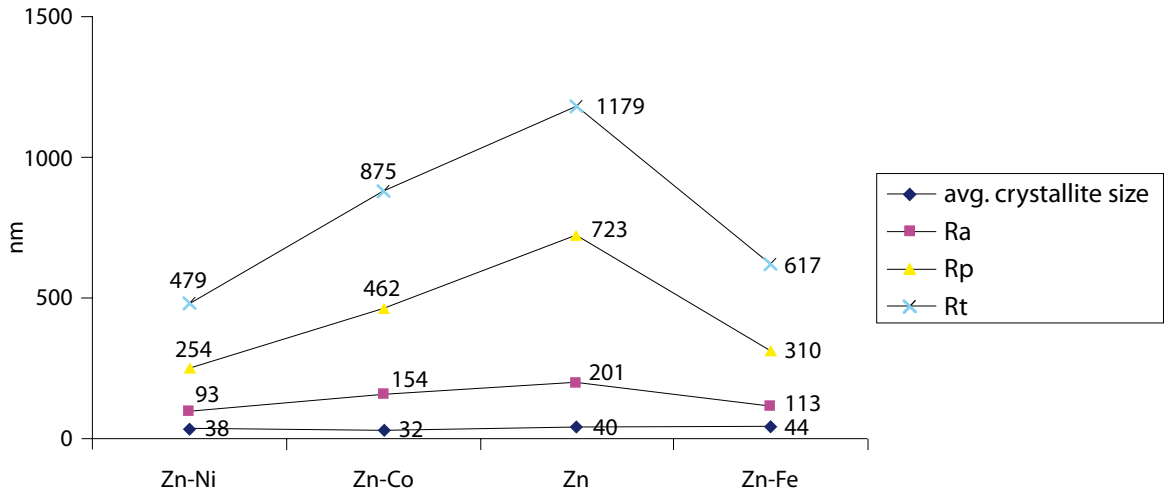


Figure 9. Roughness dependance on the average crystallite size in coatings affected by HCl.

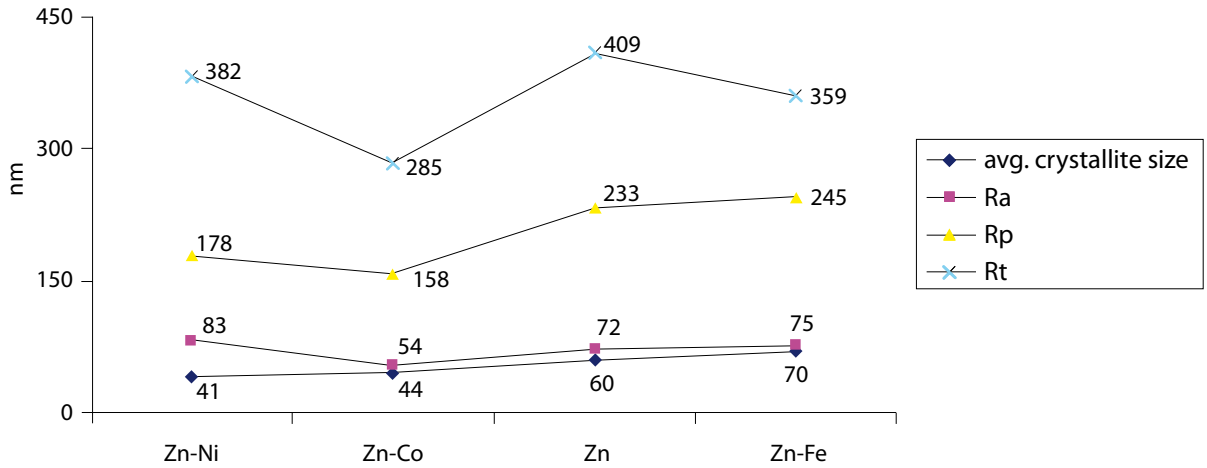


Figure 10. Roughness dependance on the average crystallite size in coatings.

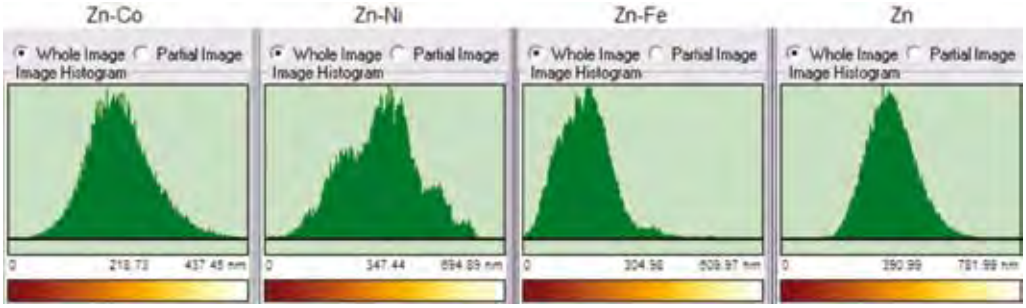


Figure 11. Histograms of the coatings.

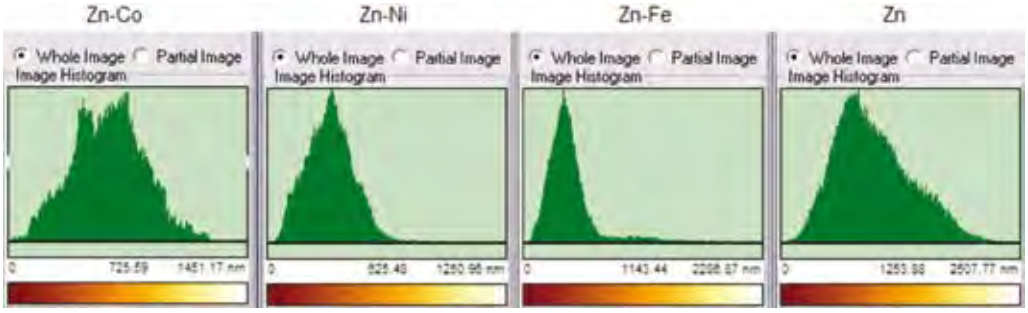


Figure 12. Histograms of the coatings held in 0.2 M HCl solution for 50 days.

Zn-Co	Zn-Ni	Zn-Fe	Zn
Whole Image	Whole Image	Whole Image	Whole Image
Area Ra: 78.0071 nm	Area Ra: 89.4626 nm	Area Ra: 53.3974 nm	Area Ra: 147.2399 nm
Area RMS: 94.5134 nm	Area RMS: 111.2860 nm	Area RMS: 68.7861 nm	Area RMS: 181.1712 nm
Avg. Height: 261.0504 nm	Avg. Height: 340.5752 nm	Avg. Height: 160.1586 nm	Avg. Height: 570.8248 nm
Max. Range: 587.4422 nm	Max. Range: 694.8869 nm	Max. Range: 609.9656 nm	Max. Range: 1152.1288 nm

Figure 13. Roughness of the coatings in the whole scanned area.

Zn-Co	Zn-Ni	Zn-Fe	Zn
Whole Image	Whole Image	Whole Image	Whole Image
Area Ra: 177.2271 nm	Area Ra: 102.3391 nm	Area Ra: 167.0238 nm	Area Ra: 329.4220 nm
Area RMS: 219.1586 nm	Area RMS: 132.8917 nm	Area RMS: 267.4673 nm	Area RMS: 405.2755 nm
Avg. Height: 614.4267 nm	Avg. Height: 334.5573 nm	Avg. Height: 455.5423 nm	Avg. Height: 985.2240 nm
Max. Range: 1451.1708 nm	Max. Range: 1250.9633 nm	Max. Range: 2286.8704 nm	Max. Range: 2507.7660 nm

Figure 14. Roughness in the whole scanned area of the coatings affected by HCl.

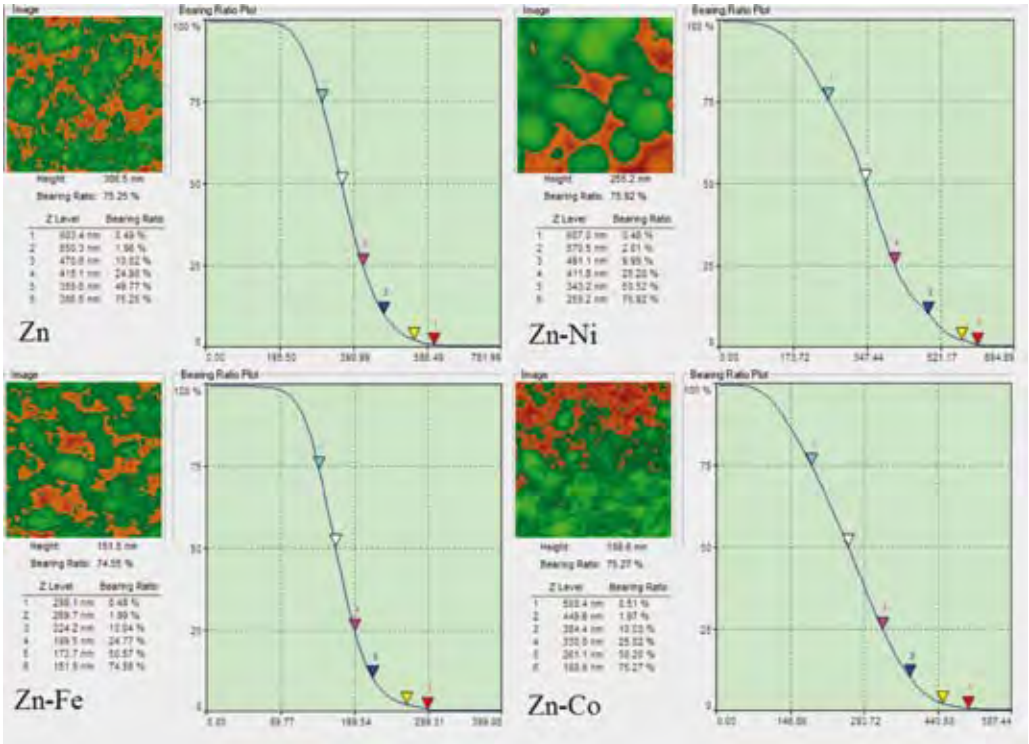


Figure 15. Bearing ratio of crystallites.

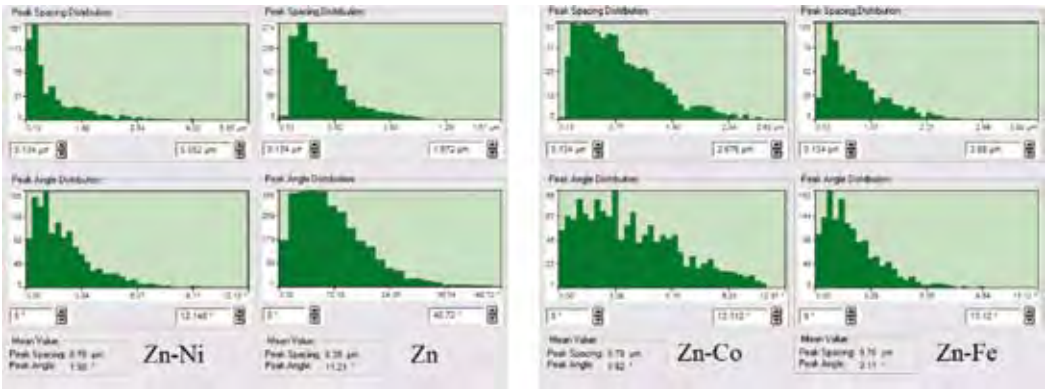


Figure 16. Histograms of peak spacing and peak angle distribution in coatings.

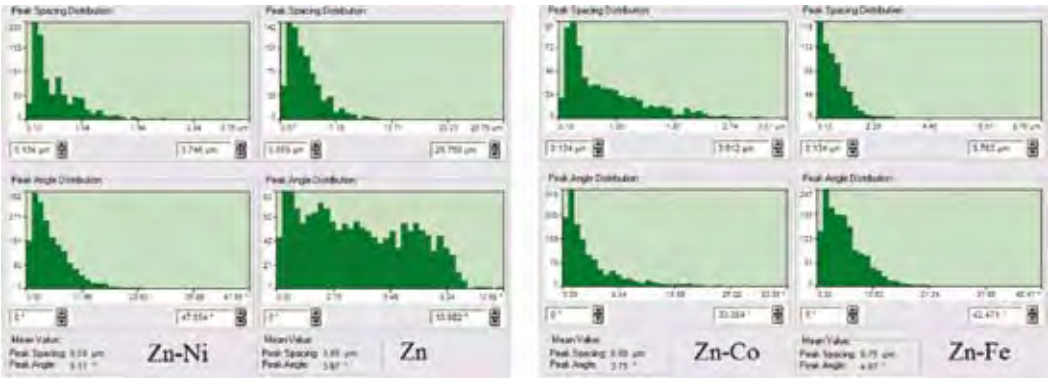


Figure 17. Histograms of peak spacing and peak angle distribution in coatings affected by HCl.

resembles a straight line parallel to y = –x, the more the scale of crystallites heights is equivalent – it means that the amount of the different sized crystallites is the same. Examining the surfaces scientists found out that the surfaces with the higher percentage of deep valleys corrode first. It was determined that deeper valley structure tended to hold processing solutions and did not rinse or dry properly, allowing flash rusting to occur [16].

It is evident that Zn-Fe coating consists of the smallest crystallites: 75 % of crystallites in the coating are below 151.5 nm; Zn-Co 188.6 nm; Zn-Ni 255.2 nm; Zn 306.5 nm. But the curve of the Zn-Co coating resembles y = –x line the most – it falls gradually, thus here the size of the crystallites changes gradually in comparison with other coatings. Zn-Fe coating mostly consists of similar size crystallites, but a few crystallites diverging by their size determine heterogeneity of the coating. That strongly reduces the quality of the coating, because local corrosion spots emerge due to the crystallites that diverge by their size. Crystallite aggregates form oblong deep valleys in Zn-Ni coating.

Bearing ratio was compared with the peak spacing and the peak angle distribution histograms (Figs. 16 & 17). The average size of spacing between the peaks is not the only important factor, equal spacing between the crystallites that show their regular distribution on the surface of the coating is also important. The peak spacing distribution mean value of Zn-Co coating is the highest, but its distribution scale is the lowest (from 0.134 μm to 2.676 μm).

Parameters of Zn-Co coating have changed the least after the sample was treated with HCl solution, it means the entire surface of this coating gradually corroded. This gives a possibility to form a thin corrosion product film resistant to further surface corrosion. A wide scale of the distribution for other coatings suggests the heterogeneity of their surface, which determines remarkable changes after holding the coatings in corrosive medium.

All these measurements based on AFM topographic images compared with corrosion rate indicate that corrosion rate does not depend on one parameter only, but on their whole. Zinc coating that has shown the highest corrosion rate is the most heterogeneous. The introduction of iron subgroup metals make coatings more homogeneous, that is why their corrosion rates are 2.5–4.0 times lower. Large deviations from the mean values of crystallite parameters are the most important drawback of Zn-Fe coating. Crystallite aggregates in Zn-Ni coatings form deep valleys where it is likely corrosion first strikes. Zn-Co coating distinguishes by the lowest corrosion rate because its structure parameters have the least deviations in comparison with the other coatings. It shows that the structure of this coating was the most homogeneous and during the process of corrosion it was affected the least. It had influence on the measured corrosion rate – the process became slower. Skewness of the structure of Zn-Co coating's crystallites prevents from deep valley formation, where corrosion agents could settle.

CONCLUSIONS

The galvanic coatings of zinc and zinc with iron subgroup metals were electroplated.

It was found out that medium consisting of H^+ and Cl^- ions has the highest influence on the coatings, and the one consisting of OH^- and CO_3^{2-} ions – the lowest.

Corrosion rate of Zn and Zn alloy coatings was evaluated. Zn alloy coating causes a remarkably lower corrosion rate. Zn-Co coating determines the lowest corrosion rate.

While investigating the singularities of zinc and zinc alloy coatings the importance of the crystal lattice defects on corrosive behaviour was confirmed. The coating consisting of the smallest crystallites and therefore being of the highest homogeneity has the lowest corrosion rate.

The roughness of the coating is not directly related to the average size of crystallites.

Unusual morphology of Zn-Co coating comes from the formation of Co_3Fe_7 intermetallic compound.

While exposing zinc and zinc alloy coating in corrosive medium, intermetallic compounds (Zn_xFe_y) are capable of preventing steel from further corrosion form on the boundary of the coating and steel contact.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are truly grateful to Virgina Valentinavičienė for involving us in science in general and for help in this study. We are also thankful to Vidas Pakštas and Aleksandras Kaliničenko for their help in gaining such a wide information and for revising data, and many thanks for the referee of this work Rimantas Ramanauskas. Special thanks for Olga Ščit, who was always nearby, who supported us and inspired to work and showed us the right way.

REFERENCES

1. Kaliničenko A., On the Structure and Corrosion Behaviour Relationship of Zn-Ni Alloy Coatings. Ph.D. thesis, Vilnius, 2006.
2. Ščit O., Corrosive Behaviour of Zn and Zn-Ni Alloy Coatings. Master thesis, Vilnius, 2002.
3. Ramanauskas R. 1999, Structural Factor in Zn Alloy Electrodeposit Corrosion. *Appl. Surf. Sci.*, 153, 53–64.
4. Morales J., Esparza P., Gonzalez S. et. al. 1996, Kinetics and Mechanism of β-Brass Dealloying in Aqueous 0.5 M Sodium Chloride Solution Derived from Combined Scanning Tunneling Microscopy and Electrochemical Data. *Langmuir,* 12, 500–507.
5. Ramanauskas R., Metal Structural Factor in Corrosion and Electrocatalytical Processes. Research report presented for habilitation, Vilnius, 1999.
6. Kabailienė M., *Crystallography,* Vilnius: Vilnius university publishing house, 2003.
7. Ramanauskas R., Muleshkova L., Maldonado L., Dobrovolskis P. 1998, Characterization of the Corrosion Behaviour of Zn and Zn Alloy Electrodeposits: Atmospheric and Accelerated Tests. *Corros. Sci.,* 40, 401–410.
8. http://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_crystallography
9. http://www.biofotonika.ff.vu.lt/biophotonics/activities/nanotechnologija/szm.htm
10. http://www.chf.vu.lt/Kristalchem/KRIST.html
11. Šalna V. A., *Optics,* Vilnius: Fizikos olimpas, 2004, http://www.olimpas.lt/konspektai/optika.htm
12. A Practical guide to SPM Scanning Probe Microscopy, Veeco Instr. Inc. 2005.
13. Kharitonov Y., *Analytical Chemistry* 2, 2003, 396–398.
14. http://hekabe.kt.dtu.dk/~vigild/2005_01_nunc/avgroughness.htm
15. http://www.truegage.com/help/TrueMap/index.html?sq_rmsroughness.htm
16. Zecchino M. 2006, *Characterizing Surface Quality: Why Average Roughness is Not Enough,* Veeco Instr. Inc., http://www.veeco.com/pdfs/appnotes/an511_roughness_64.pdf

Mokslai, muzika ir spalvos

Dalia Ignatjeva

Dalia Bartkevičiūtė – Varėnos „Ąžuolo“ vidurinės mokyklos dešimtokė. 2009 metais ji dalyvavo Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurse ir buvo apdovanota pirmojo laipsnio diplomu. Turbūt nustebsite sužinoję, kad ji ne tik žino, kur kokie grybai dygsta ir puikiai jais dažo siūlus, bet dar groja gitara, piešia, keliauja ir... net turi laiko dalyvauti olimpiadose bei konkursuose.

Kokios mintys kyla išgirdus apie Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursą ir ar gerus įspūdžius iš jo parsivežei?

Anksčiau jau buvau bendravusi su į mokslą linkusiais bendraamžiais iš visos Lietuvos. Dalyvavau „Kengūros“ stovykloje. Žinojau, kad ir šiame konkurse tikrai nebus „sustingusių moksliukų“. Yra taip manančių, bet aš jau puikiai žinau, kad tokiuose renginiuose dalyvaujantys paaugliai yra aktyvūs ir įdomūs. Dalyvauti šiame konkurse man buvo įdomu, todėl ir įspūdžius parsivežiau labai gerus. Smagu buvo bendrauti ir su komisija, ir su dalyviais – mano bendraamžiai labai veiklūs, norintys dirbti žmonės. Net per patį konkursą drauge spėjome sugalvoti ne vieną tiriamojo darbo temą.

Kodėl nutarei dalyvauti šiame konkurse?

Labai mėgstu imtis naujos veiklos. Kai aš buvau devintoje klasėje, chemijos mokytoja paragino turinčius mokslinio darbo idėjų pradėti dirbti – sakė padėsianti. Temą galvojau pati, bet mokytoja ir mano tėvai po truputį padėjo išsakydami mintis ir idėjas, patardami – taip ji ir išsivystė. Darbas man patinka, nes susijęs su spalvomis. Aš lankau dailės mokyklą, todėl spalvos man labai svarbios. Be to, dar niekas nebuvo ištyręs, kokios grybų dažomosios savybės.

Kas tau buvo įdomiausia darant tyrimus? Ar siūlytum ir kitiems išbandyti savo jėgas šioje veikloje?

Įdomiausia – gautas rezultatas, t. y. grybais nudažytų siūlų spalva. Žinoma, tiriamąjį darbą patarčiau daryti ir tiems, kurie dar nėra jo darę. Svarbiausia, kad jie patys to norėtų. Aš ir savo pusseserę prikalbinau imtis tiriamojo darbo. Dabar dirbsime dviese ir dvigubai daugiau galėsime padaryti. O ir grybų abiem užteks.

Ar esi dalyvavusi kituose konkursuose?

Dalyvavau įvairiose olimpiadose: fizikos, matematikos rajoninėse olimpiadose užėmiau pirmąją vietą. Kartu su tiriamojo darbo vadove, chemijos mokytoja Jolanta Žilioniene, skaičiau pranešimą apie dažymo grybais ypatybes Varėnos turizmo ir verslo informacijos centre. Tiesa, ne visi konkursai, kuriuose dalyvavau, susiję su mokslu, pavyzdžiui, ilgakasių konkursas.

Kaip namiškiai vertina tavo mokslinę veiklą?

Jie žino, kad darau tiriamąjį darbą, ir man padeda. Pavyzdžiui, dėl laiko stokos prašydavau mamos užkaisti grybus. Darbą darydavau namie, tad tėvai ir iš studijų grįžęs brolis matydavo, kad vis verdu grybus. Moksliniam darbui skirdavau laiko savaitgaliais, vakarais ir per atostogas. Mano tėvai mokytojai: tėtis yra fizikas, mama – pradinių klasių mokytoja. Jiems patinka, kad, be kitų dalykų, domiuosi ir mokslu.

Ar jau galvojai apie tai, kur ir ką norėtum studijuoti?

Mokykloje man labiausiai patinka matematikos pamokos, todėl ketinu studijuoti ekonomiką. Kartais pasvajoju atidaryti dažymo grybais įstaigą, kurioje to mokytųsi vaikai ir suaugusieji. Man norisi padėti žmonėms, teikti jiems idėjų. Per konkursą gavau pasiūlymą studijuoti restauravimo chemiją, bet apie tai dar negalvojau. Turiu dar daug laiko apsvarstyti įvairiems variantams.

Kuo dar domiesi ir kaip ketini praleisti vasaros atostogas?

Muzika yra vienas svarbiausių dalykų mano gyvenime. Labai dažnai jos klausausi, o jei nėra tokios galimybės, dainuoju pati. Praeitais metais dainavau mokyklos grupėje. Baigiau septynmetę muzikos mokyklą, kurią lankiau nuo antros klasės, groju gitara. Dabar esu dailės mokyklos antrokė. Dar domiuosi sportu – labai mėgstu žiūrėti futbolo varžybas ir žaisti tinklinį. Laisvo laiko daug neturiu, nes dailės mokykloje būnu iki vakaro keturis kartus per savaitę. Dar lankiau gitaros pamokas... Laisvalaikiu darausi papuošalus – apyrankes iš karoliukų. Kai turiu laiko, skaitau įvairią literatūrą. Jei jau išsitraukiu knygą, tai sunku nuo jos atsitraukti. Vasarą būsiu namie, bendrausiu su draugais, ketinu važiuoti į kelias vasaros mokyklas, kuriose teks ne ilsėtis, o rimtai mokytis, semtis žinių (Dalia tikrai dalyvavo dviejose mokyklose – aut. past.). Žinoma, grybausiu ir kaupsiu tiriamąją medžiagą.

Kokių turi svajonių?

Svajoju apie keliones – labai labai mėgstu keliauti! Taip pat noriu išmokti groti violončele, bet Varėnoje nėra tokių galimybių.

Ką mėgsti ir ko nemėgsti daryti?

Man patinka patirti ką nors naujo, ieškoti, kas teikia džiaugsmo. Kaip jau sakiau, mėgstu keliauti. Taip pat labai mėgstu vesti renginius – paskutinis renginys, kurį vedžiau, buvo Gedulo ir vilties dienos minėjimas Varėnoje, prie tremtiniams skirto paminklo. Tai man buvo labai svarbu, nes mano močiutė ir proseneliai buvo ištremti. Mėgstu aktyvią veiklą, pavyzdžiui, su draugais važinėti dviračiais. Esu viskam gana tolerantiška, todėl nėra tokių dalykų, kurių nemėgčiau.

Dalia su chemijos mokytoja

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Pakeliui į Nobelio premiją

Saulė Markevičiūtė

Tądien daug kalbėjomės rimtai, daug juokavome. Įvykių scenarijus toks: Moisejus Braveris (Moisej Braver) mus pasitinka, spėriai veda siauručiais jaukiais mokyklos koridoriais („Oho, koks greitas", – šmėsteli mintis, bet vėliau paaiškėja, kad tai, ko gero, sportininko braižas) ir nuveda į fizikos kabinetą. Čia susitinkame su mokytojais Angele Borodiniene ir Romanu Voronovičiumi (Roman Voronovič). Tarsi savaime pradeda vyniotis rūpimų klausimų kamuolys... Visiems drauge svarstant, kas jauną žmogų skatina eiti mokslo keliu, ar siekiamybė yra apdovanojimai, kad ir Nobelio premija, Moisejus paprastai atsako: „Visai malonu būtų gauti."

Vilniaus Šolomo Aleichemo vidurinės mokyklos fizikos mokytoja Angelė Borodinienė turi ir gerų mokinių, ir darbo idėjų. Moksliniai tyrimai domina ir chemijos mokytoją Romaną Voronovičių. Pedagogų mintys, kaip mokymąsi padaryti įdomesnį, ėmė kristalizuotis: gal mokiniams pasiūlyti imtis tiriamojo darbo, kuriam prireiktų ir fizikos, ir chemijos žinių?

„Vieną penktadienį mokytoja pakvietė po pamokų užeiti į fizikos kabinetą, – dabar pasakoja Moisejus Braveris. – Taip paslaptingai viskas prasidėjo..."

„Moisejus, galima sakyti, mokyklos žvaigždė. Jį kviečia visi", – chemijos mokytojo žodžiai padeda suprasti to lemtingojo penktadienio įvykio priežastis. Dabar jau dešimtokui Moisejui puikiai sekasi tikslieji mokslai. Jis yra smalsus, būdamas devintoje klasėje jau krimto 11 klasės matematikos uždavinius. Per fizikos laboratorinius darbus mokytoja buvo pastebėjusi: užduotis jis atlieka greitai ir be darbo ima nuobodžiauti...

Mintis imtis mokytojų pasiūlyto tiriamojo darbo Moisejui patiko. Galima ir neklausti, ar jam buvo įdomu. Juk nebūtų tiek laiko praleidęs prie eksperimentų, kai vien laukti, kol nusistovės temperatūra, reikia – geriausiu atveju – valandą, o dažnai ir dvi tris. Tas valandas trumpindavo ne tuščias rymojimas žiūrint į sieną, o šachmatų dvikovos su Dominiku Gurvičiumi (Dominik Gurvič). Su Dominiku atliktą darbą „Šiltnamio efekto modeliavimas" jiedu pateikė Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursui ir pateko į nacionalinio etapo finalą.

Kaip pažaboti atmosferos teršalą anglies dioksidą, galvą suka ne vienas pasaulio mokslininkas. Kas pirmas sugalvos, kaip valdyti šias dujas, ir atsakys į globalų žmonijai rūpimą klausimą? Pabandyti ieškoti atsakymo nutarė ir jie. Darbas buvo nelengvas, bet Moisejus sako, kad sunkiausia buvo... suprasti, jog viską reikia perdaryti: „Baigę pamatėme, kaip galima padaryti dar geriau. Ar palikti senus rezultatus, ar daryti,

kad būtum patenkintas? Apsisprendėme daryti iš naujo.“ Buvo labai žiūrima eksperimento tikslumo ir stengiamasi darbą aprašyti pakankamai moksliškai.

Netikėtumai? Kaipgi be jų... Eksperimentuojant, ypač su cheminėmis medžiagomis, dažnai kas nors šnypščia, dūžta, išvarva, pykšteli. Kažin, ar jiems kas neišbėgo? „Išbėgo. Mokytojui ant kaktos“, – sako Moisejus. Ogi paimta per didelės koncentracijos rūgštis prasidėjus audringai reakcijai fontanu šovė į viršų. „Bet mokiniai pamatė, kad likau gyvas, ir nusiramino“, – prisiminimai priverčia šyptelėti ir mokytoją Romaną Voronovičių.

„Konkurse išgirdau kritikos. Ji padeda. Nemalonu, bet neišgąsdino. Buvau tam pasiruošęs. Buvo ir pagyrimų, ypač dėl geros temos“, – konkurso įspūdžius prisimena Moisejus.

Be mokslo, jauno žmogaus gyvenimas paprastai kupinas ir kitos įvairios veiklos. Moisejaus laisvalaikis – tai susitikimai su draugais, knygos, iš kurių labiausiai traukia istorinės, ypač karinės, politinės, taip pat sunkioji muzika ir geri filmai. Ir, žinoma, sportas: jau aštuonerius metus jis lanko karatė treniruotes. Mokytojos žodžiais, Moisejus labai kuklus. Kad jis – dukart Lietuvos karatė čempionas, bendraklasiai atsitiktinai sužinojo iš interneto. Ir dabar, paklaustas, kaip kiti mokiniai vertina jo sėkmę konkurse, atsako trumpai: „Niekaip. Kas pats tokių darbų nedaro, nelabai kreipia dėmesio.“ Mokytojai šypsosi: „Visi jau priprato, kad Moisejus visur laimi.“

Kuklumas – tai ne tik būdo bruožas, sulaikantis nuo noro garsiai girtis savo laimėjimais, tai tylus atkaklus darbas ir tikslo siekimas (turint nuostatą „na, mes dar pažiūrėsim!“). Aiškūs tikslai, kantrybė, sveikos ambicijos – nugalėtojo bruožai. Kai dažnas mokinys sako, kad dirba tik norėdamas pabandyti, sužinoti savo galimybes ir nieko daugiau, maga paklausti: negi nenorėtum padaryti ką nors tikrai išskirtinio, naudingo žmonėms, sugalvoti ką nors tokio, kas verta Nobelio premijos? Juokai juokais, bet genialios mintys gali gimti kiekvienam…

Dominikas Gurvičius (kairėje), mokytojas Romanas Voronovičius ir Moisejus Braveris

Iš R. Voronovičiaus asmeninio albumo

Moisejus su mokytojais Angele Borodiniene ir Romanu Voronovičiumi

Jaunojo tyrėjo nuotraukos

Vaikinai iš Mastaičių

Saulė Markevičiūtė

Per vieną ar kelis susitikimus su žmogumi gali tik susipažinti. Pažintimi džiaugiesi ir ilgai prisimeni tuos, su kuriais bendrauti buvo įdomu, kurie domisi mokslu ir gyvenimu, ne snaudžia, o ieško ir atranda, kurie… Gal šių portretų štrichai kam nors padės geriau pažinti bendraklasį, o gal – kas žino – pažadins norą įgyvendinti savo sumanymus pačiam.

Kauno rajono Mastaičių pagrindinės mokyklos mokiniai Justinas Mitkus ir Mantas Paulauskas praėjusį pavasarį turbūt labiau įsimins ne todėl, kad baigė 10 klasių. Jų pagrindinės mokyklos baigimo metus vainikavo ne egzaminų dienos ir mintys apie tolesnį kelią, o Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso nacionalinio etapo, 2009 m. balandį vykusio Vilniuje, įspūdžiai. Mantas ir Justinas ne tik dalyvavo, bet ir pateko į baigiamąjį turą, atkreipė darbų vertintojų dėmesį, nors tai buvo pirmas konkursas jų gyvenime! Konkurse užsimezgė ir mūsų pažintis.

„Konkursas – tai ne egzaminas!“ – vėliau kalbėjo vaikinai, kuriems labai patiko renginio atmosfera. Tik dalyvavęs konkurse žinai, kad niekas ten neremia prie sienos ir blogų pažymių nerašo. Tu gali (ir privalai) reikšti ir ginti savo nuomonę. Grįžo abu laimingi, įgavę patirties atsakinėti į komisijos narių klausimus (Mantas džiaugiasi, kad tai pravertė ir per lietuvių kalbos egzaminą). Buvo pastabų, patarimų, pasiūlymų. Mantui dėl kritikos šiek tiek apmaudu, o Justinui... jos trūko: „Tikėjausi daugiau. Kai pakritikuoja, žinai, ką taisyti.“ Darbus jie planuoja tęsti, todėl tos pastabos jiems svarbios.

Pokalbio susitikome fizikos kabinete – tame pačiame, kur gimė ir jųdviejų, o anksčiau ir kitų mokinių atradimai. Minutėlę atrodė, kad tiksliųjų mokslų atstovai daug neaiškins (maždaug darbas pats viską pasako, ar nesuprantate). Negi pokalbis bus sudėtas iš „taip“ ir „ne“? Bet labai greitai ėmė atrodyti, kad diktofono laikmenoje pokalbio įrašui neužteks vietos!

Jų kelias į konkursą neįmantrus. Mantas ir Justinas mėgsta visokius techniškus darbus. Mokytojas Edmundas Jauniškis mokykloje vadovauja fizikos būreliui, į kurį ateina mokiniai, ieškantys įvairios veiklos, kartais kad ir šachmatais pažaisti... – tiesiog čia labai įdomu, nes mokytojas pats domisi mokslo pasaulio naujienomis ir dalijasi mintimis su mokiniais. Lankė būrelį ir Mantas su Justinu, iš lėto šį bei tą meistravo („darėme sau“), kaip visada, ramybės nedavė aibė minčių. O vieną gražią dieną patyręs mokytojas, kuris jau yra parengęs mokinių konkursams, lyg kažką nujausdamas ir įžvelgdamas, pasiūlė: „Gal norėtumėte dalyvauti ir jūs?“ Laiko buvo išties mažai – keli mėnesiai. Pakeitus sumanymą ir pasirinkus darbo temą, vakarais, poilsio dienomis vyko kūrybiniai ieškojimai, konsultacijos. Pagaminti prietaisą buvo nesunku, bet eksperimentai – važinėjimas bandant patobulintą variklį – atėmė daug laiko.

Jie padarė, ką sumanė! Pagamino vandens skaidymo į vandenilį ir deguonį aparatą – elektrolizerį automobiliui, padedantį taupyti degalus ir mažinantį išmetamų kenksmingų medžiagų kiekį. Pristatė savo darbą konkurse. Bendramoksliai ir mokytojai pasveikino grįžusius. Vienas devintokas užsidegė su tėčiu pabandyti pasidaryti panašų įtaisą...

Ar viskas sekėsi sklandžiai? Pasak Justino, smulkios nesėkmės tik skatino dirbti dar uoliau.

Ar dirbant buvo staigmenų? Žinoma! „Kai vietoj sodos panaudojome natrio šarmą. Kad šoks trisdešimt amperų, pradėjo laidai lydytis... Keitėme ampermetrą, laidus, vėl bandėme“, – prisimena Mantas. „Planavome, kad elektros srovė sustiprės,

bet labai nustebome, kai padidėjo vos ne trigubai“, – pritaria Justinas.

Kurti įdomu, dirbi su ugnele, bet reikia darbą ir aprašyti, sklandžiai išdėstyti mintis, pateikti išvadas. Ar sunku? „Buvo problemų. Teko pasukti galvą, – pasakoja abudu. – Aprašyti viską padarius – sunku. Pasiskaitydavome, mokytojas patardavo. Bandėme surašyti, kas ką atsimena, bet geriausia rašyti dalimis: susuki ką nors – užrašai. Bandai, neišeina, pradeda laidai svilti – keiti ir tai iškart pasižymi.“ Darbo aprašas, aišku, buvo parodytas lietuvių kalbos mokytojai...

Ar kitiems patartų užsiimti tiriamąja veikla, ar tai ne per daug sudėtinga? Mantas atsako trumpai: „Jeigu tik kuo domisi, tegu.“ Panašios nuomonės ir Justinas: „Siūlyčiau. Ką pralakstytum kažkur laukuose, tai dirbdamas sužinai daugiau, pasidarai naudingų dalykų. Laiko tam negaila.“ O ar tėveliai nepriekaištauja, kad tiek laiko praleidžia ne namie, ar džiaugiasi laimėjimais? „Kaip nesidžiaugs“, – vėl trumpai paaiškina Mantas. Justinas leidžiasi į platesnius apmąstymus: „O man tai sako: jeigu tau reikia, dirbk kiek nori. Sako, kad džiaugiasi, jog naudingai laiką leidžiu.“

Galbūt sėkmę darbe lemia panašūs charakteriai, pomėgiai? Kažin, nors abiem patinka ritmiška šokių, klubinė muzika. Abiejų panašios nuostatos dėl jaunystės pagundų ir bandymų, į kuriuos pasineria ne vienas bendraamžis. O daugiau...

Justinas sieja savo ateitį su inžinerijos mokslais, Mantas dar neapsisprendęs. „Neįsivaizduoju“, – šypteli, nors traukia daug kas: sportas, ypač krepšinis, žavi astronomija, domina technika.

Paklausti, ką veikia, kuo, be mokslo, dar domisi, abu juokiasi: „Vasarą mes atostogaujame!“ Žaidžia krepšinį, eina į baseiną, vasarą, pasak Justino, atviros dar ir kūdros, ežerai... Mantas padeda tėvams ūkyje – šienas, gyvuliai, kitokia buitis. Justino diena dažniausiai prasideda įvairiais darbais garaže. „O aš tai mėgstu pamiegoti, – šypteli Mantas. – Iki paryčių sėdžiu prie kompiuterio, bet tik per atostogas. Kai prasideda mokslai, reikia valdytis. Gyvenu kaime, dar kelionė į mokyklą atima laiko.“ Justino dienotvarkė (naktitvarkė) kitokia...

Šalia didžiausių pomėgių gyvenime yra ir dalykų, kurie ypač ne prie širdies. Justinas linkęs išskirti nemėgstamą muziką. Mantas prisipažįsta: „Jau ko nemėgstu, tai namų darbų... reikia labai prisiversti.“ O argi eksperimentuotojui nereikia prisiversti, – juk tai irgi darbas? „Bet įdomus...“

Planų pilnos galvos, nusiteikimas toliau ieškoti ir dirbti – toks įspūdis liko atsisveikinant su Justinu ir Mantu.

Puiku, kai susitinki tokių jaunuolių, kurie renkasi ne abejingųjų ir nieko nenorinčiųjų kelią, o kitus tikslus – viskuo domėtis, protui ir rankoms duoti darbo, kurti.

Justinas ir Mantas (dešinėje)

Mantas ir Justinas su mokytoju

Prie patobulinto automobilio

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Įdomu spręsti gamtos uždavinius

Dalia Ignatjeva

Mantvydas Lopeta mokosi dvyliktoje klasėje ir jau tris kartus dalyvavo Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurse. Tyrinėti gamtą pradėjo būdamas penktoje klasėje, bet jau ir anksčiau domėjosi gamtos reiškiniais ir nejučia pasinėrė į jų pažinimo gelmes. Pasak jo, domėjosi gamta nuo mažens, stebėdavo ją ir bandydavo suprasti, kodėl viskas yra taip, kaip yra. Apie Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursą jis pirmą kartą išgirdo per Šiaulių universiteto rengiamą konferenciją. Pirmaisiais metais dalyvaudamas konkurse Mantvydas pateikė mokslinių tyrimų apie boružes rezultatus. Darbo tema gimė tada, kai Mantvydas pastebėjo medelį, apkibusį boružėlėmis. Po metų jis pradėjo tirti dusias, o štai 2009 metais konkursui pateikė tęstinį darbą apie Kurtuvėnų regioninio parko dusių įvairovę. Kaip tirti vabalus, jis jau žinojo – turėjo patirties. O dusios gyvena šalia – vandens telkinių netolimose apylinkėse yra daug. Mantvydo tyrimams reikėjo daug laiko: ištirta 13 vandens telkinių ir prie kiekvieno iš jų jis praleido daug valandų gaudydamas dusias. Ši darbo dalis jam labiausiai patiko. „Pelkių dugnas nenuspėjamas, nuolat juda, todėl įdomu po jas braidyti“, – teigia Mantvydas. Darant darbą viskas buvo sudėtinga: gaudyti dusias, identifikuoti jas ir viską aprašyti. Tam reikia daug laiko.

Jaunojo tyrėjo nuotrauka

Šie metai mokykloje paskutiniai: ką ketini studijuoti ir ar norėtum būti mokslininkas?

Norėčiau studijuoti molekulinę biologiją. Save kaip mokslininką įsivaizduoju ir tikrai norėčiau juo būti. Nemanau, kad yra savitų bruožų, būdingų tik mokslininkui. Jie yra labai skirtingi žmonės, tačiau juos vienija noras tirti ir iš to kylančios mokslo idėjos. Jau geriau nemokėti naudotis įranga – to visada galima išmokti, bet jei neturi idėjos... Niekas tada nepadės, net ir geriausia aparatūra.

Kokia tavo mokslinė veikla ir laimėjimai?

Mokykloje man sekasi visi dalykai, bet labiausiai patinka gamtos mokslai. Aktyviai dalyvauju konferencijose, olimpiadose. Vienuoliktoje klasėje rajoninėse fizikos, biologijos ir chemijos olimpiadose laimėjau pirmąją vietą, o respublikinėje biologijos olimpiadoje užėmiau antrąją vietą. Vasarą lankiausi net trijose mokslo stovyklose, tad turėsiu ką palyginti. Žinoma, kitame Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurse vėl dalyvausiu, tik dar nežinau, kuria linkme pakryps mano tyrimai.

Gal esi iš gamtos mylėtojų šeimos? Ar šeima skatina tave domėtis mokslu?

Mano mama biologijos mokytoja, ji taip pat yra ir mano darbo vadovė. Tėtis dirba Kurtuvėnų regioniniame parke. Mano gyvenamoji vieta taip pat turėjo daug įtakos renkantis tiriamojo darbo temą. Šalia buvo pelkės, be to, įdomu tirti vietas, prie kurių gyveni.

Plačioji dusia

Mantvydo Lopetos nuotrauka

Mantvydo Lopetos nuotrauka

Jaunojo tyrėjo nuotrauka

Kokie tavo pomėgiai ir nemėgstamiausia veikla? Kaip leidi laisvalaikį?

Mano pomėgis – astronomija. Jau spėjau pažinti visą vasaros dangų. Patinka stebėti dangaus kūnus ir pasakoti apie savo atradimus kitiems. Dažnai tenka skaityti astronomijos paskaitėles, pavyzdžiui, praėjusiais metais apie astronomiją teko pasakoti jojimo stovykloje. Mėgstu skaityti mokslinę ir grožinę literatūrą, bet paskutiniu metu nelabai turėjau tam laiko. Patinka žaisti šachmatais, spręsti sudoku (matyt, jo hobis – sukti galvą – aut. past.). Nesportuoju, taip pat nemėgstu ūkio darbų. Labiausiai nepatinka, kai man trukdo, kada aš esu labai į ką nors įsigilinęs.

Papasakok, koks tu esi?

Esu ramaus būdo, atkaklus ir labai užsispyręs. Tai man kartais labai pakenkia, nes užsispiriu ką nors daryti arba kaip tik – nedaryti. Kritikos nebijau – ji priverčia mąstyti. Netikiu horoskopais ir nesu prietaringas.

Tai Mantvydas...

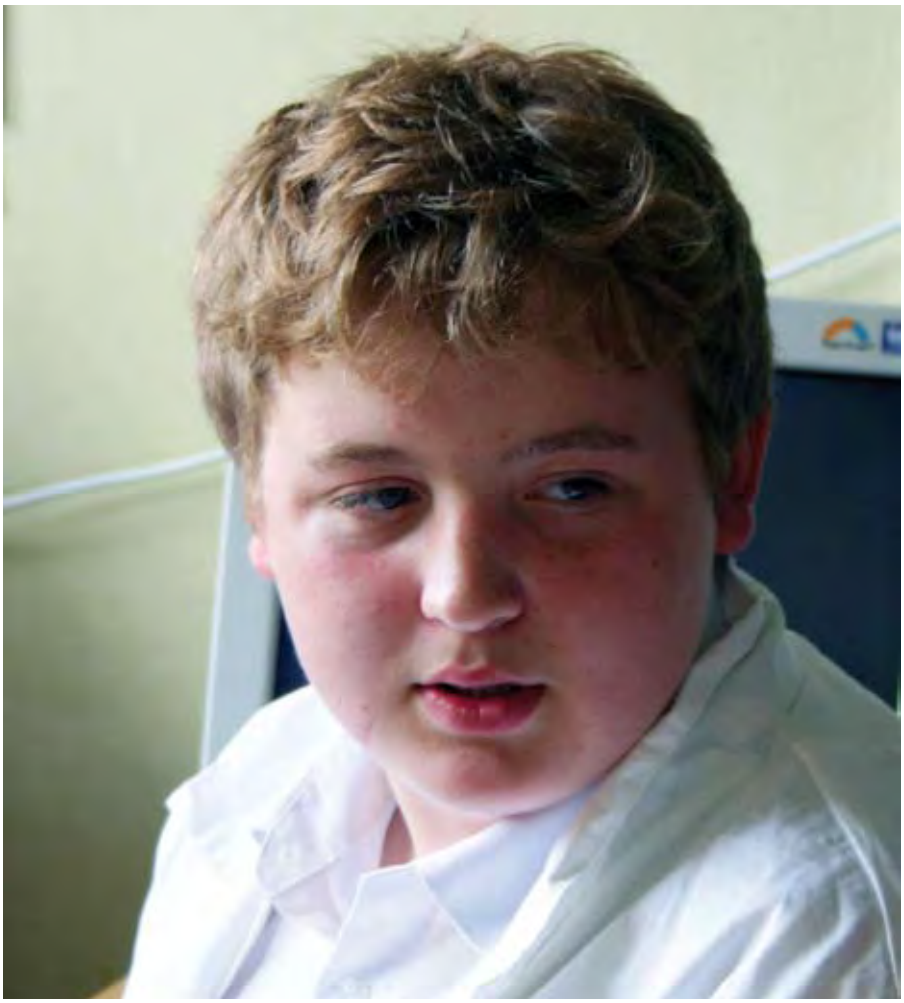
Žmogų pažinti galima ne vien iš jo kalbos, jį išduoda akys, žvilgsnis, veido išraiška, gestai. Kartais nesi girdėjęs nė vieno ištarto žodžio, bet jau nebenori jų išgirsti, arba, atvirkščiai, manai, kad jau seniai tą žmogų pažįsti. Daug ką galima pasakyti apie žmogų, jei žinai, apie ką jis svajoja, ko siekia. Jei perskaitę straipsnį vis dar galvojate, koks jis, pažinsite Mantvydą iš jo svajonės: „Aš labai noriu padaryti ką nors naudingo žmonijai.“

Povilas: „Mano noras toks didelis...“

Dalia Ignatjeva

Povilas Kavaliauskas – Kauno Vinco Kudirkos vidurinės mokyklos dešimtokas. Jis 2009 metais Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursui pateikė darbą apie vabzdžių pernešamų infekcinių ligų plitimo kelius ir buvo apdovanotas pirmojo laipsnio diplomu. Susitikti su Povilu skubėjome į Kauno medicinos universitetą, kur jis praleidžia beveik visą laisvalaikį. Tikėjomės pasimatyti su mokiniu, tad ne iškart pastebėjome ateinantį pasitikti jaunąjį mikrobiologą baltu chalatu. Kalbėjomės ilgai ir smagiai...

Kalbindami Povilą supratome, kad jis ne tik aktyvus jaunasis tyrėjas, bet ir smalsus, turintis išskirtinį tikslą tapti mokslininku ir atkakliai jo siekiantis jaunuolis. Jaunųjų mokslininkų konkurse jis patyrė gerų įspūdžių, nors jo darbas nebuvo išimtis ir taip pat sulaukė pastabų bei kritinio vertinimo. Paklaustas, kaip jį paveikė kritika ir ar neprarado noro toliau dirbti, Povilas atsakė: „Mano noras toks didelis, kad jį būtų sunku numušti.“ Iš tiesų tokio stipraus noro tirti ir dirbti tikrai nepaslėpsi. Dešimtokas jo ir neslepia: paskatintas tiriamojo darbo konsultantės mokytojos Janinos Maksimavičienės per biologijos pamokas apie savo tyrimų rezultatus pasakoja ir vyresnių klasių mokiniams. Jis taip pat dalyvauja ir kituose konkursuose, konferencijose. Ar užtenka jam laiko pamokoms paruošti? „Jei trūktų laiko, mažiau būčiau laboratorijoje.“ Į laboratoriją jis ateina du kartus per savaitę. Beje, jo pirmas apsilankymas Kauno medicinos universiteto Mikrobiologijos katedroje buvo neįprastas. Povilas atėjo ir pasakė, kad norėtų čia atlikti tyrimus. Jis jau turėjo medžiagos tiriamajam darbui, žinojo, ko jam reikia ir kokios pagalbos tikisi iš šios katedros darbuotųjų kolektyvo. „Tiesiog žinojau, ko noriu“, – sako Povilas. Tai jam padėjo ne tik tąkart susirasti darbo vadoves Rasą Grigaitę ir dr. Ritą Plančiūnienę, bet praverčia ir šiandien ieškant specialių darbo priemonių, konsultantų ar bet kokios kitos pagalbos. Jis ilgai planuoja, susikaupia ir pasibeldžia į tas duris, kurių jam reikia. Povilas įrodė, kad ir dešimtoką verta išklausyti, juk polinkis į mokslą slypi ne metuose – jis užkoduotas genuose... Povilas jau išsistudijavo savo šeimos geneologinį medį, nes aplinkiniai, išgirdę, kuo jis domisi, daugybę kartų klausė, kas jo tėveliai. Giminėje lyg ir nebuvo „moksliukų“, nėra nei garsių mokslininkų, nei mokslo mėgėjų. Tik atsitiktinai sužinojome, kad Povilo močiutė buvo žolininkė! Gali būti, kad jis gabumus ir polinkį į mokslą paveldėjo



būtent iš jos. Savo silpnybę mokslui Povilas įžvelgia buvus jau vaikystėje. Tada jis kaupdavo įvairius buteliukus, o kai tėveliai nematydavo, sumaišydavo rastus vaistus. Dar mažas žinojo, kad reikia ne tik sumaišyti, bet ir pažiūrėti, kas iš to bus – viską, ką sumaišydavo, išpildavo ant augalų... Štai ir tyrimų pradžia!

Tėvai džiaugiasi sūnaus pomėgiu, laimėjimais. Jis yra įpratęs dirbti vienas. Patinka jausti atsakomybę už atliktą darbą ir pačiam priimti sprendimus, – kaip sako Povilas, „tada nieko nekaltinu dėl nesėkmių.“ Namuose Povilas įsirengė laboratoriją. Ten jis gamina terpes bakterijoms ir jas augina. Pats „rimčiausias“ namų laboratorijos aparatas – mikroskopas. Povilas prisipažįsta, kad labai jį brangina – tai pats svarbiausias jo darbo įrankis.

Jaunųjų mokslininkų konkursas jau seniai baigėsi, ir jis jau kuria planus kitam konkursui. Pasak Povilo, sunkiausia rasti tinkamą metodiką ir surinkti tiriamąją medžiagą. Jam ir pačiam teko kurti darbo metodiką: pagal savo receptūrą pasigamino mitybinę terpę bakterijoms auginti. Nors moksliniai tyrimai nėra labai lengvas darbas, Povilas pataria visiems, kuriems įdomi mokslinė veikla, išbandyti save, nes galbūt tai taps pomėgiu, kurio nesinorės atsisakyti.

Povilas ir jo vadovė Rasa Grigaitė

Povilas Jaunųjų tyrėjų vasaros mokykloje

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Mokykloje Povilui labiausiai patinka gamtos mokslai, o sunkiausia prisiversti nueiti į lietuvių kalbos pamokas. „Nemėgstu gramatikos, o literatūra man labai patinka“, – sako Povilas. Be mokslų, Povilas randa laiko tapyti, klausytis muzikos. Per vasaros atostogas ir toliau gilino žinias: lankėsi Biochemijos institute, taip pat dalyvavo Jaunųjų tyrėjų vasaros mokykloje.

Šiuo metu Povilas labai domisi genetiniais tyrimais, tad Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurse galbūt pamatysime molekulinės genetikos tyrimų rezultatus. Ateityje jis nori studijuoti mediciną ir pasirinkti klinikinės mikrobiologijos sritį, stažuoti užsienyje ir dirbti tiriamąjį darbą. Kas mokslas yra Povilui? Tai – pomėgis, laisvalaikis, VISKAS. Įdomu, ar jis įsivaizduoja save kaip mokslininką? Ne tik įsivaizduoja – Povilas juo ketina būti! Jo manymu, mokslininkas turi būti kantrus. „Norint gerai atlikti mokslinį darbą, reikia kantrybės ir susikaupimo.“

Astronomas teoretikas

Dalia Ignatjeva

Motiejus Valiūnas Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursui pateikė darbą „Žvaigždėdara Trikampio galaktikoje“. Astronomų šiame konkurse nebūna tiek daug, kiek, pavyzdžiui, ekologų ar technologų. O tokių dangaus mokslo mėgėjų, kurie metų metus tęstų savo darbą, yra dar mažiau. Motiejus jau patyręs šio konkurso dalyvis: jame dalyvavo tris kartus, todėl priprato, kad jo tyrimais domisi ir komisija, ir mokinių mokslinių darbų ekspozicijos atėję pasižiūrėti lankytojai. Čia jis susitinka ir su kitais jaunaisiais astronomais. „Jei žmogus gali padaryti gerą tiriamąjį darbą, tada patarčiau dalyvauti šiame konkurse, – sako Motiejus, – reikia netingėti ir gerai išmanyti kurią nors mokslo sritį.“ Mintis, kuria kryptimi plėtoti darbą, dažnai gimsta paties darbo metu. Motiejui patinka tirti, analizuoti, tiriamąja veikla jis jau spėjo sudominti ir savo bendramokslius.

Į astronomiją Motiejus paniro trečioje klasėje, kada kai kurie tokio amžiaus vaikai dar mėgsta žaisti su smėliuku, o ne su teleskopu. Tai buvo taip seniai, kad Motiejus net neprisimena, kas jį sudomino: ar dangus suintrigavo, ar knyga, o gal filmas. Svarbu, kad jo pomėgį pastebėjo mama, kuri ir atvedė Motiejų į Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centro pasaulio pažinimo būrelį. Šį būrelį Motiejus lankė kelerius metus, o kai nusprendė, kad su gamta jau gerai susipažinęs (arba jam taip atrodė), perėjo į astronomijos būrelį.

Šiandien Motiejus sako gyvenąs studentišką gyvenimą: konkursams, olimpiadoms pasirengti pristinga laiko, todėl labai dažnai didžiausi darbai padaromi paskutinę naktį. Kadangi Motiejus kuklus, ne apie visus savo laimėjimus papasakojo. O pasigirti yra kuo: respublikinėse matematikos ir astronomijos olimpiadose užėmė pirmąją vietą, taip pat dalyvavo fizikos olimpiadoje, konkursuose ir olimpiadose užsienyje. Nors jį vilioja įvairios mokslo kryptys, bet labiausiai – astronomija. Besidominčiųjų ja nėra labai daug, tad ir draugų, su kuriais būtų galima padiskutuoti, pasidalyti mintimis ar tiesiog pasitarti, ne taip paprasta rasti. Tai ne bėda. „Astronomai dirba po vieną“, – sako žvaigždžių tyrėjas. O ir pasitikėti kitais sunku, reikia labai kompetentingo pašnekovo. Motiejus nutyli, kas juo galėtų būti...

Motiejaus pagrindinis darbo įrankis – kompiuteris, prie kurio prabėga visos laisvos dienos ir vakarai. Internete jis naršo po astronomijos ir matematikos svetaines. Paklaustas, ką pasiimtų į negyvenamą salą, ilgai galvojo ir, paveiktas šiuo-

laikinės civilizacijos, nusprendė, kad be kompiuterio negyvenamoje saloje būtų sunkoka. Tai gal ir teleskopas jam nelabai reikalingas? Kaip kad chemikas be kolbutės ne chemikas, taip ir astronomas be teleskopo – ne astronomas. Jau ilgai Motiejus svajoja įsigyti teleskopą. Tai tik viena iš svajonių, kurią jis mums atskleidė. Žinoma, jų yra daug daugiau.

Per vasaros atostogas Motiejus suspėjo padalyvauti ir astronomų stovykloje, ir Jaunųjų tyrėjų mokykloje, tad laiko veltui neleido. Laisvalaikiu jis dar sprendžia uždavinius, programuoja, taip pat vaikšto į koncertus, klausosi klasikinės muzikos, kartkartėmis nueina į kiną, skaito detektyvus, domisi filosofija, o kai jau visiškai nėra ką veikti, susiranda televizoriaus valdymo pultelį ir ieško, kas patrauktų dėmesį. Tik sporto jis nemėgsta, o jei kas nors jį verstų sportuoti, neliktų nieko kito daryti, kaip žaisti šachmatais. Kai Motiejus dar buvo mažas, kolekcionavo moliuskų kriaukles. Dabar jis rūpinasi savo augintiniais. Namuose bėgioja katytė Pincė, kuri net nenujaučia, kad be jos, yra dar ir kiti namiškiai: jūrų kiaulytė Bukis ir už Motiejų pora metų jaunesnis vėžliukas Tikas. Kiekvienas iš jų turi savo vietelę, kurioje gyvena ir karaliauja.

Kaip manote, ką ketina studijuoti Motiejus baigęs Vilniaus licėjų? Jis nori tapti astrofiziku. Save jis vadina astronomu teoretiku, nes teorija jam daug įdomesnė negu praktika. Motiejus turi gerus vadovus, konsultantus, kurie padeda pasirinktame mokslo kelyje. Kaip sakoma, su kuo sutapsi, tuo ir pats tapsi.

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Gabumai dažnai yra daugialypiai

Gražina Radzvilavičiūtė

„Jaunasis tyrėjas“ kalbina profesorių **Eugenijų Butkų**, jau antrą kadenciją einantį Lietuvos mokslo tarybos pirmininko pareigas. Chemikas organikas, atsitraukęs nuo mokslinio darbo ir paskaitų skaitymo Vilniaus universitete, randa laiko ir mokykliniams vadovėliams rengti, ir gabiems vaikams ugdyti.

Jaunojo tyrėjo nuotrauka

Vienas svarbiausių Lietuvos mokslo tarybos uždavinių – skatinti Lietuvos mokslo potencialo augimą ir kelti mokslo prestižą bei kurti žinių visuomenę. Atrodytų logiška tai pradėti įgyvendinti nuo mokinių, nors jie tiesiogiai ir neįvardijami Tarybos planuose. Minėjote, kad išskirtinių atvejų esama...

Tai tie moksleiviai, kurie jau mokykloje pradeda domėtis mokslu ir tiriamąja veikla. Dar prieš studijas aukštojoje jie nutaria padirbėti rimčiau ir parengia savo mokslinius darbus. Kai kuriems jaunuoliams pasiseka ir dar netapę studentais jie pasineria į mokslinę veiklą. Tiesa, tokių pavyzdžių nedaug. Kryptingai ugdyti tyrėjus nuo pačių jauniausių nėra tiesioginė Tarybos užduotis, bet populiarinti mokslą, skatinti mokinius juo domėtis reikia įvairiomis priemonėmis, juolab kad tam galima pasinaudoti ES struktūrinių fondų parama. Be to, šiais laikais rengiama įvairių stovyklų, – ir pats ten skaičiau ne vieną paskaitą. Galimybių yra, todėl jas tik reikia efektyviai išnaudoti.

Taryba jaunus perspektyvius mokslininkus skatina likti Lietuvoje. O gabūs mokiniai ne visada sieja savo ateitį su studijomis ir mokslu tėvynėje. Ką reikėtų daryti, kad, vaizdžiai tariant, užkirstume kelią protų nutekėjimui ankstyvame etape?

Klausimas gana sudėtingas. Gal būsiu ne visai suprastas, bet nemanau, kad tam reiktų užkirsti kelią. Jei mokiniai ar studentai gali išvažiuoti į užsienį ir siekia žinių, kurias gali gauti konkrečioje šalyje, nemanau, kad turėtume trukdyti. Tik reikia parodyti, kad ir pas mus yra centrų, kuriuose jie gali įgyti žinių, pasiekti gerų rezultatų ir realizuoti savo gebėjimus bei įgyvendinti idėjas. Esu kalbėjęs su keliais jaunuoliais, kurie paklausti, ar važiuos kur nors į podaktarinę stažuotę, sako: „Ne, viskas yra čia vietoje, nėra jokio reikalo.“

Galimybė keistis idėjomis ir žiniomis su kolegomis yra viena būtiniausių sėkmingo mokslinio darbo prielaidų. Tiesa, kartais žiniasklaidoje nevykusiai sudėliojami akcentai. Jeigu žmogus išvažiavo mokytis į geriausią pasaulio universitetą, tai yra pripažinimas, kad Lietuvoje ir vidurinėse mokyklose, ir universitetuose parengimas yra aukšto lygio. Todėl nemažai Lietuvos jaunuolių po vidurinės mokyklos, baigę kelis kursus universitete ar įgiję bakalauro laipsnį, studijuoja svetur – ir juos priima išskėstomis rankomis. Jeigu mes sukursime geras darbo sąlygas, gabūs žmonės galės grįžti ir tikrai turės ką veikti Lietuvoje.

Studijas rekomenduočiau pradėti čia – Lietuvoje. Žinau pasaulio universitetų, kuriuose, siekiant bakalauro laipsnio, tiek laboratorinė įranga, tiek dėstytojų bendravimas su studentais yra ne itin nuostabūs... Ten studentai neturi galimybės įsitraukti į mokslinius tyrimus pirmuosiuose kursuose – niekas neleidžia, ir tvarka kitokia – įvairūs apribojimai, vadovai bijo atsakomybės. Pas mus juk mokslinius tyrimus galima pradėti kad ir nuo pirmo kurso.

O gal kai kurių jaunuolių beatodairišką išvykimą galima sieti su savotišku lietuvišku kompleksu – bet kur užsienyje bus „kiečiau“?

Kai kur iš tikrųjų yra „kiečiau“... „The Times“ paskelbė naują universitetų reitingą, kuriame Vilniaus universitetas yra tik tarp šešių šimtų geriausiųjų. Deja, daugelis tų universitetų, į kuriuos važiuoja mūsų absolventai, nepatenka net ir tarp jų. Taigi verta rimtai susimąstyti, ar kurios nors šalies provincijos universitetas yra geresnis pasirinkimas negu šiuolaikiniai Lietuvos mokslo centrai.

Daug metų dirbate su gabiais mokiniais ir dėstote universitete. Kaip keitėsi jaunimas per šį laiką?

Su mokiniais dirbu jau keliasdešimt metų. Džiugu, kad gabių mokinių yra nuolatos. Gabumai paprastai yra daugialypiai. Dažnai tai, kad žmogus pasirenka vieną ar kitą studijų kryptį, nulemia atsitiktinumas. Mano praktikoje yra ir tokių atvejų, kai gamtos mokslams gabus žmogus buvo be galo gabus ir menams. Laimėjęs sidabro medalį tarptautinėje chemijos olimpiadoje jis nežinojo, ką daryti, mat jau buvo išlaikęs stojamuosius egzaminus į Lietuvos muzikos ir teatro akademiją.

Gabių žmonių bėda kartais būna ir ta, kad jie negali apsispręsti: nori visur dalyvauti, viską aprėpti. O moksle svarbiausia – specializacija. Kitaip atsiranda nenumatytų problemų – dažnai jaunuoliai pasimeta tarp įvairių saviraiškos galimybių ir gilinimosi į konkrečią sritį būtinybės.

Ar padeda gabius jaunus žmones sudominti mokslu žiniasklaidos pranešimai apie mokslo ir technologijų laimėjimus?

Manau, kad paskatina. Pavyzdžiui, amerikiečių komandos, vykstančios į olimpiadą, nuotrauka išspausdinama chemijos žurnale „Chemical and Engineering News“. Grįžusiems, net ir be laurų, taip pat skiriamas didelis dėmesys. Net ir kuklus pagerbimas žiniasklaidoje visada yra malonus ir skatina tobulėti. O pas mus iki šiol mokinių – jaunųjų tyrėjų – rengimas buvo paliktas savieigai. Tikiuosi, kad jaunųjų tyrėjų projektas sudarys visas galimybes Lietuvos mokiniams atrasti save.

2006 m. išleistas Jūsų su kolegomis parašytas organinės chemijos vadovėlis vienuoliktai klasei. Toli gražu ne kiekvienas mokslininkas imasi rašyti mokyklinius vadovėlius. Kodėl rašėte Jūs?

Mokykloje keitėsi programos, todėl kilo poreikis atnaujinti ir dėstymą. Prieš tai esu du vadovėlius išvertęs. Vienas jų išleistas bene 1994 m. Kai šis nebeatitiko reikalavimų, išverčiau Lorio Rajano (Lawrie Ryan) „Organinę chemiją“. Vadovėlis buvo įdomus, gausiai iliustruotas, kiekvieno skyriaus pabaigoje laukė keli lapai tokių įdomybių, kurios turėjo paskatinti tiek mokytoją, tiek moksleivį plėtoti temas... Ir pati organinė chemija jame buvo pateikiama ne verčiant įsiminti, o aiškinant jos procesų mechanizmus: jei supranti, kas ir kaip vyksta, gali suvokti bet kokį cheminį procesą. Tačiau to vadovėlio nepriėmė mokyklos, nes mokytojams reikėjo persiorientuoti ir organinę chemiją dėstyti naujai, o tai daugumai buvo nepriimtina. Trečią vadovėlį rašyti pakalbino pati leidykla. Bandėme pateikti įdomesnės, patrauklesnės medžiagos mokiniams, skatinti projektinę veiklą.

Ko palinkėtume jauniesiems tyrėjams?

Palinkėčiau siekti savo tikslo. Kad kiekvienas žinotų, ko jis nori, ir ar tai būtų mokslinė veikla, ar tik bendro pažinimo siekis, – tikslus įgyvendintų. Nereikia blaškytis ar pasiduoti kokiai nors madai, – kad ir vykimo į užsienį, o stengtis realizuoti savo galimybes pirmiausia Lietuvoje.

Dėkoju už pokalbį.

Eugenijus Butkus su studentais

Iš E. Butkaus asmeninio archyvo

Raskime atsakymus patys

Rigonda Skorulskienė

Mokymas ir mokymasis turi būti malonus ir mokiniui, ir mokytojui. Daugiausia tai priklauso nuo mokinių motyvacijos. Pagal J. Risą (I. Reece) ir S. Volkerį (S. Walker)[1], vienas mokymosi skatinamųjų veiksnių yra natūralus mokinių domėjimasis nežinomybe ir tyrinėjimo pomėgis. Kita vertus, kiekvienas žmogus nuo gimimo yra tyrėjas. Jau vaikystėje bandymais nustatome, kokiu paviršiumi geriausia čiuožti su vilnonėmis kojinėmis ar kas atsitinka, kai draugas paleidžia įtemptą spyruoklę. Daugelis iš patirties žino, kad stiklas yra trapus, o Žemė traukia kūnus, nes apie tai primena randai ar mėlynės.

Ar pastebėjote, ko dažniausiai klausinėja vaikai? Ogi kodėl saulė šviečia, kodėl vanduo šlapias, kodėl yra taip ar kitaip – girdime šimtus „kodėl“... Šiurkštūs, pikti ar pašiepiami artimųjų atsakymai į įkyrųjį „KODĖL“ giliai širdelėje uždaro jaunojo tyrinėtojo gyslelę. Mokytojui ilgai tenka belstis, kol tas „kodėl“ vėl paleidžiamas į laisvę.

Aiškindama įprastą reiškinį, skatinu vaikus pažvelgti į aplink vykstančius procesus kitomis akimis ir mąstyti, kodėl taip yra. Pavyzdžiui, kodėl augalai auga šaknimis žemyn, o stiebu aukštyn? Kaip jie orientuojasi erdvėje? Stengiuosi, kad vaikai patys ieškotų atsakymų į savo iškeltus klausimus, nes tik pačių rasti ar patikrinti atsakymai išlieka ilgam. Kaip mes dirbame, nuo ko pradedame? Siūlau susipažinti su mano sukurta ir patikrinta metodika rengiant konkursams Kauno jėzuitų gimnazijos mokinius.

1 etapas. Klausimas vertas dėmesio.

1 taisyklė. Kvailų klausimų nebūna. Draugiška atmosfera ir abipusis pasitikėjimas – sąlyga tirtinam klausimui gimti.

2 taisyklė. Mokiniui negalima primesti tiriamojo darbo temos.

Galima patikslinti jo iškeltą klausimą, bet tai patartina daryti jau antrame etape.

2 etapas. Informacijos paieška.

Kas šiuo klausimu jau yra žinoma, ištirta? Per šį etapą ugdomi mokinio informacijos paieškos, vertinimo, atrankos, sisteminimo ir apibendrinimo įgūdžiai. Galimi du šio etapo baigties variantai: pirmasis – randamas tikslus atsakymas į klausimą (patenkinamas mokinio smalsumas); antrasis – „kuo toliau į mišką – tuo daugiau medžių“.

Iš klausimų gausos reikia išsirinkti tinkamą tiriamajam darbui. Pasirinkimui labai svarbūs mokytojo ar konsultanto patarimai.

2003 metų ES jaunųjų mokslininkų konkurso nacionalinio etapo laureatas Julijus Grickevičius

3 etapas. Kur ir kaip tirsime. Eksperimento priemonės, tyrimo metodika.

Dažnas tyrimas mokykloje šiuo etapu ir baigiamas. Labai išryškėja provincijos ir didmiesčio skirtumai bei finansinė atskirtis.

4 etapas. Tyrimas.

Daugiausiai laiko, kruopštumo reikalaujantis etapas, bet jis teikia daug džiaugsmo.

5 etapas. Rezultatai.

Rezultatų analizė, apibendrinimas ir pateikimas ir iš mokinių reikalauja gerokai daugiau žinių ir įgūdžių, negu jie gauna mokykloje. Kartais ir mokytojui pritrūksta žinių, išsamesnės informacijos.

3 taisyklė. Nėra blogų rezultatų – yra tik blogos išvados.

6 etapas. Išvados.

7 etapas. Darbo apipavidalinimas.

Tai atskiras mokslas, kuriam dažniausiai pritrūksta laiko, nes vien žodžiu išsakytų mokytojo nurodymų neužtenka, bet vieną kartą pamokius ir išreikalavus tvarkingo darbo antrą kartą būna gerokai lengviau.

8 etapas. Darbo pateikimas.

Tai labai svarbus etapas, kuriam mokinį reikia parengti, pamokyti, kaip tinkamai pasiruošti stendą ar kompiuterinę pateiktį, drąsiai, aiškiai ir raiškiai kalbėti prieš auditoriją, skatinti nesutrikti atsakinėjant į netikėtus klausimus, nebijoti reikšti savo nuomonę.

Šios patirties mokiniai įgyja pristatydami savo darbą klasės, būrelio draugams, per mokyklose organizuojamas projektų dienas, rajoninėse, respublikinėse, tarptautinėse konferencijose, konkursuose, pavyzdžiui, respublikiniame konkurse „Visata ir žmogus“, tarptautiniame konkurse „Pagauk žvaigždę“, kurį rengia Europos

[1] Reece I., Walker S., *Teaching Training and Learning*, A Practical Guide, Business Education Publishers, 2007.

Julijus Grickevičius pristato darbą komisijos nariams

pietinė observatorija (*European Southern Observatory*, ESO) ir Europos astronomijos mokymo asociacija (*European Association for Astronomy Education*, EAAE), taip pat Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso nacionaliniame etape. Dalyvaudami šiuose konkursuose mokiniai turi puikią galimybę pasisemti naujos patirties, pabendrauti su kolegomis, pasidalyti savo mintimis, palyginti tyrimo metodus. Per tokius konkursus mokiniai pratinasi diskutuoti, ginti savo idėjas, įgyja daugiau pasitikėjimo savimi. Ypač svarbus bendravimas su mokslininkais. Konkurso ekspertai ne tik vertina darbus, bet ir pasiūlo naujų temų, pataria, kokia kryptimi tęsti darbus, geranoriškai siūlo savo pagalbą, konsultacijas.

Pagal šią sistemą mokinius Jaunųjų mokslininkų konkursui rengiu nuo 2001 metų. Paklausti, ar jaunojo tyrėjo patirtis praverčia gyvenime, jau aukštosiose mokyklose studijuojantys prizininkai atsako vienareikšmiškai – taip! Kaip pavyksta mokinius įtraukti į šią veiklą? Gal lemia darbo metodai, planinga veikla, gabūs mokiniai. O gal atsakymas slypi kitur. Kartais mūsų veiksmus sąlygoja pasąmonė. Dažnai tėvai nesąmoningai stengiasi, kad vaikai įgyvendintų jų neišsipildžiusias svajones. Mokytojui geriau – jis turi gerokai daugiau vaikų. Mano vaikystės svajonė būti mokslininke buvo beišsipildanti, bet 1991–1992 metų istoriniai pokyčiai Lietuvoje gerokai pakoregavo tas svajones. Patirtį, įgytą Botanikos instituto augalų fiziologijos laboratorijos gravitacinės fiziologijos sektoriuje tyrinėjant augalų augimo ir erdvinės orientacijos valdymo fiziologiją (vadovai dr. Romualdas Laurinavičius, dr. Danguolė Švegždienė), norisi perduoti mokiniams.

Kūrybinio konkurso „Visata ir žmogus“ dalyvis ketvirtokas Edgaras Skorulskas

Jaunieji tyrėjai Gintar Sakas ir Giedra Abramaitytė su mokytoja Rigonda Skorulskiene

Rigondos Skorulskienės nuotr.-aukos

Žvaigždžių pavilioti

Aurelija Visockienė

Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centro (LMITKC) astronomijos būrelį lanko 5–12 klasių mokiniai, siekiantys giliau pažinti pasaulio sandarą ir harmoniją, patenkinti savo įgimtą smalsumą. Nemažai mokinių į būrelį ateina paskatinti perskaitytų populiarių astronomijos knygų, vienas kitas jau turi savo stebėjimo prietaisą, atpažįsta kai kuriuos žvaigždynus. Kitus sudomina paslaptingai skambantis žodis „kosmosas“, matytos spalvingos dangaus objektų nuotraukos, netgi kompiuteriniai žaidimai, susiję su kitų planetų užkariavimu… Būrelis – puiki mokinio saviraiškos aplinka, kurioje galima plėsti akiratį pagal savo sugebėjimus, įgyti naujų žinių, potyrių. Jaunesniojo amžiaus mokiniai dažniausiai pasirenka pažintinę, o vyresnieji – mokslinę kryptį.

Astronomija – bene seniausia ir įdomiausia pažinimo sritis. Šiuolaikinėje astronomijoje susipina fizikos, chemijos, matematikos, geologijos, informatikos ir kitų mokslų žinios. Mokiniai būrelyje išmoksta naudotis kompiuterio programomis, susipažįsta su specialiąja literatūra, įgyja tiriamojo darbo įgūdžių, atlieka pirmuosius mokslinius darbelius. Būrelio susirinkimas – tai ne standartinė mokyklos pamoka, o užklasinė veikla arba laisvalaikio praleidimas. Daug dėmesio būrelyje skiriama Saulės, Mėnulio, planetų ir tolimųjų objektų stebėjimams. Jie atliekami MEADE bendrovės Šmidto-Kasegreno sistemos 21 cm skersmens veidrodžio teleskopu, mažesnio skersmens teleskopais reflektoriais ir mokykliniais refraktoriais. Stebėjimai atliekami ir per mokomąsias ekspedicijas į Molėtų ir kitas astronomijos observatorijas.

Nemažai reikšmės sėkmingai būrelio veiklai turi ir mokinių tarpusavio bendravimo ugdymas. Pavyzdžiui, sumontuoti teleskopą be kitų pagalbos sunku, tad atsiskleidžia, kaip svarbu darniai dirbti drauge. Ypač tai būtina ruošiantis ekspedicijoms, kai reikia pasidalyti darbais ir nutarti, kas rinks informaciją apie konkretų astronominį reiškinį, kas paruoš prietaisus, pavyzdžiui, Mėnulio ar Saulės užtemimo, Veneros tranzito stebėjimams. Iš įvairių mokyklų atėję mokiniai ne tik susidraugauja, bet ir pajunta atsakomybę už bendro darbo sėkmę.

Palengva atsiskleidžia mokinių sugebėjimai rinkti ir analizuoti duomenis, nebijojimas dirbti su jiems dar nematytais prietaisais, perteikti savo surinktą informaciją kitiems. Gerai parengtą darbą pateikusiems būrelio nariams pasiūloma dalyvauti įvairiuose konkursuose, kur jie gali pristatyti savo kūrybą, pabendrauti su bendraminčiais iš kitų mokyklų. Be to, jie dalyvauja įvairiose parodose, olimpiadose bei tarptautiniuose renginiuose.

Pagal Europos Sąjungos (ES) jaunųjų mokslininkų konkurso nuostatus nacionaliniame etape galima dalyvauti tik nuo keturiolikos metų, tad jaunesni moksleiviai su savo darbeliais dažniausiai dalyvauja kūrybinių darbų konkurse „Visata ir žmogus“. Šis konkursas (jo sąlygos skelbiamos tinklalapyje www.lmitkc.lt/lt/visata_ir_zmogus) gyvuoja jau daugiau kaip 20 metų, jame gali dalyvauti visų klasių mokiniai. „Visata ir žmogus“ yra tarsi pakopa, kurią peržengus jau galima bandyti jėgas sudėtingesniame mokslinių darbų konkurse, todėl nemažai mokinių, pateikusių kūrybinius darbelius šiam konkursui, jau įgavę drąsos savo temas tęsia toliau. Jas plėtoja atsižvelgdami į vertinimo komisijos patarimus. Kai kuriems tenka atsisakyti pasirinktos temos ir rinktis naują... Žinoma, tai ne kliūtis ateityje parengti gerą darbą ES jaunųjų mokslininkų konkurso nacionaliniam etapui.

Būrelyje yra mokinių, kurie, be astronomijos tiriamųjų darbų, kūrybinių darbų konkursui geba pateikti puikių piešinių, fotografijų, sukurtą filmą ar įdomiai sukomponuotą stendinį darbą, o Jaunųjų mokslininkų konkursui – ir kitos mokslo srities tiriamąjį darbą. Astronomiją pamėgę mokiniai būrelį lanko ne vienerius, o dvejus, trejus ar daugiau metų. Yra jaunųjų tyrėjų, kurie savo pasirinktą temą plėtoja kelerius metus, pavyzdžiui, Ignas Špokas tiria Mėnulio kraterius, Motiejus Valiūnas nagrinėja Trikampio galaktikos žvaigždėdarą, Astą Lučiūnaitę domina Saulės aktyvumas... Apžvelgus pastarųjų penkerių metų būrelio narių darbus, matyti, kad jaunųjų astronomų sėkmė konkursuose „Visata ir žmogus“ lemia jų sėkmę ir ES jaunųjų mokslininkų konkurso nacionaliniame etape. Tai džiugina ir teikia vilčių, kad ne vienas astronomijos būrelio narys savo ateitį susies su mokslininko profesija, atveriančia beribes pažinimo erdves.

Vaidotas Marcinkevičius pasakoja apie savo darbą

Ignas Špokas stebi Saulės užtemimą (2008 08 01)

Astronomų krikštynos

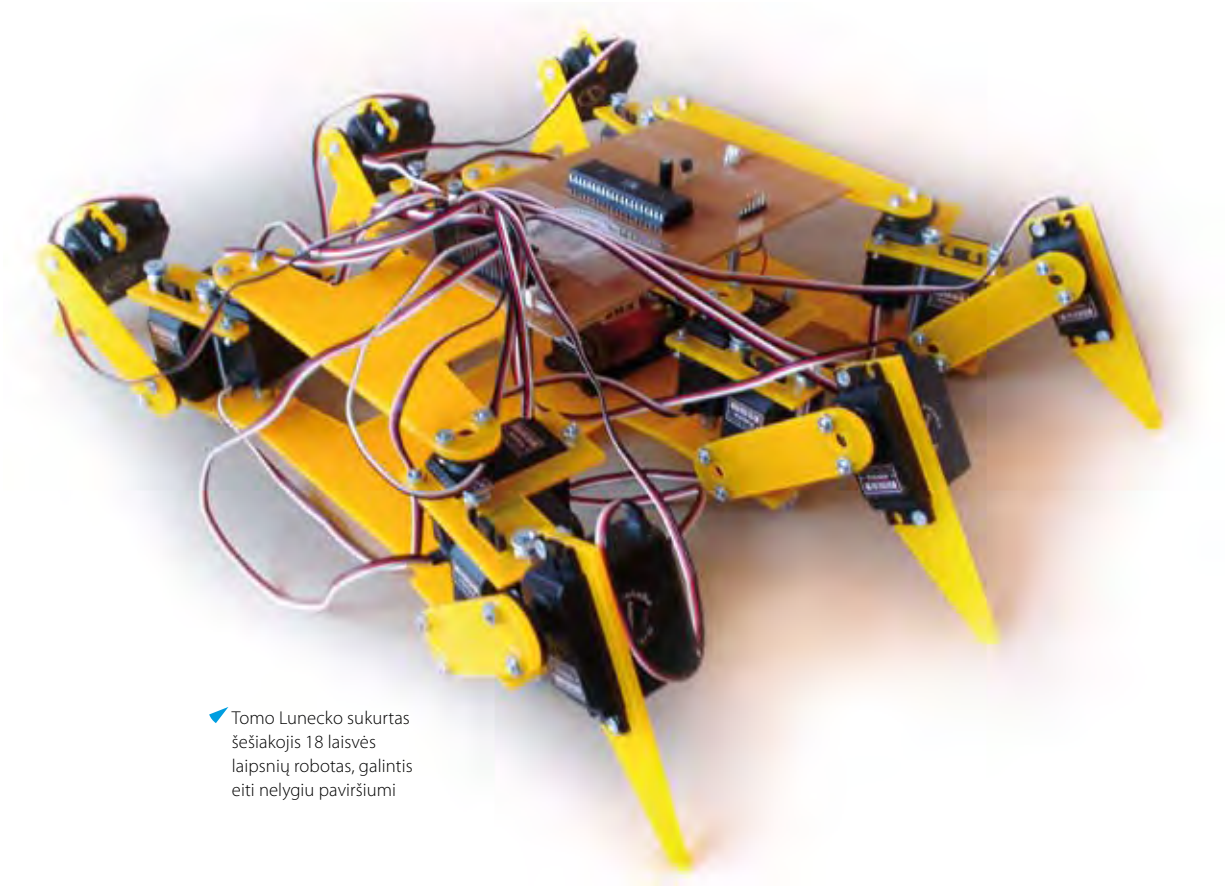
Būrelio nariai Molėtuose

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Ir duonai kepti, ir kosmosui tyrinėti

Tomas Luneckas

Matyt, dažnas, išgirdęs žodį „automatika“, pagalvotų apie automatą – šaunamąjį ginklą, bet tai nelygiaverčiai dalykai. Automatika – tai valdymo ir kontrolės priemonės, skirtos įvairiems procesams ir įrenginiams valdyti tiesiogiai nedalyvaujant žmogui. Šiuolaikiniame gyvenime automatika darosi vis svarbesnė, nes mūsų poreikiai auga. Reikia greitai, tiksliai ir dideliais kiekiais gaminti įvairią produkciją, atlikti sudėtingas ir pavojingas užduotis, ko žmogus pats nesugebėtų.



Tomo Lunecko sukurtas šešiakojis 18 laisvės laipsnių robotas, galintis eiti nelygiu paviršiumi

Ar kas galėjo pagalvoti, kad valgį žmogui gamins mašinos? Šiais laikais net duona kepama automatizuotose kepyklose. Jose įrengtos automatinės krosnys, kuriose tiksliai palaikoma reikiama kepimo temperatūra. Konkrečios koncentracijos miltų ir oro mišinys tam tikromis sąlygomis būna sprogus, todėl patalpas reikia gerai vėdinti. Vėdinimo sistema reaguoja į miltų koncentracijos pokyčius ore ir jai padidėjus tiekia į patalpas daugiau gryno oro arba ištraukia daugiau miltų dulkių. Jeigu kyla sprogimo pavojus – sustabdo tam tikrus kepimo procesus. Kad sprogimas neplistų, pastate įrengiamos specialios sistemos, kurios kaipmat pastebi įvykusį sprogimą ir užkerta jam kelius į kitas patalpas.

Mus supa daugybė įvairios formos daiktų. Kaip padaromos įvairios detalės? Viskas prasideda nuo norimos detalės kompiuterinio modelio. Specialia programa sukuriamas tikslus detalės modelis ir įrašomas į tiksliojo pjovimo staklių atmintį. Šių staklių pjovimo galvutė gali judėti bet kuria kryptimi plokštumoje. Kompiuterinis modelis staklėms yra tarsi žemėlapis, rodantis, kuria kryptimi ir kokiu atstumu turi judėti pjovimo galvutė, kad būtų išpjauta tiksli reikiamos detalės kopija.

Automatika reikalinga ne tik labai sudėtingiems procesams valdyti. Šiais laikais valdymo technologijos padeda žmogui susidoroti ir su paprastesniais darbais. Štai kad ir scenos ar diskotekų salių apšvietimas. Juk niekas šiais laikais nesėdi ir nevartalioja lempų diskotekos metu, nekeičia jų skleidžiamos šviesos spalvų. Apšvietimo valdiklyje įrašoma keletas programų, kurios valdo apšvietimo lempas – pakreipia jų pavaras norimais kampais, pakeičia šviesos spalvas. O ar kada pagalvojote, kodėl scenos uždanga pakyla taip sklandžiai? Jei trauktų ranka žmogus, ji tikrai taip sklandžiai nekiltų. Uždangai pakelti ir nuleisti naudojami varikliai su specialia valdymo grandine, kuri reguliuoja variklio sukimosi greitį taip, kad uždangai beveik pakilus ar nusileidus greitis tolygiai mažinamas.

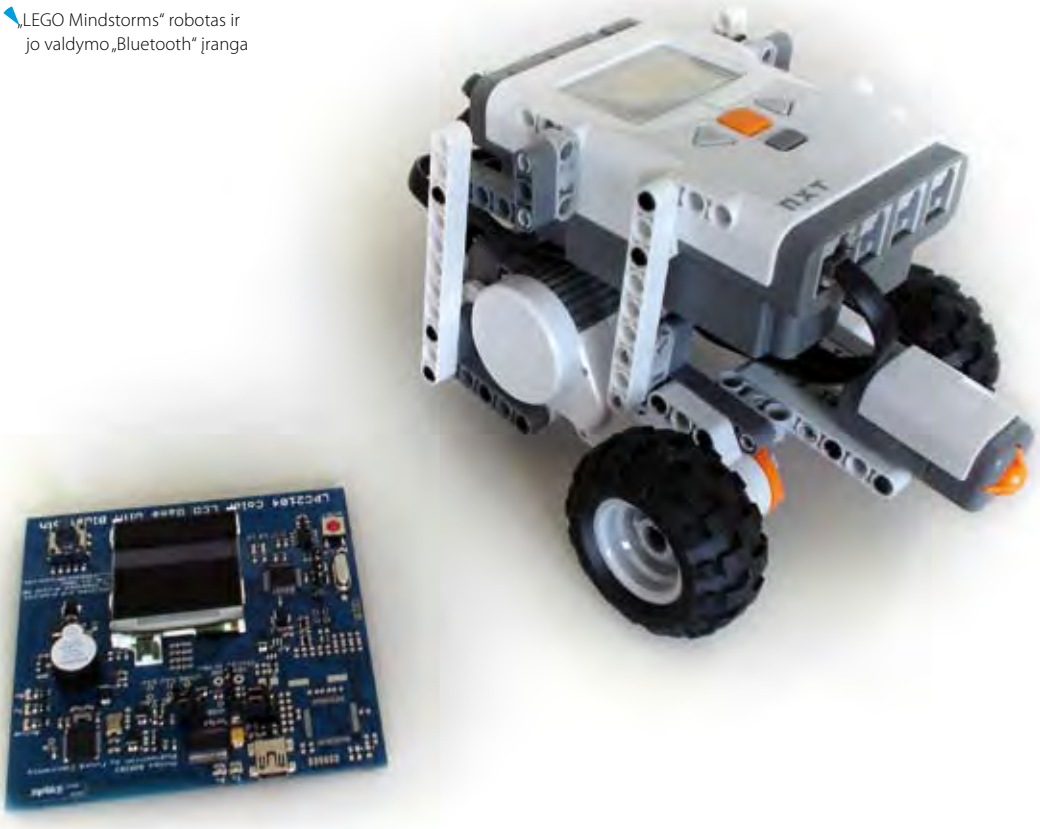
Paprastai automatiką paleidžia veikti ir prižiūri žmogus, bet jau yra įrengta visiškai automatizuotų gamyklų, kurios apsieina ir be žmonių. Tokios gamyklos netgi pačios apskaičiuoja, kuriuo metu ir kokią produkciją joms naudingiausia gaminti.

Automatinės valdymo sistemos nuolat tobulinamos, kad užduotys būtų atliekamos kuo tiksliau, produkcija gaminama efektyviau, būtų mažiau broko, o visas automatinis procesas taptų kuo ekonomiškesnis ir įrangos naudojimo trukmė ilgesnė.

Pagrindinis automatinių sistemų veikimo principas yra toks. Automatizuotą procesą prižiūrintis žmogus valdymo programoje nustato reikiamus proceso parametrus (pavyzdžiui, palaikomą temperatūrą, variklių greitį ir daug kitų rodiklių),

VGTU Elektronikos fakultetas: *www.el.vgtu.lt*
KTU Elektros ir valdymo inžinerijos fakultetas: *http://ediaclit.vtk.ktu.lt/eirvi*
VK Elektronikos ir informatikos fakultetas: *http://eif.viko.lt*

„LEGO Mindstorms“ robotas ir jo valdymo „Bluetooth“ įranga



Tomo Lunecko nuotraukos

kuriuos turi užtikrinti valdymo sistema. Tada kompiuteris, mikroprocesorius ar kitas valdymo įtaisas bando palaikyti reikiamus parametrus. Skirtingi jutikliai teikia valdikliui informaciją apie jo reguliuojamo parametro dydį. Jam nukrypus nuo nustatytos reikšmės, valdiklis nuokrypį panaikina ir parametras vėl įgyja reikiamą reikšmę.

Atskira automatikos sritis yra robototechnika. Tai dar labai jauna mokslo ir technikos šaka, bet jau šiandien robotai ne tik darbuojasi gamyklose – surenka automobilius, rūšiuoja produkciją ar į sandėlius vežioja gaminius, bet vis dažniau naudojami ir buityje, pavyzdžiui, tvarko kambarius, kepa blynus. Taigi robototechnikos taikymo sritys – buitis, medicina, karinės technologijos, kosminiai tyrimai ir daugybė kitų. Nors robotai gana plačiai taikomi, jie dar netobuli. Juos tobulinant daug dėmesio skiriama dirbtinio intelekto, regos, klausos, lytėjimo, kitų jutimų tyrimams. Taigi automatikos galima rasti visur, o joje – ir dalelę savęs.

Lietuvoje automatikos specialistus rengia Vilniaus Gedimino technikos universiteto (VGTU) Elektronikos fakultetas, Kauno technologijos universiteto (KTU) Elektros ir valdymo inžinerijos fakultetas ir Vilniaus kolegijos Elektronikos ir informatikos fakultetas.

Studijuojant VGTU automatiką ir valdymą galimos trys pagrindinių studijų kryptys: automatinis technologijų valdymas, kompiuterinis įrenginių valdymas bei pastatų elektros sistemos. Antrosios pakopos studijų programą sudaro dvi kryptys: automatinės sistemos ir mechatroninių sistemų automatika. Nuo įkūrimo (1967 m.) VGTU automatikos katedra jau parengė per 1800 specialistų. Kasmet automatikos katedra į pagrindines studijas priima apie 100–150 studentų.

Bendrovės „Eltera“ nuotrauka

Vėdinimo, šildymo ir kitokių sistemų automatinio valdymo skydas

Pamatyti, kas nematoma

Gediminas Motuza

Ar naktį, ar dieną pažvelgę į dangų visada ką nors tenai regėsime: naktį – šviesulių mirgėjimą ir žvaigždynų raštus, dieną – debesų pulkus arba švytinčią Saulę ar jos ryškiaspalves žaras. Tuos reginius net nebūdami astronomijos ar meteorologijos žinovai galime savaip suvokti ir aiškinti. Pažvelgę žemyn sau po kojomis pamatysime žalią žolę, juodą žemę ar asfalto dangą. O kas slypi giliau? Nieko neįžiūrime – nieko nežinome. Atsakyti į tą klausimą gali tik geologai. Jie žino, kur yra artimiausias gręžinys ar geofizinių tyrimų plotas, ir apskritai išmano, ko toje vietoje gali būti ir ko ne.

Mozambiko savanoje

Iš G. Motuzos asmeninio archyvo

Jums gali kilti klausimas: o kam tai reikia žinoti? Juk gyvename ne gelmėse, o Žemės paviršiuje, kvėpuojame oru, šildomės saulės spinduliais, maudomės ežero vandeny. Bet... šilta tik saulės atokaitoje, na, dar šalia krosnies, kūrenamos malkomis. O jei gyvename mieste, tai savo namus šildome degindami naftą, dujas ar anglis. Visa tai – iš gelmių ir iš tolimos praeities. Elektros energijos šaltiniai tie patys, dar yra branduolinė energija, bet ir ji iš urano, randamo gelmėse.

Žengiame per daugiabučio slenkstį ir užvertę galvą žiūrime į savo langus viršutiniame aukšte. O ant ko namas stovi, į ką remiasi jo pamatai, ar nesugrius vieną gražią dieną? Kas gali atsakyti? Vėl – geologai, kurie dar prieš statybą ištyrė vietovę ir nustatė grunto savybes.

Atsukite čiaupą – iš kur jame vanduo? Iš gelmių. Čia jau prasideda hidrogeologo monologas, nes tik jis žino, kur ir kiek yra vandens, ar jis švarus, ar ilgam jo užteks, ar patikimai jį saugo sluoksnių danga, ko negalima daryti Žemės paviršiuje, kad vanduo gelmėse neužsiterštų.

Tiesa, nedaug kas apie visa tai galvoja. Paprastai geologai prisimenami tada, kai kur nors pliūpteli lava ar sudreba žemė, palaidodama po miestų griuvėsiais tūkstančius žmonių. Ir mūsų ramioje Lietuvoje, žiūrėk, čia nuslinko šlaitas, čia atsirado smegduobė. Kodėl tai atsitinka, kur ir kada gali kas panašaus įvykti, – klausiamas žvilgsnis vėl krypsta geologų pusėn.

Yra dar vienas dalykas, apie kurį numano vien geologai, – tai praeitis. Ne istorinė žmonių praeitis, geriausiu atveju siekianti tūkstančius metų, o visos Žemės ir joje gyvenančių būtybių istorija, matuojama milijonais ir milijardais metų. Tik geologai verčia jos puslapius, suguldytus sluoksniais gelmėse, ir bando suprasti praeities ženklus, įrašytus juose mineralų, cheminių elementų, fosilijų ir kitokiu pavidalu. Tai nėra vien mokslininkų smalsumas. Juk geologiniai procesai, vykstantys Žemėje dabar, prasidėjo tolimoje praeityje, todėl numatyti, kaip jie vyks ateityje, galima tik nustačius jų dėsningumus per ilgą laiką. Jei mums rūpi sužinoti, pavyzdžiui, kaip keisis klimatas, turime išsiaiškinti, kaip ir dėl ko jis kito ligi šiol. Juk ir žmonijos kelias prasidėjo nuo bakterijos prieš milijardus metų. Taigi – iš kur atėjome ir kur einame?

Padėti numatyti ateitį – bene svarbiausia geologijos mokslo paskirtis. Bet tai, nors ir skamba romantiškai, susideda iš daugelio kasdienių darbų, dirbamų ir Lietuvoje, ir visame pasaulyje. Beje, geologiniai tyrimai gali būti daromi tik vietoje. Niekas neištirs Lietuvos gelmių iš kitur, be mūsų. Kita vertus, Žemė visur yra ir savita, ir panaši, o pagal seną geologų posakį – „granitas ir Afrikoje yra granitas“, todėl ir Lietuvos geo-

Geologijos studentai Estijos pajūryje

Seisminiai vibratoriai Lietuvos pajūryje tiria Girkalių naftos telkinį

loginių tyrimų patirtis gali praversti kituose žemynuose ar vandenyne. Lietuvos geologų darbų geografija tikrai plati – Aliaska ir Čilė, Kamčiatka, Pietų Afrika ir kiti kraštai. Aišku, ten dirba ne visi ir ne kasdien, pakanka darbo ir Lietuvoje...

Geologija tiria Žemę, joje vykstančius procesus ir jos praeitį įvairiausiais būdais. Reikalingos fizikos, chemijos, biologijos, matematikos, kompiuterijos žinios, todėl ilgainiui atsirado ir mišrūs mokslai – geofizika, geochemija, paleontologija, geomedicina, geoarcheologija ir netgi geomitologija. Taigi su geologija galima puikiai suderinti ir polinkį į kitus mokslus, ką daugelis ir daro.

Svarbi tik viena sąlyga: reikia mėgti mokslą ir nebijoti darbo. Tai atspindi dar iš viduramžių mus pasiekęs geologų šūkis – „Mente et malleo“ – „Protu ir plaktuku“.

Lietuvoje geologus rengia tik Vilniaus universitete. Geologija jame dėstoma nuo XVIII amžiaus. Gamtos mokslų fakultete yra dvi katedros – Geologijos ir mineralogijos bei Hidrogeologijos ir inžinerinės geologijos. Kasmet jos priima apie 35 studentus pradinėms bakalauro studijoms, kurias baigus galima toliau siekti magistro ir daktaro laipsnių. Kartu katedrose vyksta ir mokslinis darbas. Katedrų tinklalapiuose pateiktos studijų programos, pristatomi dėstytojai, galima rasti kitokios įdomios medžiagos (www.geol.gf.vu.lt; www.higk.gf.vu.lt). Atskiri geologijos dalykai dėstomi ir daugelyje kitų universitetų – Vilniaus Gedimino technikos, Kauno technologijos, Lietuvos žemės ūkio, Klaipėdos. Geologijos žinios reikalingos statybininkams, statybinių medžiagų gamybos technologams, teritorijų planuotojams, melioratoriams, aplinkos apsaugos ir kt. specialistams, todėl geologų visur reikia. Vien įmonių ir įstaigų, turinčių geologinių tyrimų teisę Lietuvoje, yra per 100. Didžiausios iš jų – Lietuvos geologijos tarnyba (www.lgt.lt), Geologijos ir geografijos institutas (www.geo.lt), Vilniaus hidrogeologija, Grota.

Gedimino Motuzos nuotrauka

Bogdano Dziadkowiako nuotrauka

Rūtos Charutdinovaitės nuotrauka

Vaclovo Krutinio nuotrauka

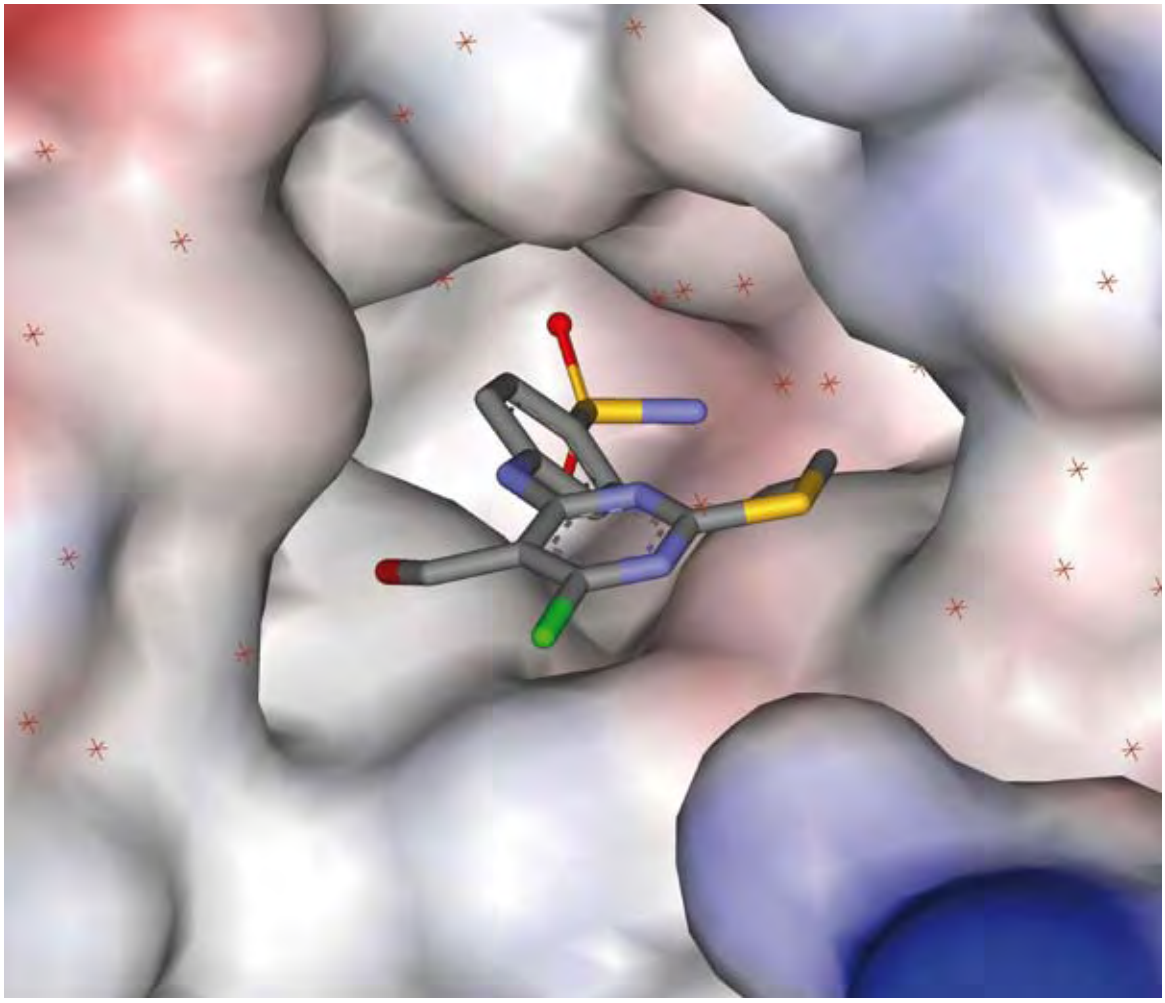
Galvakojo moliusko makrofosilija (iš VU Geologijos ir mineralogijos muziejaus rinkinių)

Skaidriojo kvarco kristalai (iš Geografijos ir geologijos instituto muziejaus rinkinių)

Lietuvoje kuriami vaistai nuo vėžio

Vilma Petrikaitė, Daumantas Matulis

Atsiradus biocheminių reakcijų reguliacijos klaidoms, žmogaus organizme pradeda vystytis vėžio liga. Ląstelės ima beatodairiškai dalytis, todėl sutrinka šių reakcijų natūralūs stabdžiai. Vienas iš būdų pristabdyti šią sunkią ligą – vėžinių ląstelių veikimas vaistais.



Karboanhidrazės aktyviojo centro sritis, kurioje prisijungęs slopiklis (raudona spalva pažymėtos neigiamąjį krūvį turinčios grupės, mėlyna – teigiamąjį, žvaigždutėmis – vandens molekulės)

Biotechnologijos instituto (BTI) Biotermodinamikos ir vaistų tyrimo laboratorijoje tiriami vaistų ir vėžinių ląstelių baltymų sąveikos mechanizmai, kuriami cheminiai junginiai, slopinantys organizmą neigiamai veikiančius procesus. Tokie junginiai gali būti naudojami kaip priešvėžiniai vaistai. Sergančioje ląstelėje yra tūkstančiai skirtingų baltymų, kurių veikimas gali būti sutrikęs. Laboratorijoje tiriami fermentai žmogaus karboanhidrazės[1] ir šaperonai, vadinami šiluminio šoko baltymais[2], nes nuo karščio ląstelėse padidėja šių baltymų gamyba ir koncentracija.

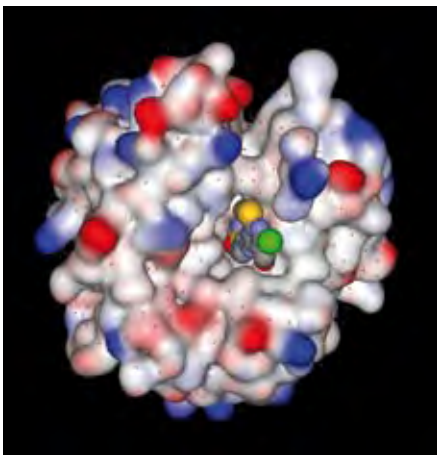
Karboanhidrazės yra cinko joną turintys fermentai, katalizuojantys grįžtamąją anglies dioksido hidratacijos reakciją. Jos labai svarbios daugeliui fiziologinių procesų, pavyzdžiui, gliukozės gamybai iš angliavandenių neturinčių šaltinių, riebalų ar šlapalo sintezei, vandenilio jonų ir anglies dioksido pusiausvyrai palaikyti ir kt. Žmogaus organizme yra 12 šio fermento izoformų, kurių funkcijos šiek tiek skiriasi. Kai kurios karboanhidrazės yra vėžio indikatoriai – jų koncentracijos padidėjimas rodo, kad organizmą užklupo liga. Manoma, kad slopinant karboanhidrazių fermentinį aktyvumą galima pristabdyti arba net visai sustabdyti vėžio ligos vystymąsi. Tam ieškoma įvairių medžiagų.

Šiluminio šoko baltymai (angl. *Heat-shock protein*, Hsp90) sudaro 1–2 % bendro ląstelės baltymų kiekio ir yra būtini gyvybei

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Carbonic_anhydrases

[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Hsp90

BTI Biotermodinamikos ir vaistų tyrimo laboratorija:
www.ibt.lt/lt/laboratorijos-ir-projektai/biotermodinamikos-ir-vaistu-tyrimo-laboratorija.html
D. Matulis, Baltymų fizikinė chemija:
www.ibt.lt/uploads/file/bvtl-2/Mokymo/BFCh/baltymu_fizikine_chemija.pdf



Karboanhidrazė ir prie jos prisijungęs slopiklis (slopiklio molekulė gerokai mažesnė už karboanhidrazės molekulę)

Karboanhidrazės slopiklis (pažymėtas žalia spalva), jo nekovalentiniai ryšiai su baltymu parodyti žaliu punktyru (raudonai pažymėtos vandens molekulės, būtinos jungimuisi)

Autorių iliustracijos

palaikyti. Šie baltymai tarsi gina ląsteles nuo karščio ar streso ir padeda joms išgyventi. Deja, jie padeda ne tik geroms, bet ir piktybinėms ląstelėms. Šiluminio šoko baltymai dalyvauja susivyniojant baltymams, susijusiems su onkologiniais procesais. Manoma, Hsp90 veiklą slopinantys junginiai gali būti naudojami plataus poveikio priešvėžiniams vaistams kurti.

Biotermodinamikos ir vaistų tyrimo laboratorijoje dirba įvairių sričių mokslininkai – biologai, chemikai, fizikai, programuotojai. Bendradarbiaudami su daugiau kaip 15 mokslinių tyrimų institucijų ir kompanijų pasaulyje jie pasisemia naujausių žinių ir patys pateikia įdomių rezultatų Europos ir JAV mokslininkams. Laboratorijos darbuotojai ieško medžiagų, kurios slopintų karboanhidrazes ir šiluminio šoko baltymus. Dažniausiai tai mažos molekulinės masės junginiai. Naujos slopiklių molekulės projektuojamos kompiuteriu, o po to sintetinamos. Gautas medžiagas reikia ištirti, nes tai, kas numatyta teoriškai, ne visada pasitvirtina, todėl jų slopinamasis poveikis įvertinamas biofizikiniais metodais.

Pirmiausia kuriami priešvėžinių vaistų struktūrų kompiuteriniai modeliai, pagal baltymų, baltymų ir slopiklių kompleksų biotermodinamiką ir kristalinės struktūros duomenis skaičiuojama slopiklio surišimo energija. Išbandyti visas reakcijas ir junginius labai brangu, todėl iš pradžių atlikus tokių reakcijų modeliavimą vaistai sukuriami lengviau ir pigiau. Pagal junginio struktūros kompiuterinį modelį sintetinami slopikliai, kurie gali jungtis prie baltymų, vadinamų taikiniais. Susintetinti aktyvius junginius sudėtinga, todėl pasirenkamos į natūralius junginius panašios cheminės struktūros, o vėliau bandoma tuos junginius tobulinti, t. y. susintetinti tokius, kurie geriau slopintų vėžines ląsteles. Laboratorijoje daugiausia dėmesio skiriama aromatiniams heterociklams. Jau susintetinti su žmogaus karboanhidraze ir Hsp90 selektyviai besijungiantys junginiai. Juos kuriant pasinaudota žinomais sintetiniais ir gamtiniais slopikliais.

Cheminių slopiklių ir baltymų sąveikai išmatuoti reikalingi baltymai. Tam klonuojami baltymų genai, t. y. jie perkeliami į *Escherichia coli* bakterijas, vabzdžių arba žinduolių ląsteles, iš kurių vėliau išskirti baltymai gryninami ir naudojami tyrimams. Norint nustatyti naujai susintetintų slopiklių poveikį ląstelėms, auginamos žmogaus vėžinių ląstelių kultūros. Įvertinus jų gyvybingumą, apskaičiuojamas slopiklio efektyvumas.

Baltymų ir slopiklių sąveika tiriama izoterminės titravimo kalorimetrijos ir terminio poslinkio metodais. Naudojant labai mažus tiriamo baltymo kiekius šiais metodais galima nustatyti, kaip stipriai jungiasi slopiklis ir reakciją apibūdinančius termodinaminius parametrus, pagal kuriuos atrenkami junginiai, tinkamiausi vaistams kurti. Prisijungimo reakcijų metu išsiskiria labai mažai energijos. Šios reakcijos yra šimtus kartų silpnesnės už chemines, todėl jas tirti labai sudėtinga, bet tokie tyrimai padeda geriau suprasti procesus, vykstančius žmogaus organizme.

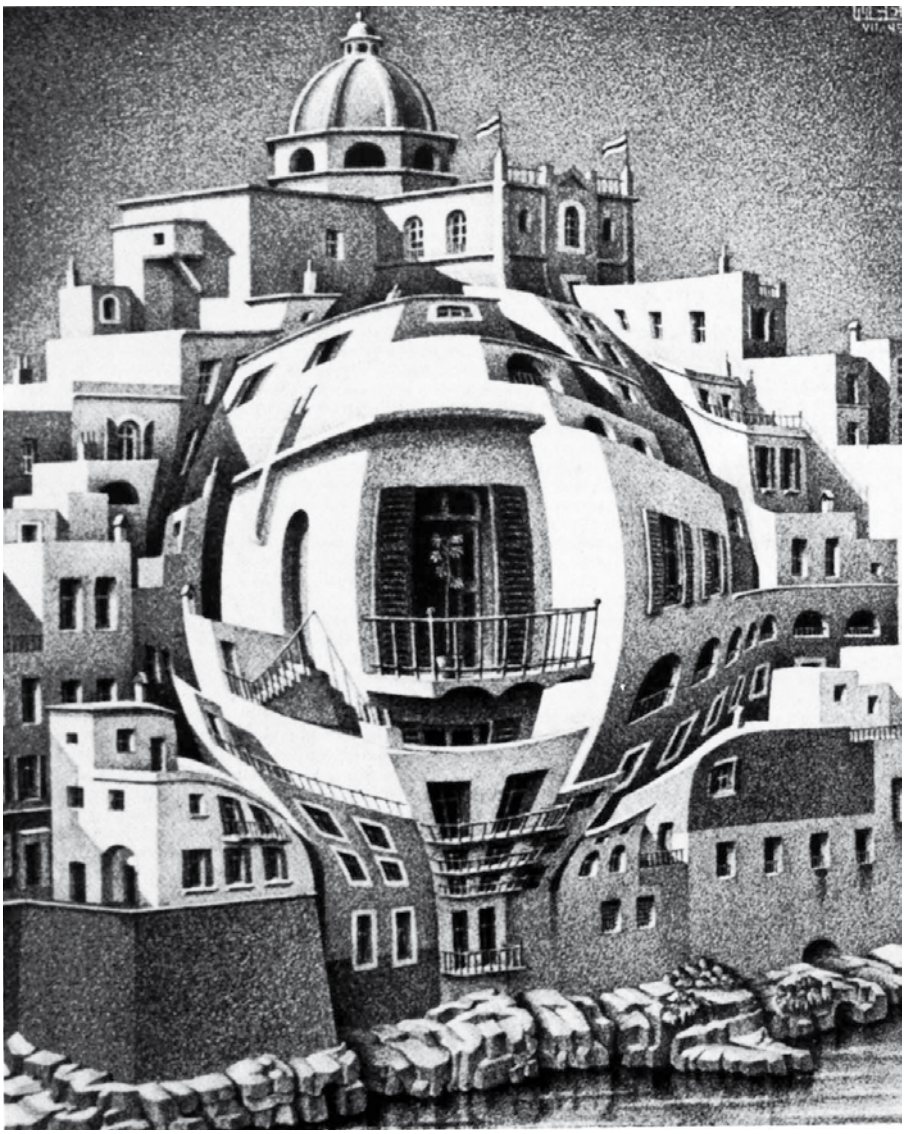
Kūrybiškumo lavinimas

Gediminas Beresnevičius

Labiausiai žmogaus kūrybiškumą lavina pati kūrybinė veikla. Kuo daugiau kursite, tuo geriau. Yra daugybė metodų ir priemonių, padedančių išlaisvinti, pažadinti ir sustiprinti kūrybines galias. Pateiksiu keletą praktiškų patarimų, kurie, viliuosi, padės jums tapti kūrybiškesniems.

Apie kolektyvinį idėjų kūrimą:
www.mindtools.com/brainstm.html

Longaberger bendrovės pastatas (Niuarkas, Ohajo valstija) – „pintinė“



Mauricas Kornelis Ešeris. *Balkonas.* 1945, litografija

Išsikelkite didelius tikslus

Be didelių tikslų nėra jokios reikšmingesnės kūrybos. Tikslas turi būti naujas ar dar kieno nors nepasiektas, naudingas visuomenei, konkretus (ne geri ketinimai!), ne per smulkus. Iš pradžių aplinkiniams jūsų didelis tikslas gali atrodyti eretiškas, nerealus, ne pagal jėgas. Jei sulaukiate tokios reakcijos – vadinasi, einate teisingu keliu. Įkvepiantis tikslas visada – rimtas žmogaus galimybių išbandymas.

Didžiųjų menininkų, mokslininkų, išradėjų idėjos pereina tris stadijas:

- eretiškąją („nesąmonė!“);
- tyrėjiškąją („tai – problema“);
- trivialiąją („tai – kasdienybė“).

Ši tikslų transformacija praeitame amžiuje trukdavo apie 80 metų, dabar ji vyksta sparčiau.

Žmogaus gyvenimas yra labai ribotas, tad nereikėtų jo švaistyti su pagrindiniu gyvenimo siekiu nesusijusioms smulkmenoms. Nusistatykite tam tikrą laiką, kurį skirsite pasirinktai veiklai. Vienas dailininkas, nepadirbėjęs per dieną 6 valandų, nededa pliuso kalendoriuje. Ž. Vernas (J. Verne) keldavosi penktą ryto ir dirbdavo maždaug iki pietų. Vėliau skaitydavo, tvarkydavo užrašus (per savo gyvenimą jis sukaupė apie 20 000 sąsiuvinių su iškarpomis iš žurnalų ir laikraščių), apmąstydavo tolesnius rašomo romano skyrius, ieškodavo minčių būsimiems kūriniams...

Reikėtų skirti laiko kūrybiškumo pratyboms, į jas žiūrėti kaip į sportininkų apšilimą ar treniruotes. Susidarykite savo kūrybinio darbo tvarkaraštį.

Neigiamas nuostatas pakeiskite teigiamomis

Paklausus žmogaus apie jo kūrybiškumą galima išgirsti ir tokių teiginių: „Aš visai nekūrybingas“, „Mano kūrybiškumas žemiau nulio“ ir pan. Jei ir jūs panašiai vertinate savo gebėjimus, vargu ar galite tikėtis puikių kūrybinio darbo rezultatų. Kūrėjai neabejotinai teigiamai vertina savo kūrybines galias.

Nuostatos – bet kokios veiklos kertinis akmuo. Neigiamos, pesimistinės nuostatos trukdo, kenkia, stabdo kūrybos procesą. Pakeisti jas teigiamomis nėra taip lengva. Jei galvojate, kad tai neįmanoma, pirmiausia reiktų įtikėti, kad žmogus gali pasiekti labai daug, tereikia noro, užsispyrimo, pastangų ir valios!

Visų pirma, reiktų žinoti, kad nėra absoliučiai teisingų nuostatų. Kiekvienas teiginys turi ir neiginį, arba kiekvienas reiškinys turi mažiausiai dvi puses. Žmonių kūrybiškumas taip pat – žmonės yra ir kūrybingi, ir nekūrybingi. Kitaip sakant, kai kada žmonės elgiasi kūrybiškai, kai kada – ne. Jų elgesys priklauso nuo daugybės veiksnių, o ir išmatuoti vienokius ar kitokius kūrybiškumo parametrus pagal esamus psichologinius testus kol kas vienareikšmiškai nepavyksta. Tuo, kas šimtmečius ar tūkstantmečius buvo neginčijama tiesa, vėliau, mokslui žengiant pirmyn, imta abejoti ar net paneigta. Prisiminkime kad ir plokščią Žemę ar geocentrinį pasaulio sistemos modelį.

Panašiai ir su kūrybiškumu. Ši žmogaus veiklos sritis mokslo objektu tapo visai neseniai. Pirmieji tyrinėjimai prasidėjo maždaug prieš šimtą metų, rimtesnių darbų atsirado prieš Antrąjį pasaulinį karą, o psichologai kūrybiškumu labiau pradėjo domėtis nuo praėjusio amžiaus 6-ojo dešimtmečio. Tad nenuostabu, kad iki šiol nėra aiškių atsakymų į tokius klausimus: kas labiau lemia kūrybiškumą – prigimtis ar aplinkybės, ar visi žmonės iš prigimties genijai, ar įmanoma išugdyti žmogaus kūrybiškumą?

Nuostatos neatsiranda pačios savaime. Jas formuoja tėvai, draugai, mokytojai, knygos, filmai ir kita. Gal apie save blogai galvoti pradėjai vien dėl to, kad kažkas, pamatęs tavo piešinį, pasakė: „...tu visiškai nesugebi ko nors savo sugalvoti...“

Tokiais atvejais reiktų prisiminti humanistų teiginį, jog kiekvienas žmogus yra kūrybingas. Suprantama, kūrybiškumas kūrybiškumui nelygu, nebūtina juk nuo pat pradžių savęs lyginti su genijais, nes yra daugybė atvejų, kai ir ypatingais gabumais neapdovanoti žmonės vien savo triūso ir atkaklumo dėka galėjo didžiuotis stulbinamais laimėjimais.

Kai apims abejonės, tarkite sau: „Tegu apie mane sako kas ką nori, esu kūrybingas, ir taškas!“

Mauricas Kornelis Ešeris. *Belvederis.* 1958, litografija

Nepamirškite, kad pasitikėjimas savimi, tikėjimas savo gebėjimais yra kūrybinės veiklos pagrindas.

Taikykite metodus

Kaip dailininkui būtina perprasti spalvų derinimo ar perspektyvos vaizdavimo taisykles, taip ir siekiančiam išsiugdyti kūrybiškumą reikia išmanyti ir taikyti įvairius metodus bei priemones. Žinoma, šios priemonės nepakeis paties kūrybos proceso, bet jos yra tam tikri įrankiai, palengvinantys ir paspartinantys kūrybinį darbą.

Pavyzdžiui, sodininkui ar dailidei reikia daugybės įvairiausių įrankių ir mechanizmų, padedančių lengviau bei greičiau atlikti darbą. O štai daugelis kuriančiųjų nenaudoja jokių proto įrankių, t. y. dirba „plikomis rankomis“! Nobelio fizikos premijos laureatas R. Feinmenas (Feynman), paklaustas, kokie yra kūrybos proceso etapai, pasakė: „Užrašote problemą. Įtemptai mąstote. Po to užrašote atsakymą.“

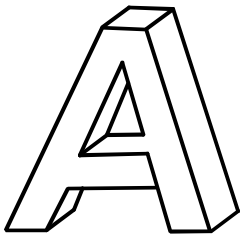
Žinoma, kurdamas ką nors nauja žmogus visada naudojasi kažkokiais metodais, tik ne visada tai suvokia. Pats paprasčiausias, dar akmens amžiuje naudotas, yra bandymų ir klaidų metodas. XX a. buvo sukurti psichologiniai kūrybos procesą aktyvinantys metodai (kolektyvinis naujų idėjų kūrimas, angl. *brainstorming*, sinektika, morfologinė analizė ir kt.), įvairiais techninių sistemų raidos dėsniais bei sistemine analize paremtas problemų sprendimo algoritmas, kurio autorius G. Altšuleris (Altshuller).

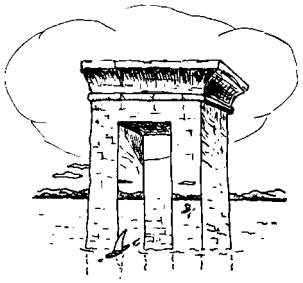
Jei norite sukurti naują idėją, galite pasinaudoti paprasta kūrybos formule: $R = O \times M$, čia R – rezultatas, idėja, O – objektai, su kuriais dirbate, M – proto įrankiai, metodai, kuriuos taikote. Pasirinktą objektą modifikuojame tol, kol gauname visiškai naują objektą ar idėją. Proto įrankiais objektą galima padidinti, sumažinti, pagreitinti, sulėtinti, apversti aukštyn kojomis, pakeisti savybes, pridėti kitų objektų dalis, panaikinti, išskaidyti, sujungti ar dar kaip nors transformuoti.

Paimkime, pavyzdžiui, kėdę. Padidinkime ją iki namo dydžio. Ką gausime? Kėdės formos namą? O jei kėdė – pianisto? Pianisto kėdę galima padaryti aukštesnę arba žemesnę. Tai gal ir mūsų naujojo pastato aukštį galima keisti? Gal tai bus įrenginys su plačia sukamąja platforma, kuri iškelia turistus virš senamiesčio stogų, ir tokį įrenginį galima būtų pervežti iš vietos į vietą… Originalaus statinio pavyzdys – *Longaberger* bendrovės (JAV) pintinės formos pastatas. Tokius krepšius iš klevo ši bendrovė gamina jau kelis dešimtmečius.

Galima keisti ne tik objektus, bet modifikuoti, visaip transformuoti galite ir kitų žmonių idėjas, teiginius, kad gautumėte naują idėją. Įrankius galima kombinuoti, sugalvoti savo… Žodžiu, elkitės laisvai, nes minties laisvė – svarbiausia kūrybos prielaida.

Kūrybos formulę galima taikyti ne tik sprendžiant rimtas problemas, bet ir lavinant produktyvų ir lankstų (vadinamąjį divergentinį) mąstymą bei vaizduotę. Geriausia tokią proto mankštą atlikti tam tikru pasirinktu laiku, bet galima daryti ir važiuojant autobusu, einant gatve ar poilsiaujant prie ežero. Gebėjimas kurti idėjas gali





Neįmanomos figūros

būti išlavintas panašiai kaip futbolininko gebėjimas valdyti kamuolį ar operos solisto – dainuoti.

Būkite pakantūs absurdiškoms idėjoms

Mokytoja antrokams liepė nupiešti paukštį. Vienas vaikas nupiešė vištą su keturiomis kojomis. Mokytoja paėmė jo piešinį ir parodė visai klasei. Mokiniai prapliupo juoktis...

Antrojo pasaulinio karo metais anglų inžinieriai ilgai sprendė, kaip apsaugoti laivus nuo vokiečių torpedų, paleistų iš povandeninių laivų. Tinkamo sprendimo niekaip nepavyko rasti, todėl buvo nutarta į pagalbą pasitelkti įvairių profesijų ir išsilavinimo žmones. Jie buvo kviečiami į naujų idėjų kūrimo sesijas. Ir štai eilinės sesijos metu viena moteris pasiūlė tokį sprendimą: „Kai torpeda artės prie laivo, tegu jūreiviai išsirikiuoja palei bortą ir ima pūsti – gal nupūs tą torpedą?“ Iš tokio absurdiško pasiūlymo visi tik linksmai pasijuokė, bet, kaip reikalauja taisyklės, ši idėja buvo užrašyta. Kai inžinieriai peržiūrėjo sugalvotų idėjų sąrašą, vienas iš jų šūktelėjo: „Tai puiki mintis! Tik kas galėtų nupūsti torpedas?“ Realus sprendimas buvo toks: prie laivų bortų pritaisė vandens patrankas, kurios pavojaus akimirką „nupūsdavo“ torpedas.

Daugelis naujų idėjų iš pradžių atrodo juokingos, kvailos ir beprasmiškos. Kai išradėjas A. G. Belas (Bell) nutiesė pirmąją telefono liniją, laikraščiai išvadino jį šarlatanu, – juk žmogaus balsas negali sklisti metaliniais laidais. Pirmasis dulkių siurblys vos tilpo į vežimą, kurį traukė keletas arklių, o dulkių siurbėjų komanda, primenanti šių dienų gaisrininkus, išvyniodavo siurblio žarnas ir įjungdavo variklį. Susirinkusi smalsuolių minia leipo juokais…

Kūrybinga asmenybė turi išsiugdyti gebėjimą ne tik kurti keisčiausias idėjas, bet ir palankiai priimti kitų išsakytas absurdiškas mintis, mokėti jose įžvelgti racionalų grūdą, kitomis akimis pažvelgti į įprastus dalykus. Puikus to pavyzdys – dailininko M. K. Ešerio (M. C. Escher) kūriniai.

Idėjas apgyvendinkite inkubatoriuje

Išradėjas ir knygų autorius D. Holas (Hall) teigia, kad idėjos yra tarsi kūdikiai, kuriuos reikia prižiūrėti, kad išgyventų. Jas reikia laikyti inkubatoriuje, kad apsaugotume nuo grobuonių, vagių, konkurentų, kritikų. Oponentų ataka yra naudinga, bet ne idėjos užuomazgai! Kai idėja subręsta, ji tampa atsparesnė išorės negandoms ir jau gali apsiginti pati. Kita vertus, pernelyg ilgai savo idėją laikyti inkubatoriuje taip pat negerai, nes neįpratusi kovoti su išorės priešais ji bus lengvai pažeidžiama.

Patartina turėti savo idėjų sąsiuvinį. Po T. A. Edisono (Edison) mirties rasti keli tūkstančiai jo užrašų knygučių su idėjomis, eskizais, pastabomis.

Kurkite nekasdienišką kasdienybę

Savo kūrybiškumą ugdyti galite ir griaudami nusistovėjusius elgesio stereotipus. Paklokite lovą ne taip, kaip esate įpratęs. Gal iš pagalvių, užkloto ir kėdės sukonstruokite avangardinę skulptūrą, darykite mankštą lyg būtumėte klounas, kareivis ar vaizduotumėte pagreitinto filmo herojų, išsikepkite kiaušinienę su uogiene, valgykite pagaliukais ar kuriam laikui išvis paslėpkite įprastus stalo įrankius, kelias valandas pagyvenkite užrištomis akimis, pro duris įeikite atbulomis, į mokyklą ar darbą eikite kitu maršrutu, į savo vartojamų žodžių žodyną įtraukite naujų žodžių ar pamėginkite atsikratyti įprastų parazitinių žodelių.

Konstruokite neįmanomas figūras

Neįmanomų erdvinių figūrų, piešinių konstravimas lavina kūrybinę vaizduotę. Tokios pratybos – puiki proto mankšta!

Susikurkite kūrybišką aplinką

Kūrybiniam darbui skirta vieta turi būti patogi, neužgriozdinta nereikalingais baldais, kad būtų galima laisvai judėti. Geriausia, jei patalpa šviesi, sienos (jas reiktų nudažyti aktyvumą skatinančiomis, bet neerzinančiomis spalvomis) naudojamos į galvą šovusioms idėjoms užrašyti, minčių žemėlapiams braižyti, veiklą skatinantiems plakatams iškabinti ir pan.

Tyrimais nustatyta, kad maždaug 80 % idėjų gimsta neįprastoje aplinkoje, todėl idėjoms kurti pasirinkite naują vietą. Tai gali būti rami upės pakrantė arba atvirkščiai – triukšminga gatvė. A. Einšteinas (Einstein) mėgo ežere ilgokai irstytis valtele.

Viskuo abejokite!

Kuriantys žmonės linkę nepaisyti autoritetų ir viskuo abejoti (išskyrus, žinoma, savo teorijomis), todėl su jais bendrauti nelengva. Jei mokinys ginčijasi su mokytoju ar pavaldinys su viršininku, galima daryti prielaidą (suprantama, negalutinę), kad toks žmogus kurti gali.

Tam, kad išsiugdytumėte tokį gebėjimą, galite daryti taip: pasirinkite kokį nors teiginį iš knygos, žurnalo, interneto ar kitur ir pamėginkite jį sukritikuoti. Pradėti galite kad ir nuo ką tik perskaityto teiginio… Tokie pratimai padeda ugdyti kritinį mąstymą. Suprantama, beatodairiškas kritiškumas neduos laukiamų rezultatų.

Didinkite įtampą

Tikras kūrybos procesas – tai kibirkštys, griaustinio dundėjimas ir besikryžiuojantys žaibai. Visa tai neįmanoma be didelės įtampos, be konflikto tarp to, kas yra, ir to, kas turi būti... Žodžiu, jei jaučiate įtampą, vidinę minčių, idėjų, argumentų kovą, žinokite, kad tai – tikros kūrybos pradžia. Nevenkite konfliktuoti, ginčytis, diskutuoti... gal ginčuose gims tiesa.

Procesui paspartinti reiktų padidinti skirtumą tarp darbo ir poilsio režimo (jei darbas – tai įtemptas sutelkus dėmesį, jei poilsis – tai ne pasyvus prie televizoriaus, o aktyvus gamtoje). Taip pat reiktų nepamiršti, kad įtampa tarp proto ir intuicijos, žinių ir fantazijos, mokslo ir meno, griežtų taisyklių ir neribotos laisvės taip pat galėtų duoti puikių vaisių…

Ieškokite įkvėpimo šaltinio

Kas jus gali įkvėpti? Ieškokite savojo įkvėpimo šaltinio.

Štai vienas mokslininkas ant sienos prie darbo stalo pasikabino plakatėlį su savo sudaryta formule. „Kai tik pasižiūriu į ją, iškart man kyla noras dirbti!“ – sako jis. Gal jus įkvėps mylimo žmogaus nuotrauka, Alberto Einšteino ar Leonardo da Vinčio (da Vinci) portretas, laimėjimus liudijantis diplomas, iš tolimų kraštų parsivežtas suvenyras...

Patartume pradėti rašyti *Sėkmės dienoraštį*, kuriame pažymėtumėte savo laimėjimus ir atliktus darbus. Jis turėtų padėti nesėkmės akimirką išlipti iš emocinės duobės.

Ieškokite įvairių kūrybą skatinančių dalykų. Tai galėtų būti kelionės, naktinis žygis miškinga vietove, apsilankymas zoologijos sode, muziejuje, parodoje, koncerte, susitikimas su seniai matytais draugais, frazė iš atsitiktinai atversto knygos puslapio... Tik reiktų nepamiršti, kad tiek per didelis, tiek per mažas emocinis krūvis nėra labai gerai.

Žaiskite

Sudėtingi strateginiai, vaidmenų, stalo ir kitokie žaidimai gali lavinti loginį mąstymą, žadinti vaizduotę. Žinoma, jei jie žaidžiami saikingai... Dar geriau, jei jūs patys sukurtumėte savo žaidimą. Kai kurios metodikos pataria pažaisti ar vaikiškais žaislais, ar pačius paprasčiausius žaidimus. Tai padės pailsėti, prasiblaškyti, pakels nuotaiką.

Ieškant naujo požiūrio ar idėjų patartina pabendrauti su vaikais. Tarkitės ir spręskite problemas kartu su jais. A. Einšteinas yra pasakęs, kad tas, kuris savo teorijos negali išdėstyti pirmokui, pats jos nesupranta.

Gerai nusiteikite

Dirbkite tik gerai nusiteikęs! Kiekvienas turėtų sugalvoti savo metodą nuotaikai pakelti. Gal jums padės pasivaikščiojimas parke, mėgstama muzika, puodelis geros kavos ar arbatos, pažadas apdovanoti save kuo nors atlikus darbą, meditacija, švilpavimas, šokis, mankšta, stovėjimas ant galvos...

Juokaukite

Juokas žadina kūrybinę veiklą, tad nevenkite paskaitinėti anekdotų, pažiūrėti geros komedijos. Ir jūs ieškokite naujų prasmių įprastose situacijose, kurkite savo anekdotus, komiškas istorijas, pieškite šaržus, karikatūras...

Klausykitės muzikos

Pastebėta, kad klasikinė muzika ar džiazas padeda susitelkti. Skambant ramiems muzikos garsams geriau auga net augalai... Gal Mocartas, Bachas ar Vivaldis jums padės tapti kūrybiškesniems.

Išmokite džiaugtis nesėkmėmis

„Esminė kūrybiškumo dalis – nebijoti suklysti“, – teigia E. H. Landas (Land). Teigiamo požiūrio į nesėkmes galėtume pasimokyti iš T. A. Edisono. Garsusis išradėjas nepripažino sąvokos „nesėkmė“. Jei kas nepavykdavo, jam tai buvo tik dar vienas netinkamas variantas. O sudegus jo laboratorijai, kurioje pražuvo visi įrengimai, bandymų pavyzdžiai, užrašai, brangios medžiagos, T. A. Edisonas pasakė, kad sudegė visos jo nesėkmės ir viską galima pradėti iš pradžių!

Literatūra

Altshuller G., *Innovation Algorithm*, Technical Innovation Center, 1999.

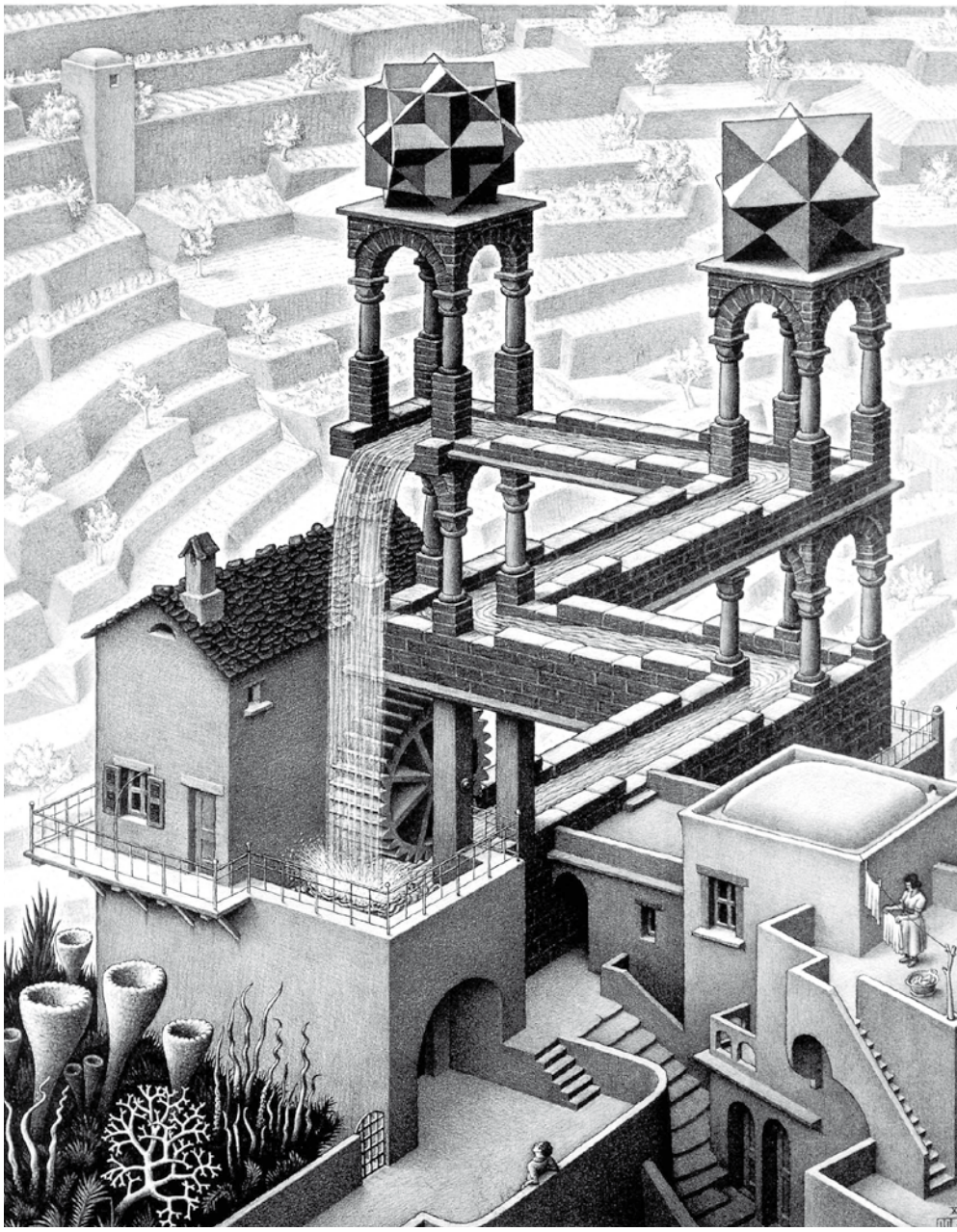
Altshuller, Genrich, *Creativity as an Exact Science*, Gordon and Breach Science Publishers, 1984.

Osborn A. F., *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving*, Charles Scribner's Sons, 1963.

Roukes N., *Design Synectics – Stimulating Creativity in Design, Davis Publications*, 1988.

Visi M. K. Ešerio kūriniai © 2009 The M. C. Escher Company – the Netherlands. Visos teisės saugomos. Skelbiama leidus *The M. C. Escher Company*.

Mauricas Kornelis Ešeris. *Krioklys.* 1961, litografija



Astrobiologija ir ledynmečiai

Julija Bagdonaitė

Sakoma, kad jie žolės spalvos, – protaujantys organizmai, kurių civilizacijų skaičių mūsų Galaktikoje ir už jos ribų vis bandoma įvertinti. O tas skaičius, net ir mažiausias, stebina savo didumu. Nustebino ir italų fiziką Enriką Fermį (Enrico Fermi). „Tai kurgi jie yra?“ – paklausė jis, ir pasaulyje, be fermionų[1], atsirado dar vienas Fermio kūdikis – Fermio paradoksas[2]. Kodėl mūsų spėjimų apie kitur egzistuojančias gyvybės formas nepatvirtina rimtesni įrodymai negu laukuose išguldyti javai? Būtent šis neatitikimas tarp pagrįstos hipotezės ir stebėjimų paskatino naujos mokslo šakos atsiradimą. Jos pavadinimas – astrobiologija. Tik nesupraskite jo per daug tiesmukai. Gyvybę virš Žemės stogo – atmosferos – bandantys atrasti ar modeliuoti mokslininkai, ko gero, sutiktų, kad tam reikalingas visų gamtos mokslų arsenalas. Tai bemaž visų mokslų sankryža, kur natūralu rytą praleisti astronomijoje, o po pietų užsukti į klimatologiją, todėl tikslumo mėgėjai turėtų kantriai ištarti dar vieną pavadinimą: astro-bio-geo-klimato-logija ir, be abejo, chemija su visais įmanomais priešdėliais. O neapsisprendusieji, kuris gamtos mokslas jiems įdomiausias, galėtų suuosti, kad čia galbūt jų saviraiškos aukso kasyklos.

Gyvybė (bent jau mums žinomos jos formos), nors ir nėra labai lepi, bet visais patvoriais neveši, nes mėgsta tam tikras sąlygas. Ji gali atsirasti planetoje, turinčioje kietą paviršių, taip pat esančioje nei per toli, nei per arti žvaigždės, o tikimybė gyvybei rastis, jei planetoje yra vandens, – jau labai didelė. Šiuo požiūriu Žemė yra tobulas ir, deja, kol kas vienintelis žinomas visas gyvybei reikalingas sąlygas turinčios planetos pavyzdys.

Stabilus klimatas – dar viena iš sąlygų, reikalingų ne tokioms nusisekusioms gyvybės formoms kaip ekstremofilai[3]. Klimatas – ilgalaikė „rytojaus orų“ tendencija, kurios akivaizdžiausia išraiška yra ledynmečiai ir atšilimai. Apie žmogaus su naftos bakeliu sukeltą atšilimą girdime dažnai ir į jį šiuo atveju nekreipsime dėmesio. Tiesiog šįsyk žiūrėsime į daug senesnius Žemės praeities įrašus: pavyzdžiui, jūros dugno fosilijas, saugančias informaciją apie tai, kaip per milijonus metų kito vidutinė Žemės paviršiaus temperatūra.

Kol dar buvo gyvi, fosiliniai gyvūnai – jūrų gyventojai – savo kalcitiniuose kiautuose „užrakindavo“ nedidelę dalį to meto vandenyse ištirpusių deguonies ^{18}O ir ^{16}O izotopų[4]. Šių izotopų santykis vandenyje šį tą sako ir apie padėtį virš vandens. Ką? Tai parodyta 1 paveiksle. Visi vandenynai garuoja. Susidarę garai nuo pusiaujo slenka ašigalių link, o susikondensavę iškrinta krituliais. Pirmiausia, palyginti netoli nukeliavęs, su krituliais iškrinta ^{18}O izotopas, nes jis sunkesnis. Lengvesnis ^{16}O izotopas ašigalių kryptimi gali nuslinkti daug toliau. Klimatui vėstant netoli ašigalių iškritusį ^{16}O užkonservuoja ledynai, todėl vandenynuose izotopų santykis $^{18}O/^{16}O$ padidėja. Prasidėjus atšilimui ledynai ištirpsta, ^{16}O sugrįžta į vandenynus ir juose izotopų santykis sumažėja. Visa tai ir įrašoma gyvūnėlių kiautuose, kurie bėgant laikui nugula sluoksniais vandenyno dugne. Padarius gręžinį galima paimti bandinį iš šio fosilijų „torto“ ir jį ištirti. Ploniausias tyrimui tinkamas sluoksnelis atspindi vidutinį per maždaug vieną tūkstantmetį susikaupusių izotopų santykį (ir vidutinę temperatūrą) – tokia šio metodo laikinė skyra.

Šiuo metodu atkurti pastarųjų 5 mln. m. Žemės paviršiaus temperatūros svyravimai (ΔT) šių dienų temperatūros atžvilgiu (2 pav., a). 2 pav. (b) smulkiau pavaizduotas pastarojo milijono metų temperatūros kitimas. Žalia punktyrinė linija, kertanti laiko ašį ties 200 tūkst. m. žyme, rodo *Homo sapiens* eros pradžią. Kokias išvadas galima padaryti? Pirmiausia, matyti, kad prieš 4–5 mln. metų temperatūros kitimo amplitudė buvo daug mažesnė, negu per pastarąjį milijoną metų. Beje, klimato stabilumą galima apibūdinti skaičiais – vidutinės temperatūros kitimo intervalas tik septyni laipsniai. Antra, prieš 5 mln. metų buvo vidutiniškai šilčiau negu šiais laikais. Smulkiau panagrinėję paveikslą pastebėsime, kad atšaldavo visada daug greičiau negu atšildavo. Na ir galiausiai – jauniausios fosilijos rodo, kad šiais laikais gyvename atšilimo laikotarpiu (svarbu suprasti, kad šie duomenys neatspindi pramonės sukelto atšilimo, o sakydami „šiais laikais“ turime omenyje pastaruosius porą tūkstantmečių). Viską įvertinus atrodo, kad netolimoje ateityje laukia ledynmetis, bet galima pasiguosti bent tuo, kad jis bus ne pirmasis žmonijos istorijoje.

1 pav. Kritulių, keičiančių deguonies izotopų santykį vandenynuose, migracijos schema.

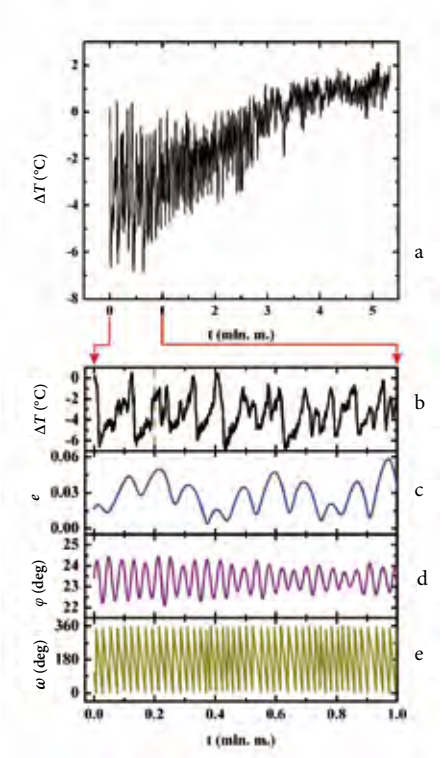
Taigi kyla natūralus klausimas: koks mechanizmas šitaip šokdina Žemės klimatą? Ir kaip vis dėlto jis išlieka palyginti stabilus. Tiksliai atsakyti iki šiol negali niekas, nors hipotezių sugalvota įvairių. Pati garsiausia yra prieš šimtą metų pasiūlyta serbų mokslininko Milankovičiaus (Milanković) astronominė klimato svyravimų teorija. Štai ir priartėjome prie astronomijos.

Norėdami suprasti, kas ir kodėl vyksta mūsų atmosferoje, negalime išvengti pagrindinio žmonijos energijos šaltinio – Saulės – vaidmens aptarimo. Tiksliau, šiuo atveju mums įdomūs ne tik Saulės ir Žemės, bet ir visų Saulės sistemos planetų tarpusavio santykiai. Pradėkime nuo Žemės.

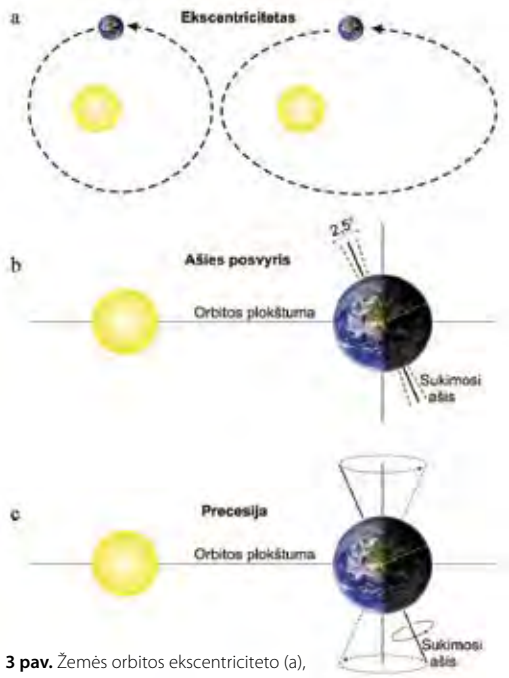
Turbūt visi esame girdėję, kad Žemė aplink Saulę juda elipsės pavidalo orbita. Elipsės ištęstumą apibūdina jos ekscentricitetas. Dabartinė jo vertė $e = 0{,}017$ ir tai reiškia, kad orbita nedaug skiriasi nuo apskritimo. Žemės sukimosi ašis yra pasvirusi į orbitos plokštumą, o jei to nežinotume, tai nepatikėtume, kad per lietuvišką žiemą būname arčiausiai Saulės, o vasarą – toliausiai. Dabartinis ašies posvyris $\varphi = 23{,}44°$.

Nurodant e ir φ vertes, būtina pridėti žodį – „dabartinė“. Jei Žemė būtų vienintelė planeta Saulės sistemoje, to nereikėtų, bet

[1] Pusinio sukinio elementarioji ar sudėtinė dalelė arba kvazidalelė.
[2] Prieštaravimas tarp didelės nežemiškųjų civilizacijų egzistavimo Galaktikoje tikimybės ir įrodymų nebuvimo.
[3] Organizmai, galintys gyventi ir daugintis ypatingomis sąlygomis (pavyzdžiui, labai aukštoje arba žemoje temperatūroje, labai aukštame slėgyje, labai sūrioje terpėje).
[4] Cheminio elemento atomai, turintys tą patį branduolio krūvį, bet skirtingą masę.



2 pav. Žemės paviršiaus temperatūros kitimas per 5 mln. metų (a), per 1 mln. metų (b); jos orbitos ekscentriciteto ***e*** (c), sukimosi ašies posvyrio ***φ*** (d) ir precesijos kampo ***ω*** (e) kitimas per pastarąjį 1 mln. metų. Nulis laiko ašyje žymi šiuos laikus. Parengta pagal Lisiecki ir Raymo (2005), Laskar (2004).



3 pav. Žemės orbitos ekscentriciteto (a), sukimosi ašies posvyrio (b) ir precesijos (c) kitimo pobūdis.

jos kaimynai Jupiteris ar Venera (vienas labai masyvus, kita yra santykinai arti) judėdami aplink Saulę trikdo Žemės orbitą, todėl jos ekscentricitetas ir Žemės sukimosi ašies posvyris laikui bėgant kinta (3 pav., a ir b). Akivaizdu, kad nė vienos Saulės sistemos planetos orbita nėra stabili, nes jos visos šiek tiek trikdo viena kitos judėjimo kelią.

Dar vienas svarbus dalykas – tai, kad Žemė nėra taisyklingas rutulys; geologai pasakytų, kad Žemė – geoidas, bet mes apsiribokime tuo, jog matuojant per pusiaują mūsų planeta storesnė negu per ašigalius. Veikiama Saulės ir Mėnulio gravitacijos jėgų ji tampa panaši į vilkelį, t. y. jos sukimosi ašis brėžia kūgį arba, kitaip tariant, precesuoja (3 pav., c), todėl po tam tikro laiko lietuviška žiema jau bus Žemei skriejant toliausiai nuo Saulės. Praktiškai taip ir skaičiuojama: precesijos kampas ω rodo Žemės padėtį orbitoje artimiausio Saulei orbitos taško (perihelio) atžvilgiu vieno iš sezonų (dažniausiai pavasario Šiaurės pusrutulyje) metu. Šiuo metu $\omega \sim 90°$.

Visi trikdymai lemia štai ką:

- Žemės orbitos ekscentricitetas cikliškai kinta nuo $e \approx 0$ (orbita beveik apskritimas) iki $e \approx 0{,}06$, būdingieji kitimo periodai – 100 tūkst. m. ir 400 tūkst. m. (2 pav., c);
- sukimosi ašies posvyris 41 tūkst. m. periodu kinta nuo 22,0° iki 24,5° (2 pav., d);
- dėl precesijos kintantis kampas ω maždaug 23 tūkst. m. periodu keičiasi nuo 0° iki 360° (2 pav., e).

Kodėl mus tai turėtų dominti? Priežastis paprasta: nuo to, kaip Žemė sukasi aplink Saulę, priklauso į ją patenkančios Saulės spinduliuotės kiekis ir pasiskirstymas Žemės paviršiuje. Nuo Žemės orbitos ištęstumo priklauso bendras spinduliuotės kiekis, pasiekiantis Žemės paviršių per vienerius metus. Ašies posvyris reguliuoja apšvietą įvairiose platumose, apibrėžia poliaračių ir atogrąžų padėtį. Precesija lemia sezonų „aštrumą“, t. y. jei žiemą Žemė yra perihelyje (arčiausiai Saulės), o vasarą – afelyje (toliausiai nuo Saulės), temperatūros skirtumai tarp šių sezonų bus mažesni negu tuo atveju, kai žiemą ji afelyje, o vasarą – perihelyje.

Nesunku suprasti, kad nuo šių Žemės šildymo ypatybių gali priklausyti jos klimatas. Tai – viena pagrindinių M. Milankovičiaus teorijos idėjų: orbitos elementų, reguliuojančių Žemės paviršiaus apšvietą, kitimai lemia ilgalaikius klimato kitimus. Vienas iš svariausių argumentų, pagrindžiančių šią prielaidą, yra akivaizdūs sutapimai: per pastarąjį milijoną metų ledynai Žemę užklodavo maždaug kas 100 tūkst. metų. Lygiai tokiu pat periodiškumu kito Žemės orbitos ekscentricitetas. Iš tikrųjų Žemės paviršiaus temperatūra kinta keliais būdingais dažniais, atitinkančiais orbitos elementų kitimo periodus: 400, 100, 41, 23 tūkst. metų. Taigi, galima daryti išvadą, kad astronominiai Žemės ciklai tikrai veikia jos klimatą.

Nors iš pirmo žvilgsnio viskas atrodo įtikinamai, geriau panagrinėjus iškyla problemų:

- Žemės gaunamos Saulės energijos pokytis dėl ekscentriciteto kitimo yra per mažas, kad būtų galima tiesiogiai paaiškinti temperatūros kitimo amplitudę;
- temperatūros kitimai yra asimetriniai (kitimus vaizduojanti kreivė primena pjūklo ašmenis), o ekscentricitetas ir kiti orbitos elementai kinta tolygiai, be šuolių;
- neaišku, kodėl prieš maždaug 1,5 mln. m. temperatūros kitimo periodiškumas iš 41 tūkst. m. pasikeitė į 100 tūkst. metų.

Problemų yra ir daugiau. Visas jas išspręsti būtų paprasta, jei žinotume esminius ryšius tarp procesų, vykstančių atmosferoje, vandenynuose ir žemynuose. Deja, tie ryšiai labai painūs, todėl viską paaiškinantis klimato modelis dar nesukurtas. Toks modelis tikrai būtų vertas Nobelio premijos!

Jei apie klimato kaitą norite sužinoti daugiau, galite perskaityti puikų J. A. Rial ir kt. (2004) straipsnį[5], kuriame aptariami jau ištirti dalykai ir numatoma tolesnė klimato tyrimų eiga. O jei įdomu, kaip modeliuojamas klimatas, iš NASA (*National Aeronautics and Space Administration* – Nacionalinė aeronautikos ir kosmoso tyrimo valdyba) kuruojamo interneto puslapio[6] galite parsisiųsti mokomąją programą EdGCM. Be to, NASA paleoklimatologijos puslapyje[7] paskelbta daugybė duomenų, padedančių atkurti klimato kitimą praeityje. Sėkmingų tyrinėjimų!

Literatūra

Lisiecki L. E., Raymo M. E. 2005, A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography*, 20, PA1003.

Laskar J. et al. 2004, A long-term numerical solution for the insolation quantities of the Earth. *Astronomy and Astrophysics*, 428, 261–285.

[5] www.globalcarbonproject.org/global/pdf/pep/Rial2004.NonlinearitiesCC.pdf
[6] http://edgcm.columbia.edu
[7] www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html

Kaip užauginti baltymų kristalus

Apie baltymus esame girdėję visi, nes kasdien su jais tenka susidurti. Valgome maistą, kuriame gausu baltymų, tačiau net nenumanome, kokios sudėtingos struktūros yra šie junginiai ir kaip jie reikalingi mūsų organizmui. Baltymų įvairovė labai didelė, todėl mokslininkai dar nespėjo jų visų ištirti, įvertinti atliekamų funkcijų ir svarbos gyviesiems organizmams. Turbūt viena didžiausių mokslininkų užduočių – pažinti baltymus: žinoti, koks genas koduoja jų sintezę, kaip jie veikia, ir priversti juos tarnauti žmonijos labui. Sunkiausia ir svarbiausia nustatyti baltymo tretinę struktūrą. Nuo jos priklauso baltymo vaidmuo organizme. Kokie buvo pirmieji baltymų struktūros tyrimai? Mioglobinas yra mažas baltymas, pernešantis deguonį ląstelėse. Norėdami suprasti deguonies pernašos mechanizmą molekuliniu lygmeniu, mokslininkai užaugino mioglobino kristalus ir rentgeno spindulių difrakcijos metodu nustatė baltymo struktūrą. Šis novatoriškas darbas 1962 metais buvo apdovanotas Nobelio chemijos premija. Nors pirmųjų baltymų struktūra buvo nustatyta prieš penkiasdešimt metų, tačiau tai ir šiandien vis dar sunki užduotis.

Kas yra baltymai?

Gyvosiose ląstelėse, be vandens, daugiausia yra baltymų. Jie atlieka daugybę funkcijų, pavyzdžiui, beveik visoms biocheminėms reakcijoms vykti reikia specifinių baltymų, vadinamų fermentais. Kiti baltymai atlieka mechaninę, struktūrinę (pavyzdžiui, jungiamojo audinio kolagenas), apsauginę (antikūnai) funkcijas, taip pat padeda perduoti signalus (hormonų receptoriai) ir perneša mažas molekules. Baltymų įvairovė didžiulė: žinoma, kad vien tik žmogaus organizme yra daugiau kaip 20 000 skirtingų baltymų.

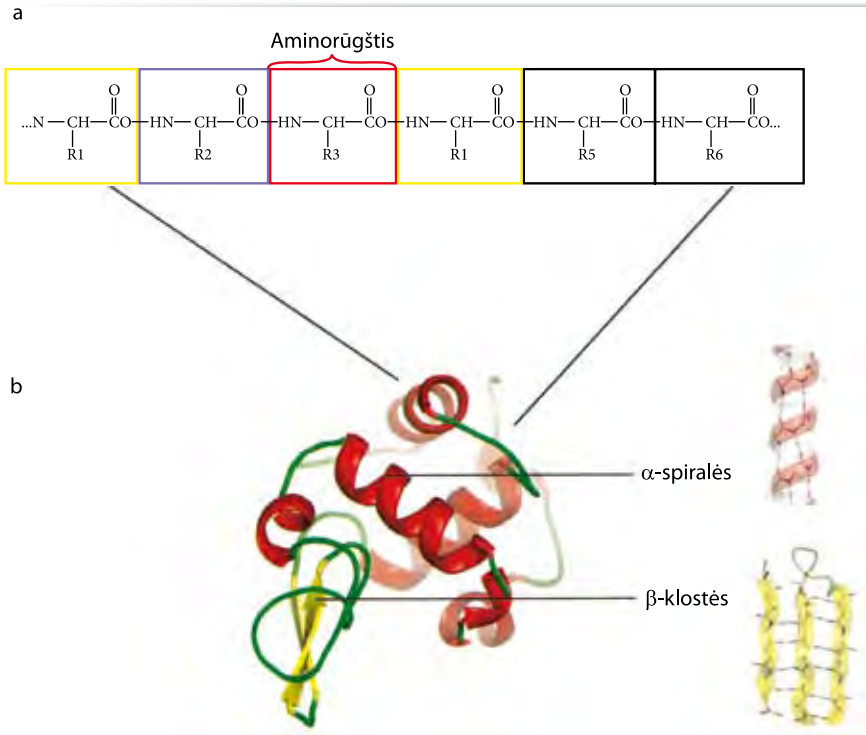
Visų baltymų struktūros principas tas pats – juos sudaro 20 pagrindinių aminorūgščių (šiuo metu žinomos jau 22 aminorūgštys). Pirmiausia aminorūgštys amidiniais ryšiais jungiasi į linijinę grandinę, kurios ilgis būna nuo kelių dešimčių iki tūkstančių aminorūgščių. Ląstelėse kiekvieno baltymo susidarymą lemia atitinkamų genų užkoduota informacija. Baltymų sintezė vyksta ribosomoje – baltymų ir ribonukleorūgšties (RNR) komplekse.

Baltymo funkcijas nulemia jo tretinė struktūra

Susijungusios į linijinę grandinę aminorūgštys sudaro būdingus antrinės struktūros elementus. Žinomiausi tokie elementai yra α-spiralės ir β-klostės, kurias stabilizuoja vandeniliniai ryšiai, susidarantys tarp atskirų aminorūgščių liekanų. Normaliomis sąlygomis aminorūgščių grandinė savaime susisuka į tretinę struktūrą. O ketvirtinės struktūros baltymai sudaryti iš polipeptidinių grandinių, pavyzdžiui, hemoglobinas.

Baltymo funkcijas lemia jo tretinė struktūra. Kai baltymas susisuka, tam tikros aminorūgštys taip suartėja, jog gali sudaryti aktyvųjį centrą. Tokie fermentų aktyvieji centrai katalizuoja biochemines reakcijas. Kitu atveju antikūnai susiriša su antigeno baltymais.

Baltymų struktūros tyrimų rezultatai atskleidžia, kaip vyksta pagrindiniai gyvybiniai procesai molekuliniu lygmeniu. Šiandien mokslininkams labai svarbu ištirti makromolekulių didelių kompleksų ir membranos baltymų sąveiką, struktūrą bei funkcijas. Baltymai labai sudėtingi, juos gana sunku tirti eksperimentiškai ir kiekvienas pavykęs baltymo struktūros tyrimas yra svarbus laimėjimas. Žinant baltymo struktūrą galima numatyti, koks jo vaidmuo organizme. Tuo tikslu auginami baltymų kristalai. Visa tai labai sudėtinga, nes analizei reikia tobulų kristalų, o tokius gauti ne taip paprasta. Tad ieškoma optimalių sąlygų, kuriomis galima užauginti analizei tinkamus kristalus.



a – baltymai, sudaryti iš aminorūgščių, kurios susijungusios kovalentiniu ryšiu sudaro linijinę grandinę

b – baltymai, susisukę į tretinę struktūrą, nuo kurios priklauso jų funkcijos. Aminorūgščių grandinei būdingi du struktūros elementai: α-spiralės ir β-klostės

Baltymų kristalų auginimo rezervuaro (kristalinimo) tirpalai ir jų lašinimo vieta kristalinimo plokštelėje

		1	2	3	4	5	6
		2 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 0,6 M), 7 ml dejonizuoto vandens	3 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 0,9 M), 6 ml dejonizuoto vandens	4 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 1,2 M), 5 ml dejonizuoto vandens	5 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 1,5 M), 4 ml dejonizuoto vandens	6 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 1,8 M), 3 ml dejonizuoto vandens	7 ml 3 M NaCl (galutinė konc. 2,1 M), 2 ml dejonizuoto vandens
A	1 ml natrio citrato tirpalo (galutinė konc. 0,1 M) pH 3,5	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B	1 ml natrio acetato tirpalo (galutinė konc. 0,1 M) pH 4,5	B1	B2	B3	B4	B5	B6
C	1 ml natrio acetato tirpalo (galutinė konc. 0,1 M) pH 5,5	C1	C2	C3	C4	C5	C6
D	1 ml natrio fosfato tirpalo (galutinė konc. 0,1 M) pH 6,5	D1	D2	D3	D4	D5	D6

Baltymo molekulių nepamatysi plika akimi

Baltymai yra kelių nanometrų dydžio maži dariniai, kurių negalima pamatyti net labai geros skyros (1 μm) optiniu mikroskopu. Juos „pamatyti“ galima taikant tris pagrindinius metodus:

- rentgeno spindulių difrakciją;
- magnetinį branduolių rezonansą;
- elektroninę kristalografiją.

Laisvai prieinamoje baltymų duomenų bazėje[1] pateikiama informacija apie baltymų struktūrą – daugiau kaip 90 % visų šioje bazėje pateiktų baltymų struktūra ištirta rentgeno spindulių difrakcijos metodu. Baltymų kristalų auginimas yra sudėtinga užduotis, nes sunku nustatyti tinkamas baltymo kristalo susidarymo sąlygas – kartais tai atrodo neįmanoma.

Norėdami pakartotinai užauginti tokius pačius kristalus, mokslininkai baltymams kristalinti naudoja specialią įrangą. Dažniausiai baltymų kristalografijoje taikomas garų difuzijos metodas. Naudojant šį metodą nedidelis kiekis kristalinimo tirpalo įpilamas į kristalinimo plokštelės rezervuarą ir po vieną lašą baltymo ir kristalinimo tirpalų užlašinama ant kristalinimo plokštelės centre esančio padėkliuko. Po to kristalinimo kamera sandariai uždaroma, kad skysčiai neišgaruotų į aplinką. Druskų jonų koncentracija kristalinimo tirpale yra didesnė negu tirpalų mišinyje ant padėkliuko, todėl tirpiklis garuoja ir jo molekulės juda nuo baltymo lašo prie rezervuaro tirpalo dėl garų difuzijos. Vykstant šiam procesui, baltymo koncentracija laše didėja ir baltymo tirpalas galiausiai pasidaro persotintasis, o tai termodinamiškai nestabili būsena. Iš dalies baltymo susidaro kristalizacijos branduolys ir iš jo tinkamomis sąlygomis galiausiai išauga didesni baltymo kristalai arba baltymo amorfinės nuosėdos ir mikrokristalai, netinkami tirti rentgeno spindulių difrakcijos metodu. Kristalizacija ir nuosėdų susidarymas yra tarpusavyje konkuruojantys procesai, todėl ypač svarbu sudaryti optimalias kristalinimo sąlygas.

[1] www.pdb.org

Lizocimo kristalų auginimas klasėje

Augindami baltymo lizocimo kristalus pabandysite nustatyti optimalias kristalinimo sąlygas, be to, daugiau sužinosite apie šiuolaikinę rentgeno spindulių kristalografiją.

Lizocimas

Lizocimas priskiriamas antibakteriniams fermentams, ardantiems bakterijų sienelės. Jo gausu žmogaus ašarose, seilėse ir gleivėse. Daug lizocimo yra vištos kiaušinio baltyme.

Aparatūra ir medžiagos

- 1 arba 2 kristalinimo plokštelės
- skaidri sandarinamoji juostelė (5 cm)
- 1 ml ir 1 μl dozatoriai
- mikroskopas

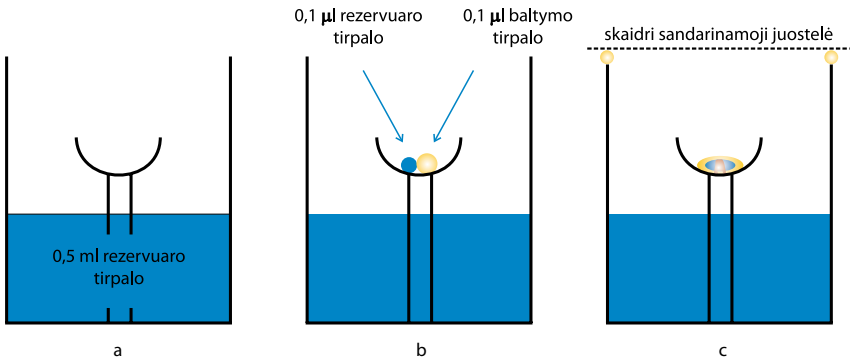
Cheminės medžiagos

- lizocimas
- natrio chloridas
- citrinų rūgštis
- natrio acetatas
- natrio fosfatas
- natrio hidroksido tirpalas
- ledinė acto rūgštis
- dejonizuotas vanduo

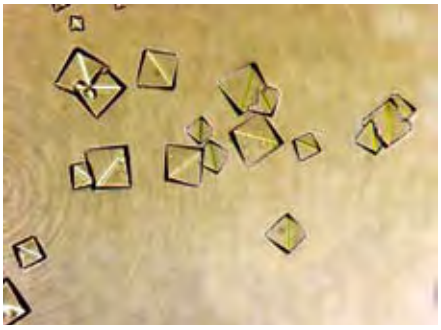
Pradiniai tirpalai

Šiuos tirpalus iš anksto turi paruošti mokytojas.

- 50 mg/ml lizocimo vandeninis tirpalas
- 3 M natrio chlorido tirpalas (17,53 g NaCl ištirpinama 100 ml dejonizuoto vandens)
- 1 M natrio citrato tirpalas, pH 3,5 (19,24 g citrinų rūgšties ištirpinama 100 ml dejonizuoto vandens, tada natrio hidroksido tirpalas lašinamas tol, kol tirpalo pH tampa lygus 3,5)
- 1 M natrio acetato tirpalas, pH 4,5 (13,6 g natrio acetato ištirpinama 100 ml dejonizuoto vandens, tada ledinė acto rūgštis lašinama tol, kol tirpalo pH tampa lygus 4,5)
- 1 M natrio acetato tirpalas, pH 5,5 (13,6 g natrio acetato ištirpinama 100 ml dejonizuoto vandens, tada ledinė acto rūgštis lašinama tol, kol tirpalo pH tampa lygus 5,5)
- 1 M natrio fosfato tirpalas, pH 6,5 (15,6 g natrio fosfato ištirpinama 100 ml dejonizuoto vandens, tada natrio hidroksido tirpalas lašinamas tol, kol tirpalo pH tampa lygus 6,5)

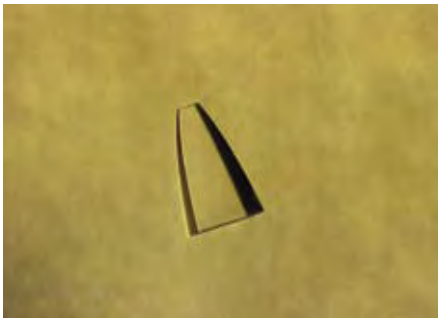


a – nedidelis kiekis rezervuaro tirpalo įpilamas į rezervuarą
b – 0,1 µl baltymo ir 0,1 µl rezervuaro tirpalų užlašinama ant kristalinimo plokštelėje esančios padėkliuko įdubos
c – kristalinimo plokštelė uždaroma skaidria sandarinamąja juostele



Restrikcijos endonukleazės ir DNR komplekso kristalai

Restrikcijos endonukleazės kristalai



Saulius Gražulio nuotraukos

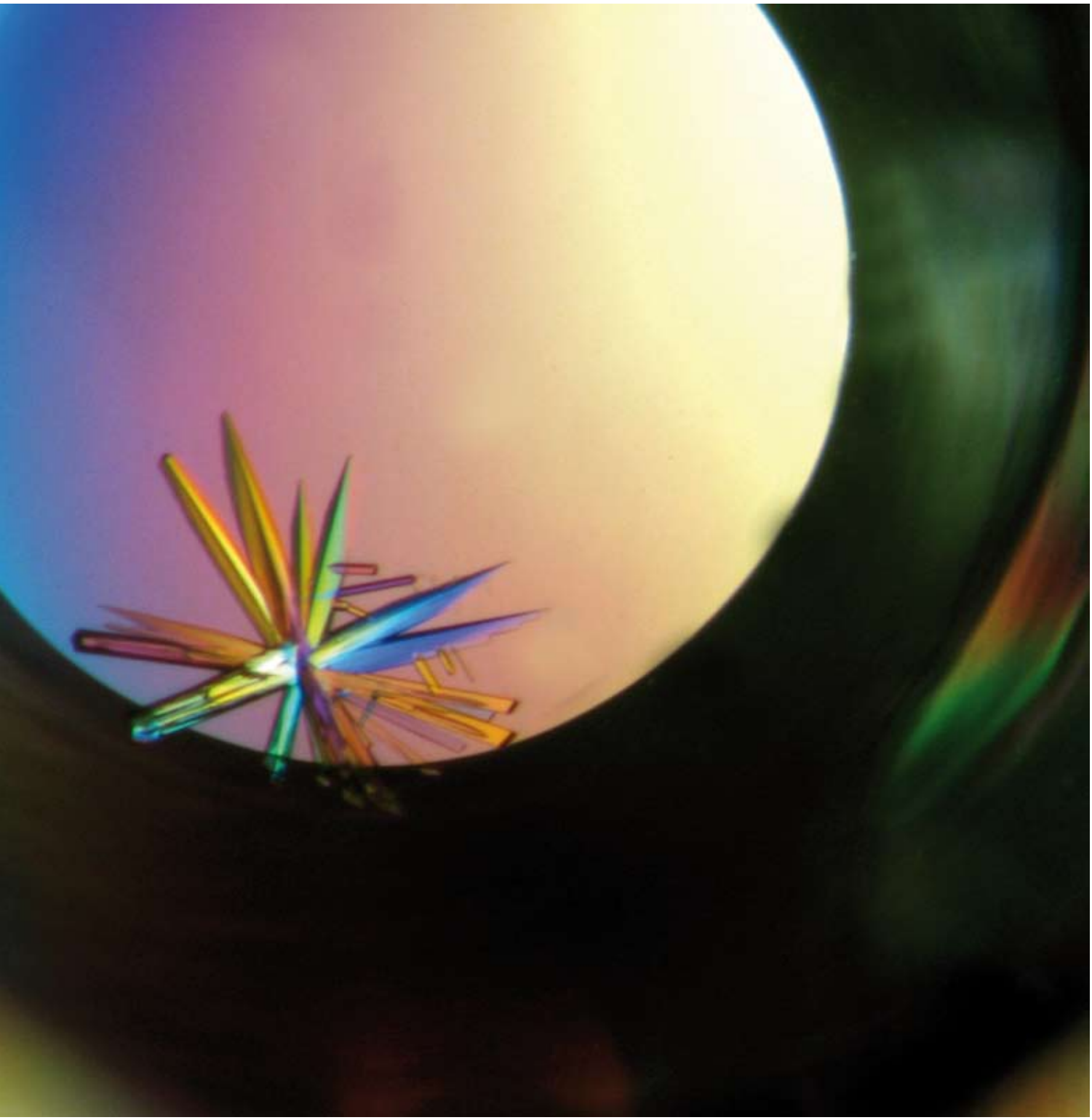
Kristalų auginimas

1. Pagal pateiktą lentelę iš mokytojo paruoštų tirpalų reikia pagaminti 24 rezervuaro tirpalus kristalams auginti. Kad darbas vyktų sparčiau, mokiniai suskirstomi į grupes. Visos grupės gali naudoti tuos pačius mokytojo paruoštus tirpalus.
2. Naudodamiesi pateikta lentele įlašinkite po 0,5 ml atitinkamų rezervuaro tirpalų į kiekvieną iš 24 rezervuaro įdubų. Lentelėje nurodyta, kokie tirpalai turi būti įduboje ir jos vieta kristalinimo plokštelėje.
3. Įlašinkite po 1 µl atitinkamų rezervuaro tirpalų į kiekvieną kristalinimo vietos padėkliuko įdubą.
4. Įlašinkite po 1 µl lizocimo pradinio tirpalo šalia kiekvieno rezervuaro tirpalo lašo.
5. Įlašinę baltymo tirpalo, iš karto uždarykite (užspauskite) kristalinimo plokštelę skaidria sandarinamąja juostele, nes negalima leisti tirpalui garuoti į aplinką.
6. Laikykite plokštelę 20 °C temperatūroje. Kai kuriose įdubose kristalai pradeda augti labai greitai; juos pro mikroskopą galima pamatyti jau po 1–2 valandų. Plokšteles reikia palikti iki kitos pamokos galutinei analizei. Maždaug po 1–2 savaičių kristalai užauga iki maksimalaus dydžio. Sandari plokštelė gali būti laikoma iki metų, kartais ir ilgiau.
7. Įvertinkite lizocimo kristalų dydį, skaičių ir išsidėstymą. Kristalai gali būti per maži pamatyti plika akimi, todėl geriau žiūrėti pro didinamąjį stiklą arba mikroskopą.
8. Pagal kristalinimo plokštelės dvidešimt keturiuose rezervuaruose atlikto eksperimento rezultatus įvertinkite optimalias kristalinimo sąlygas.

Gautų baltymų kristalų struktūrą galima nustatyti rentgeno spindulių difrakcijos metodu.

Straipsnis parengtas pagal žurnalo *Science in school* (2009, Nr. 11) straipsnį „*Growing crystals from protein*“. Straipsnio mokslinis konsultantas dr. Daumantas Matulis (Biotechnologijos institutas).

Restrikcijos endonukleazės mutanto ir DNR komplekso kristalai



Elenos Manakovos nuotrauka

Susirinko geriausieji

Dalia Ignatjeva

Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso nacionaliniame etape dalyvavo daugiau kaip 200 mokinių, parengusių 132 mokslinius darbus. Baigiamajam turui, kuris vyko 2009 metų balandžio 28–30 dienomis, buvo atrinkti 24 darbai. Paskutinę šio turo dieną buvo paskelbti penki nacionalinio etapo laureatai. Trijų geriausių darbų autoriai atstovavo Lietuvai ES jaunųjų mokslininkų konkurse, vykusiame Paryžiuje rugsėjo 11–16 dienomis.

Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centre balandžio pabaigoje šurmuliavo mokiniai iš visos Lietuvos – vyko Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso nacionalinio etapo baigiamasis turas. Jaunuosius tyrėjus į sostinę atlydėjo jų mokytojai – darbų vadovai. Šis renginys, vykstantis jau daug metų, kasmet suburia talentingus mokinius, mėginančius savo jėgomis išspręsti kokią nors mokslinę problemą bei siekiančius įrodyti, kad ir jie gali pasiūlyti dėmesio vertą idėją, kuri padėtų giliau pažinti pasaulį. O ir pasvajoti, kad galėsi pranokti garsų mokslininką, pavyzdžiui, kurį nors Nobelio premijos laureatą, visai smagu! Žinoma, daug pastangų ir darbo šiems jauniesiems tyrėjams reikėjo įdėti, kad patektų į baigiamąjį turą, o jį laimėjusiems pasirengti ir konkursui Prancūzijos sostinėje. Konkurso laureatais tampama ne iš karto. Dažniausiai tiriamasis darbas rengiamas ne vienerius metus, nes naujokui pritrūksta patirties, laiko, be to, per konkursą išgirstos mokslininkų pastabos ir patarimai autorių nukreipia tinkama linkme. Tęstinis kelerių metų darbas rodo nevienadienį mokinio susidomėjimą mokslu, per tą laiką sukaupiama daugiau žinių ir mokslinio darbo įgūdžių, būtinų mokslininko kelyje.

Baigiamojo turo pirmosios dienos rytą dalyviai ruošėsi pristatyti darbus, rengė stendus. Juk viskas turi būti kruopščiai apgalvota, nes ir menkiausia smulkmena gali sugadinti nuotaiką. O ir kalba turi būti sklandi... Kas bus, jei paaiškės, kad dirbai, tyrei, o paaiškinti ne viską gali... Vakare, po įtemptos dienos, mokinių laukė pramoga – spektaklis „Užsispyrėlės tramdymas“ pagal V. Šekspyro (W. Shakespeare) komediją. Antrąją konkurso dieną buvo nustebinti ne tik tie, kurie pirmą kartą užsuko pasižiūrėti jaunųjų mokslininkų darbų, bet ir komisija. Ne taip dažnai vienu metu gali pamatyti tokį būrį talentingų Lietuvos jaunuolių, besidominčių mokslu.

Baigiamajam konkurso turui buvo atrinkti geriausi darbai, todėl ir jų autorių kalba buvo sklandi. Komisija ilgokai svarstė, kas vertas atstovauti Lietuvai Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurse. Nebuvo pagailėta klausimų darbų autoriams, taigi ne tik nuveikti darbai, bet ir mokinių žinios padėjo komisijai apsispręsti. Lankytojai taip pat naudojosi proga sužinoti kuo daugiau, nes eidami nuo vieno stendo prie kito galėjo išgirsti jiems svarbių dalykų. Kas domisi humanitariniais ar socialiniais darbais, galėjo susipažinti su Ukmergės krašto laidotuvių 150 giesmių rinkiniu ir jų giedojimo tradicijomis, Pamario krašto žmonių papročiais, AIDS problema, mobiliųjų telefonų naudojimo ypatumais, soliariumo poveikiu sveikatai, miego sutrikimų tyrimu, o kam įdomios technologijos – sukonstruotu roboto prototipu, elektromechaniniu staleliu-vežimėliu ir povandeniniu tyrimų aparatu. Besidominčius gamta nustebino dusių (*Dytiscidae*) rūšinė įvairovė, sudomino musių ir kitų vabzdžių pernešamų infekcinių ligų, t. p. vokiečių aviganio seilių sudėties, galaktikų, gyvybės Visatoje tyrimai ir grybų dažomosios savybės. Visuomenę dominančios ekologinės problemos, taip pat kova su onkologinėmis ir kitomis ligomis lėmė ne vieno tyrėjo darbų temas. Jie nagrinėjo Lietuvos oro, vandens ar smėlio užterštumą, išbandė naujas technologijas, pavyzdžiui, vieni iš maisto atliekų pagamino bioetanolį, kiti tyrė vandenilio, gauto elektrolizuojant vandenį, panaudojimą automobilio degalų efektyvumui pagerinti, įvertino įvairių veiksnių poveikį aplinkai ir pasiūlė jos taršos sumažinimo būdų. Būsimi genetikai ir medikai tyrė, kaip būtų galima įvertinti susirgimo miokardo infarktu riziką, sumažinti vėžinių ląstelių gyvybingumą. Be mokslininkų pagalbos jaunieji tyrėjai neapsiėjo.

Susirinko geriausieji

Daug kam buvo įdomus žolinio preparato poveikis

Jaunasis ekspertas

Džiugu, kad mokslo ir studijų institucijos neatsisako padėti jauniesiems tyrėjams.

Konkursu domėjosi daug kas – apsilankė universitetų studentai (kai kurie jų – buvę konkurso dalyviai), atėjo Vilniaus pedagoginio universiteto, kur rengiami būsimieji jaunųjų tyrėjų darbų vadovai, dėstytojų. Dalyvių nuovargis, sukeltas darbų pristatymo ir išsamių aiškinimų, dingo, kai salėje nuo vieno stendo prie kito ėmė bėgioti patys rimčiausi jų vertintojai – Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centro būrelių jauniausieji nariai. Beje, jie patinkančius darbus atrinko greičiau negu komisija. Konkurso darbus vertino: dr. Audrius Bridžius (Fizikos institutas), prof. Vincas Būda (Vilniaus universitetas), dr. Aldona Jociutė (Valstybinis aplinkos sveikatos centras), dr. Elvyra Lazauskaitė (Lietuvos nacionalinis muziejus), dr. Rita Makarskaitė-Petkevičienė (Vilniaus pedagoginis universitetas), dr. Rolandas Meškys (Biochemijos institutas), Donatas Narbutis (Fizikos institutas), prof. Remigijus Noreika (Vilniaus pedagoginis universitetas), dr. Vytautas Oškinis (Vilniaus universiteto Ekologijos ir aplinkotyros centras), dr. Laimutė Salickaitė-Bunikienė (Drūkšių ekologinio ugdymo mokykla), prof. Vladas Vansevičius (Vilniaus universitetas).

Konkursas – tai ne tik proga pristatyti savo darbus, bet ir pasisemti naujos patirties ir žinių, išgirsti geranoriškos kritikos, kuri padeda tobulėti. Dalyvavimas šiame konkurse moko ne tik dirbti, planuoti tiriamąjį darbą, vertinti informaciją, bet ir bendradarbiauti su bendraamžiais, mokytojais, mokslininkais, įžvelgti aktualiausias problemas ir bandyti jas spręsti. Kitais metais laukiama dar daugiau jaunųjų tyrėjų darbų, galėsiančių konkuruoti su kitų šalių mokinių darbais.

Robotas kūrėjo rankose

Konkurso laureatai

LAUREATAI

Aistė Baleišytė „Elektroporacijos ir vaisto bleomicino sinergetinio poveikio pelių hepatomos bei pelių gliomos ląstelėms tyrimai *in vitro*“, Kauno technologijos universiteto gimnazija, 11 klasė; vadovas Gintautas Saulis, konsultantė Rita Pranevičiūtė.

Kamilė Banevičiūtė ir **Asta Zaveckaitė** „Ukmergės krašto laidotuvių giesmės“, Ukmergės „Šilo“ vidurinė mokykla, 11 klasė; vadovė Janė Juzėnienė.

Džiugas Meškelevičius ir **Dovilė Budzinskaitė** „Žolinės kilmės preparato tyrimas“, Vilniaus Užupio gimnazija, 12 klasė, Lietuvos jaunųjų gamtininkų centro neakivaizdinė jaunųjų biochemikų mokykla, Vilniaus Žirmūnų gimnazija, 10 klasė; vadovė Virginija Bukelskienė, konsultantė Daiva Baltriukienė.

Kamilė Plėšnytė ir **Vilgailė Vaitkutė** „Šeimos genealoginis genetinis medis pagal MMP-3 geno promotorinės srities-1171 mutaciją ir jos klinikinė reikšmė“, Vilniaus Žirmūnų gimnazija, 12 klasė; vadovė Giedrė Šinkūnaitė, konsultantė prof. habil. dr. Vaiva Lesauskaitė.

Einoras Ramonas „Belaidis povandeninių tyrimų aparatas“, Vilniaus Radvilų gimnazija, 12 klasė; vadovė Natalja Ramonienė.

PRIZININKAI

Ina Bagočiūtė ir **Dovilė Daukšytė** „AIDS – XXI a. rykštė“, Skuodo Pranciškaus Žadeikio gimnazija, 11 klasė; vadovė Irena Kondrotienė, konsultantas Zigmas Nagys.

Dalia Bartkevičiūtė „Vilnonių siūlų dažymas grybų dažais“, Varėnos „Ąžuolo“ vidurinė mokykla, 9 klasė; vadovė Jolanta Žilionienė.

Moisej Braver ir **Dominik Gurvič** „Šiltnamio efekto modeliavimas“, Vilniaus Šolomo Aleichemo vidurinė mokykla, 9 ir 10 klasė; vadovai Angelė Borodinienė ir Roman Voronovič.

Indrė Čeidaitė „Ar naudodamiesi soliariumų paslaugomis įvertiname pavojų savo sveikatai?“, Kėdainių „Atžalyno“ vidurinė mokykla, 11 klasė; vadovė Irena Ūsienė, konsultantė Danguolė Avižiuvienė.

Tadas Dijokas ir **Mindaugas Deksnys** „Bioetanolio gavyba ir panaudojimas vidaus degimo variklyje“, Utenos Adolfo Šapokos gimnazija, 12 klasė; vadovė Audronė Zarankienė.

Laura Girčytė ir **Medilė Jokubauskaitė** „Įvairių biotestavimo metodų naudojimas paviršinio vandens užterštumui įvertinti“, Palangos „Baltijos“ vidurinė mokykla, 8 klasė; vadovė Danguolė Baranauskienė.

Povilas Kavaliauskas „Musių ir kitų vabzdžių pernešamų infekcinių ligų tyrimas“, Kauno Vinco Kudirkos vidurinė mokykla, 9 klasė; vadovė Rasa Grigaitė, konsultantė Janina Maksimavičienė.

Žygimantas Kazanavičius „Mechanizuotas stalelis-vežimėlis“, Šiaulių jaunųjų technikų centras, 9 klasė; vadovas Jonas Vaičaitis, konsultantas dr. Kazys Kazanavičius.

Justina Kudžmaitė ir **Giedrė Sikorskytė** „Mokinių, jų tėvų ir mokytojų miego ypatumų sąsajos su gyvensena“, Panevėžio r. Smilgių vidurinė mokykla, 12 klasė; vadovė Almonė Šalkauskienė, konsultantas habil. dr. Giedrius Varoneckas.

Benas Linkevičius „Programuojamo autonominio roboto konstravimas“, Panevėžio r. Velžio gimnazija, 12 klasė; vadovė Edita Davidonytė.

Mantvydas Lopeta „Dusių (*Dytiscidae*) rūšinė įvairovė Kurtuvėnų regioniniame parke“, Šiaulių r. Bazilionų vidurinė mokykla, 11 klasė; vadovė Edita Lopetienė, konsultantas Romas Ferenca.

Mantas Paulauskas ir **Justinas Mitkus** „HHO technologijų panaudojimas automobilyje“, Kauno r. Mastaičių pagrindinė mokykla, 10 klasė; vadovas Edmundas Jauniškis, konsultantas dr. Kęstutis Morkus.

Inga Petkutė ir **Ieva Beleckaitė** „Gyvybė Visatoje“, Vilniaus Simono Daukanto vidurinė mokykla, 12 klasė; vadovė Alminutė Martūnienė, konsultantė Sonata Urbšienė.

Gabrielė Strazdaitė ir **Greta Skunčikaitė** „Obelėlė Pamario krašto žmonių papročiuose ir pasaulėjautoje“, Klaipėdos Simono Dacho vidurinė mokykla, 8 klasė; vadovė Jadvyga Albrektienė.

Gabrielė Marija Širmenytė „Vokiečių aviganio seilių fermentinio aktyvumo ir mikrobiologijos tyrimas“, Vilniaus Salomėjos Nėries gimnazija, 12 klasė, Lietuvos jaunųjų gamtininkų centro neakivaizdinė jaunųjų biochemikų mokykla; vadovė Elvyra Kilikevičienė.

Julija Taškūnaitė ir **Arnoldas Pikžirnis** „Mobiliojo ryšio vartojimo ypatumai mokyklinio amžiaus vaikų grupėse“, Kauno „Saulės“ gimnazija, 11 klasė; vadovė Sigita Dijokienė, konsultantė Justina Naujokaitienė.

Linda Valiulytė ir **Julija Mickutė** „Baltijos jūros paplūdimių ir kopų smėlio užterštumo įvertinimas įvairiais biotestavimo metodais“, Palangos „Baltijos“ vidurinė mokykla, 12 klasė; vadovė Danguolė Baranauskienė, konsultantas Gintvilas Baranauskas.

Motiejus Valiūnas „Žvaigždėdara Trikampio galaktikoje“, Lietuvos mokinių informavimo ir techninės kūrybos centras, 9 klasė; vadovė Aurelija Visockienė, konsultantė dr. Rima Stonkutė.

Živilė Veličkaitė ir **Karolina Zakarauskaitė** „Oro užterštumo tyrimai“, Kauno r. Kulautuvos vidurinė mokykla, 8 klasė; vadovė Kolomba Bulotienė, konsultantė Elena Zuziavičienė.

Laimėjimo džiaugsmas

Nugalėtojų pasveikinti atvyko Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos atstovai Algimantas Šimaitis ir Emilija Bugailiškienė

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Vasaros studijos Jovariškėse

Saulė Markevičiūtė, Dalia Ignatjeva

Ne taip seniai prasidėjęs projektas *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas* prieš prasidedant naujiems mokslo metams sukvietė jaunuosius tyrėjus į vasaros mokyklą. Tai buvo išskirtinė proga į mokslą linkusiems mokiniams, bandžiusiems ar dar tik ketinantiems daryti mokslinį darbą, įgyti naujos patirties. Geriausių šalies mokslininkų paskaitos, apsilankymai naujai įrengtose laboratorijose, praktinio darbo su prietaisais, kurių nėra mokyklose, patirtis leido praverti duris į mokslininkų pasaulį.

Tiksliai niekas nepasakys, kiek Lietuvos mokinių yra įsitraukę į mokslinę veiklą ar bent patyliukais apie ją svajoja. Bandžiusieji jėgas įvairiuose mokslo konkursuose netruko sužinoti apie Jaunųjų tyrėjų klubą, užsiregistruoti ir tapti jo nariais. Daugelis jų pareiškė norą patekti į Jaunųjų tyrėjų vasaros mokyklą, bet šįkart buvo tik penkiasdešimt vietų.

Jovariškės – nedidelis kaimelis Trakų rajone, kuriame rugpjūčio 10–23 d. buvo padaugėję gyventojų. Vaizdingą sodybą du kartus buvo užėmęs jaunųjų tyrėjų desantas, pasiruošęs aktyviai veikti. Čia jie klausėsi paskaitų ir leido laisvalaikį.

Vieniems mokiniams ši vasaros mokyklos sesija buvo proga pasidomėti, kas įdomaus vyksta kitur, kitiems galbūt rūpėjo apsispręsti, kokį tiriamąjį darbą iš tiesų norėtųsi daryti, tretiems – pabendrauti su bendraamžiais. Visų norai išsipildė: atvykę į mokyklą mokiniai turėjo progą ne tik daugiau sužinoti apie gamtos mokslus (fiziką, ekologiją, biochemiją, chemiją), bet ir užmegzti ryšius su jiems rūpimos mokslo srities specialistais bei susirasti draugų.

Abi dvidešimt penkių mokinių grupės dirbo ir gyveno panašiu ritmu. Prof. Vlado Vansevičiaus[1] supažindinti su projekto *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas* tikslais ir uždaviniais, o ypač atsiveriančiomis naujomis galimybėmis mokslinei veiklai plėtoti, mokyklos dalyviai stvėrė jautį už ragų jau pirmąją dieną. Nespėję vieni su kitais susipažinti ir kiek įsidrąsinti išklausė Gedimino Beresnevičiaus paskaitos „Kūrybinis mąstymas“. Kam rei-

[1] Vilniaus universiteto Astronomijos observatorijos vedėjas.

Konferencija, skirta pilkiesiems kiškiams

kėjo tokios paskaitos? O ar įmanoma nuo pradžios iki galo parengti puikų mokslo tiriamąjį darbą, jei nemoki kūrybiškai mąstyti ir vertinti situacijos? Taigi, buvo pravartu pasvarstyti, ar mąstome kūrybiškai. Įtaigūs lektoriaus žodžiai priminė: reikia vengti inertiško mąstymo, kiekvieną klausimą galima efektyviau išspręsti remiantis įvairiais kūrybos metodais ir priemonėmis. Norėdamas patikrinti mokinių kūrybiškumą lektorius skyrė komandines ir individualias užduotis.

Pirmoji vasaros mokyklos diena baigėsi juoko joga, kuri padėjo mokiniams atsikvėpti po įspūdžių ir emocijų kupinos dienos. Šiek tiek pailsėję jie spėjo ir su kitais mokyklos dalyviais susipažinti, o su pažįstamais pasišnekučiuoti.

Antrąją mokyklos dieną galima pavadinti paskaitų antradieniu. Keturios ilgos paskaitos buvo rimtas išbandymas jauniesiems tyrėjams. Ar pasiryžę jie tokiems sunkumams? Prieš apsilankant įvairiose laboratorijose buvo labai svarbu supažindinti mokinius su Lietuvos mokslininkų tyrimais ir jų svarba, mokslo galimybėmis mūsų šalyje. Žinoma, prieš darant tiriamąjį darbą pravartu žinoti, kokias užduotis reikia atlikti ne tik norint gauti gerus tyrimo rezultatus, bet ir tinkamai pateikti juos mokslo visuomenei. Paskaita keitė paskaitą: nespėji pamiršti kiškių, o štai jau lazeriai, Planko konstanta, vabzdžių atraktantai ir kulminacija – žinia apie milžinišką mikroorganizmų įvairovę ne tik Visatoje, bet ir mūsų organizme. Smagu!

O dabar, kad būtų truputį aiškiau. Pirmąją paskaitą „Mokslinio darbo planas“ skaitė dr. Ieva Šablevičiūtė. Kas jau žinojo, o kas dar ne, bet po šios paskaitos visiems pasidarė aišku, kad prieš tiriant reikia iškelti hipotezę, numatyti tikslus ir uždavinius, apžvelgti problemą, pasirinkti tyrimo metodus. O gauti rezultatai turi būti išsamiai pateikti ir aptarti. Atrodo, kad viskas paprasta, bet neilgai trukus buvo galima įsitikinti, ar pravertė kūrybinio mąstymo paskaita ir apie mokslinį darbą pateikta informacija. Į komandas pasidaliję jaunieji tyrėjai iki sesijos pabaigos (per kelias dienas, o tiksliau per laiką, likusį po visų paskaitų ir apsilankymų mokslinėse laboratorijose) turėjo parengti mokslinį darbą „Ar papildomas maitinimas žiemą turi įtakos pilkųjų kiškių masei pavasarį?“ Žinoma, darbas turėjo būti atliktas tik teoriškai, bet kruopščiai apgalvotas nuo pradžios iki galo, numatant visus tyrimo sunkumus. O savo sumanymus komandos turėjo atskleisti tik paskutinę mokyklos dieną per surengtą konferenciją.

Paskaitų dieną į Jovariškes atvyko prof. Vytautas Balevičius[2]. Jis papasakojo apie Vilniaus universiteto Fizikos fakultetą, apžvelgė pagrindinius fakulteto mokslininkų atliekamus tyrimus ir pakvietė mokinius atvykti praktinių darbų. Nuo fizikos atitrūkti padėjo prof. Vinco Būdos[3] paskaita apie cheminę ekologiją ir dr. Rolando Meškio[4] pasakojimas apie ne visiems girdėtus mikroorganizmus ekstremofilus ir ląsteles.

Paskaitų klausytis buvo įdomu, bet ne mažiau rūpėjo pasižiūrėti, kaip dirba mokslininkai, kaip jie tiria ir ką „slepia“ savo laboratorijose. Prasidėjo išvykų į mokslo institutus ir laboratorijas dienos. Kiekviena lankymosi laboratorijose diena buvo skirta vis kitai mokslo sričiai.

Su Botanikos institutu supažindino jo direktorius dr. Valerijus Rašomavičius, pasakodamas apie šios mokslo įstaigos fundamentinius ir taikomuosius botanikos, mikologijos ir mikrobiologijos tyrimus. Mokiniai pamatė ir sudžiovintus kelių šimtmečių senumo augalus. Institutas įsikūręs Verkių architektūrinio ansamblio pastatuose, tad buvo puiki proga pasigrožėti šiais rūmais.

Vėliau prof. Vincas Būda jaunuosius tyrėjus pasitiko Vilniaus universiteto Ekologijos institute. Čia jie buvo ne tik supažindinti su šios mokslo įstaigos veikla, bet ir apsilankė laboratorijose (cheminės ekologijos ir elgsenos, molekulinės ekologijos, parazitologijos, entomologijos laboratorijose bei vabzdžių evoliucinės ekologijos, geoinformacinių sistemų grupėje), kuriose patys galėjo padirbėti su įvairiais prietaisais. Informacijos buvo daug ir apie daug ką: apie vabzdžių elgseną (dr. Eduardas Budrys), šiuolaikinius geoinformatikos metodus (dr. Mindaugas Dagys). Mokiniai pamatė instituto vabzdžių kolekcijas, patyrinėjo kai kuriuos objektus pro mikroskopą, sužinojo, kaip ekologai tyrimams naudoja chromatografinę analizę.

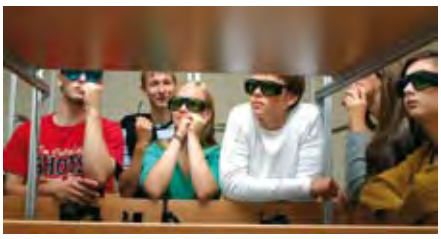
Vandens ekosistemų skyriuje mokyklos dalyviai išgirdo apie lašišų įveisimo Lietuvos vandenyse perspektyvas, kaip nustatoma, ar žuvys užkrėstos įvairiomis cheminėmis medžiagomis, ir apie medicininių dėlių panaudojimą įvairioms ligoms gydyti. Vienas jaunasis tyrėjas savo tikslams (greičiausiai savigydai ☺) panoro dėlės. Deja, dovana išgyveno tik dieną. Tai buvo gera pamoka: kiekvienam gyviui būtinos tinkamos gyvenimo sąlygos... Iš esmės ekologai tomis sąlygomis ir rūpinasi. O kad veikti ekologijos srityje yra ką, mokiniai matė palydovinėse nuotraukose stebėdami kintantį Lietuvos vaizdą ir sužinojo apie ekologinį monitoringą.

---

[2] Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto dekanas.

[3] Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto profesorius, Ekologijos instituto Cheminės ekologijos ir elgsenos laboratorijos vedėjas.

[4] Biochemijos instituto Molekulinės mikrobiologijos ir biotechnologijos skyriaus vedėjas.



Kupini įspūdžių buvo ir praktiniai mokymai Fizikos fakulteto bendrosios fizikos ir spektroskopijos katedros laboratorijose (dr. Justinas Čeponkus), kur mokiniai susipažino su infraraudonosios spektrometrijos principais, tyrinėjo spektrus, stebėjo, kaip jie kinta nuo iškvepiamo oro. Čia jie galėjo nustatyti ir konkretaus mėginio sudėtį. Prof. Vytautas Balevičius paaiškino, kaip išmatuoti kompaktinių diskų (CD ir DVD) takelius. Įdomu buvo patikrinti savo akinių stiklų kokybę. Jaunieji tyrėjai susidomėjo ir superkompiuterio galimybėmis. O praktiniai mokymai Lazerinių tyrimų centre, kuriems vadovavo prof. Valdas Sirutkaitis ir talkino studentai, jaunuosius tyrėjus ypač sudomino. Profesorius papasakojo Lietuvos lazerinių tyrimų istoriją nuo pradžių pradžios, supažindino su lazerių veikimo pagrindais, lazerio spinduliuotės savybėmis. Išklausę darbo saugos reikalavimus, mokiniai galėjo padirbėti patys, sužinojo, kaip sukuriami vaizdai ant metalo ar plastiko paviršiaus lazerinio ženklinimo būdu, kaip ženklintas paviršius tiriamas mikroskopu ir profilometru.

Jaunuosius tyrėjus globojusios vadovės iš Lietuvos jaunųjų gamtininkų centro Stasė Mameniškienė ir Irena Rimkutė jau pirmąją sesijos dieną visus paragino aprašyti savo įspūdžius. Apie viešnagę Biochemijos institute išlikęs toks rašytinis šaltinis. „Pirmiausia apsilankėme molekulinės biologijos laboratorijoje. Ten mes pabandėme išskirti plazmidžių DNR iš *Escherichia coli* bakterijų. Išmokome naudotis dozatoriais, centrifuga, maišykle. Džiaugiamės, kad visiems pavyko išskirti DNR. Atminimui gavome bandymo rezultatų nuotrauką. Mums parodė žaliai fluorescuojančiu baltymu nudažytas bakterijų kolonijas, ir patys turėjome galimybę Petri lėkštelėse pasėti bakterijų. (...) Išklausėme paskaitą apie ląstelių žūtį ir sužinojome, kad tam tikrais žaliais dažais nudažytos gyvos ląstelės apoptozės metu įgauna oranžinę spalvą ir grūdėtą struktūrą. Visa tai stebėjome pro mikroskopą.“ Daug įspūdžių paliko ir Biochemijos instituto vivariumas. Daugelis buvo girdėję apie laboratorinius gyvūnus, bet juos pamatyti ir išgirsti apie jų priežiūrą ir kaip su jais atliekami tyrimai buvo labai įdomu. Pirmiausia vivariumo darbuotojos papasakojo, kaip tinkamai elgtis su laboratoriniais triušiais, pelėmis, o tada leido juos paimti į rankas.

Tyrimai Vilniuje ir paskaitos Jovariškėse

Laboratorijose

Laisvalaikio akimirkos

Paskutinę mokymosi dieną, šeštadienį, sesijos dalyviai vėl susitiko su lektoriumi Gediminu Beresnevičiumi. Buvo pats laikas aptarti, kaip pavyko išspręsti uždavinius, kokie minties blyksniai aplankė tyrėjus. Vėliau prasidėjo konferencija, per kurią jaunųjų tyrėjų komandos pristatė parengtus mokslinius darbus apie kiškių maitinimą. Nors darbas komandinis, turbūt sunkiausia buvo darbą pristatančiam komandos nariui. Jam teko atsakyti ir į komisijos narių, ir į konkurentų klausimus. Kova buvo atkakli, nes jos laimėtojų laukė prizas – kelionė į Helsinkio mokslo muziejų. Taigi ateinantį pavasarį dvidešimt Jaunųjų tyrėjų vasaros mokyklos dalyvių keliaus į Suomiją.

Štai taip ir prabėgo dienos. Be valandų, skirtų artimesnei pažinčiai su mokslu, mokyklos dalyviai spėjo apsilankyti ir Vilniaus senamiestyje. Paskutinį vakarą vyko mokinių išleistuvės, prasidėjusios dešrelių kepimu sode. Kas spietėsi prie ugnies, dalijosi savaitės įspūdžiais, o kas mąstė apie kelionę namo...

Išlikęs ne visas dienoraštis. Gal kur sakome netiesą? Rašytinis dokumentas byloja: „Džiaugiuosi, kad atvykau į šią sesiją, susipažinau su protingais ir linksmais žmonėmis, įgijau patirties.“ Save atpažinti turėtų ir dėlės globėjas, ir šuolininkas į baseiną (aplinkinių džiaugsmui demonstravęs Archimedo dėsnį) – ir patvirtinti, kad taip viskas buvo iš tiesų.

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Jaunųjų tyrėjų sostinė Paryžius 2009

Ieva Šablevičiūtė

Praėjusį rudenį, rugsėjo 10–16 dienomis, Prancūzijos sostinėje Paryžiuje vyko 21-asis Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkursas (ES JMK). Septynias dienas 135 dalyviai iš 39 šalių praleido svarbiausiame Europos jaunųjų mokslininkų renginyje, vykusiame įspūdinguose Atradimų rūmuose (*Palais de la découverte*). Nors tik kai kurie konkurso dalyviai išvyko namo apdovanoti prizais, bet patirties pasisėmė ir daugybę įspūdžių išsivežė visi.

Atradimų rūmų vestibiulis

Rigondos Skorulskienės nuotrauka

Nuo 1989 metų į vieną iš Europos miestų kasmet susirenka geriausi Europos šalių jaunieji tyrėjai, nugalėję ES JMK nacionaliniuose etapuose. Kartu su jais konkurse dalyvauja ir iš kitų kraštų atvykę tyrėjai. Savo mokslinių tyrimų rezultatus jie pateikia stendiniais pranešimais, todėl labai svarbu stendus padaryti aiškius, vaizdžius ir įdomius. Dar svarbiau – gerai suprasti, ką ir kodėl tyrei, kokius rezultatus gavai ir kokia jų reikšmė. Be to, reikia mokėti visa tai paaiškinti – ir tos mokslo srities specialistams, ir į mokslus labai neįsigilinusiems konkurso svečiams.

Rimtoji renginio dalis – tiriamųjų darbų stendų paroda, vertinimo komisijos, žiūrovų lankymasis. Visą darbo dieną, išskyrus pietų pertrauką, reikėjo praleisti prie savo stendo – ką gali žinoti, kada prie tavęs prieis komisijos narys ar sustos susidomėjęs žiūrovas. Ne tokia ir paprasta tai užduotis, ypač kai darbo autorius tik vienas. Stypsai, lauki, lengvas nerimas ima, pagaliau ir kitų poreikių atsiranda... Iš tolimiausių šalių atvykusiems konkurso dalyviams buvo dar sudėtingiau – pavyzdžiui, laiko skirtumas tarp Europos ir Jungtinių Amerikos Valstijų dieną Paryžiuje vertė naktimi ir keliems dalyviams teko įsijungti „naktinio budėjimo“ režimą. Be to, juk norisi ir kolegų stendus pamatyti, apie jų atliktus mokslinius darbus paklausinėti. O paganyti akis buvo į ką – konkursui pateikti net 87 įvairių mokslo sričių darbai! Norint juos visus aplankyti reikia mažiausiai dienos... Anglų kalba – konkurse pagrindinė, todėl darbų pristatymai, diskusijos ir pokalbiai su kitais dalyviais vyko šia, daugumai ne gimtąja, kalba. Nors kartais rasti tinkamą žodį ar sakinį būdavo nelengva, visus neaiškumus pavykdavo išsiaiškinti šypsenomis ir gestais. Tarp stendų su moksliniais darbais sukiojosi įvairių Europos šalių žurnalistų, dažnai ne tik fotoaparatu, bet ir filmavimo kamera įamžinančių renginio dalyvius.

Lietuvai konkurse atstovavo pavasarį Vilniuje vykusio ES JMK nacionalinio etapo laureatai. Du iš jų – medicinos sekcijoje. Darbą „Šeimos genealoginis genetinis medis pagal MMP-3 geno promotorinės srities-1171 mutaciją ir jos klinikinė reikšmė“ pristatė Kamilė Plėšnytė ir Vilgailė Vaitkutė, dabar jau Kauno medicinos universiteto (KMU) medicinos specialybės pirmakursės. Savo darbe merginos tyrė ypatingą alelį ir nustatė, kad jis didina riziką susirgti miokardo infarktu.

Apie žolinės kilmės preparato tyrimą pasakojo KMU pirmakursis Džiugas Meškelevičius ir Vilniaus Žirmūnų gimnazijos vienuoliktokė Dovilė Budzinskaitė. Tibeto medicinos preparato poveikį navikinėms ir sveikoms ląstelėms tyrę mokiniai nustatė, kad kai kurios jo sudedamosios dalys gali būti naudojamos smegenų vėžiui gydyti. Inžinerijos sekcijoje belaidį povandeninių tyrimų aparatą ir jo galimybes demonstravo Einoras Ramonas, šį rudenį pradėjęs

ES JMK nacionalinis etapas: *www.njmk.smm.lt*
ES JMK 2009: *www.eucys09.fr*
Europos komisijos ES JMK svetainė: *http://ec.europa.eu/research/youngscientists*

mechanikos inžinerijos studijas Vilniaus Gedimino technikos universitete. Einoras trejus metus konstravo nuotoliniu būdu valdomą povandeninį laivą, galintį filmuoti, rinkti vandens mėginius ir atlikti kitus vandens telkinių mokslinius tyrimus.

Be Lietuvai atstovaujančių ES JMK nacionalinio etapo nugalėtojų, į Paryžių kelioms dienoms vyko dar viena Lietuvos „rinktinė“: penki mokytojai ir penki jaunieji tyrėjai. Jie keliavo pasisemti patirties (juk visai gali būti, kad jau kitais metais teks dalyvauti tokiame konkurse ne žiūrovų teisėmis), susipažinti su konkurso atmosfera, pateikiamų darbų lygiu ir, žinoma, palaikyti konkurso dalyvių lietuvių. Atradimų rūmuose sutikti Lietuvos atstovai kolegoms papasakojo pirmuosius konkurso įspūdžius. Ypač pabrėžė vertinimo komisijos narių apsilankymus. Visi atkreipė dėmesį, kad komisijos nariai yra smulkiai išnagrinėję vertinamus darbus, pateikia daug labai specifinių ir tikslių klausimų ir laukia protingų atsakymų. „Svarbiausia nebijoti kalbėti ir nepamiršti, kad kai kurie komisijos nariai gana prastai šneka anglų kalba. Jei jūs ko nors nesuprasite, reikia drąsiai prašyti pakartoti klausimą“, – sako Einoras Ramonas. Po kiekvieno susitikimo su vertintojais dalyviai iškart imdavo dalytis pokalbio įspūdžiais ir skaičiuoti, kiek komisijos narių pas kurį jau apsilankė. „Tarp žiūrovų pasitaikydavo žmonių iš labai rimtų organizacijų, pavyzdžiui, Europos branduolinių tyrimų centro (CERN). Jie dažniausiai iš pradžių kalbindavo, o tik paskui pasisakydavo, iš kur esą, todėl bendraujant su žiūrovais reikia neprarasti takto ir mokslinio kalbos stiliaus, bet surūgusia mina pilti formulių taip pat nereikia“, – tęsia Einoras.

17 vertinimo komisijos narių, susirinkusių iš skirtingų Europos šalių, veiklos turėjo per akis: perskaityti darbus, pakamantinėti jų autorius ir svarbiausia – visus darbus įvertinti. Tai rimta ir atsakinga užduotis, nes ES JMK skiriama po tris pirmąsias, antrąsias ir trečiąsias vietas, tačiau tai – ne vieninteliai apdovanojimai. Kartais net sunku pasakyti, ką geriau laimėti – pagrindinį ar paskatinamąjį prizą. Šiemet kai kurie jaunieji mokslininkai buvo pakviesti apsilankyti Nobelio premijų įteikimo ceremonijoje, susitikti su šios premijos laureatais ir dalyvauti įvairiuose Tarptautinio jaunimo mokslo seminaro Stokholme (*Stockholm International Youth Science Seminar* 2009) renginiuose. Kitiems buvo suteikta galimybė dvi savaites praleisti Tarptautiniame jaunimo mokslo forume Londone (*London International Youth Science Forum* 2010). Be šių įspūdingų prizų, yra dar 25 įvairūs apdovanojimai, suteikiantys galimybę savaitę svečiuotis pasaulinės reikšmės laboratorijose, pavyzdžiui, Europos kosmoso agentūroje (ESA) ar Europos molekulinės biologijos laboratorijoje (EMBL). Šiemet pirmąsias tris vietas ES JMK laimėjo: moksleiviai iš Airijos, sukūrę lengvai pritaikomą metodą somatinių ląstelių skaičiui piene nustatyti, Šveicarijos jaunieji mokslininkai už lėktuvo su atgaline eiga sukonstravimą ir Lenkijos atstovai, tyrę spiralinių zoninių plokštelių savybes. Lietuvos atstovai šį kartą apdovanojimų nepelnė, bet konkurse sukauptos patirties ir žinių neatstos jokie prizai.

Kaip kartais įvyksta didelio renginio metu, įvairių netikėtumų pasitaikė ir čia, o iš susidariusios padėties dalyviams teko suktis įvairiais būdais. „Atvykus paaiškėjo, kad stendų dydžiai skyrėsi nuo tų, kurie buvo nurodyti internete, mūsų pasidaryti plakatai netiko... Teko griebtis žirklių, bet, deja, man jos nepadėjo – patrumpinti plakatų negalėjau, nes būčiau nukirpęs ir teksto dalį. Teko pateikti darbą užlenktais plakatų kampais“, – pasakoja Einoras Ramonas. Kiekvienos šalies delegacija turėjo po padėjėją – vietinį studentą, kuris rūpinosi jos narių informavimu, kelionėmis ir laisvalaikiu. Lietuvius kelionėje į konkursą ar iš jo, taip pat vakarinėse klajonėse po Paryžių lydėjo studentas Kevinas. Jis pats nebuvo paryžietis ir, pasak Einoro, „keli pasiklydimai ir bėgiojimas po metro stotis buvo garantuoti, bet dėl to tikrai nesiskundžiu – juk nuotykiai visada įdomu.“

Palaikymo komanda prie Einoro stendo

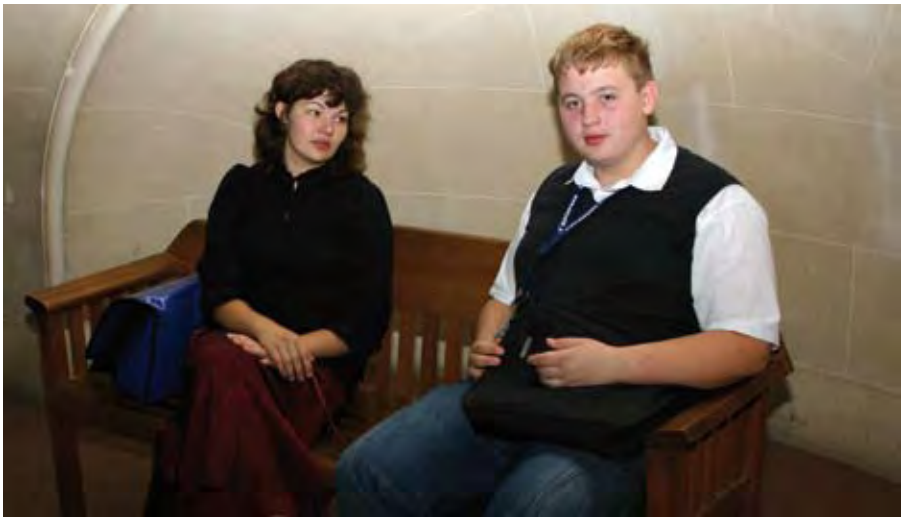
Dovilė ir Vilgailė

Dovilė ir Džiugas laukia komisijos

Kiekvieną konkurso dieną likdavo šiek tiek laiko ir pramogoms. Po šešių valandų, praleistų prie stendų, kartais norėjosi tik miegoti, bet būti Paryžiuje ir jo nepamatyti, sutikite, nedovanotina! Tad konkurso dalyviai plaukė Senos upe, vakarieniavo Eifelio bokšto restorane, lankėsi Mokslų ir pramonės muziejuje (*Cité des Sciences et de l'Industrie*), diskutavo su mokslininkais, kai kas rado laiko paklaidžioti ir po Monmartrą... Paskutinį vakarą, po apdovanojimų ceremonijos, visų laukė pokylis bei atsisveikinimas su Paryžiumi ir čia sutiktais kolegomis.

„Būsimiems konkurso dalyviams pirmiausia patarčiau nevažiuoti vien tik dėl prizų – gali tekti labai nusivilti. Svarbiausia pabendrauti su kolegomis ir tiesiog gerai leisti laiką. Taip pat nebijokite komisijos, jos nariai su jumis kalbėsis kaip su sau lygiais, išklausys jūsų nuomonę ir duos daug patarimų, – jei nesusijusių su darbu, tai bent su gyvenimu", – pataria Einoras. Jo nuomone, ES JMK įvertinimą labiausiai lemia ne stendinis pranešimas, o darbo aprašas, todėl jam reikėtų skirti daugiausiai dėmesio. „Ir paskutinis, bet ne mažiau svarbus patarimas: plakatus darykitės mažesnius, nei nurodyta internete. Arba vežkitės žirkles – jų gali prireikti. O jei jau vešitės žirkles – tai iš patirties galiu pasakyti – niekam jų neskolinkite!" – juokiasi Einoras.

2010 metais Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso dalyvius kvies jau kitas Europos miestas – Portugalijos sostinė Lisabona. Ką gali žinoti, gal ten keliausi tu?



Jaunieji tyrėjai ir mokytojai Paryžiuje

Poilsio valandėlė (Kamilė ir Povilas)

Paryžiaus panorama

JAUNOJO TYRĖJO NUOTRAUKOS

Pasižymėk kalendoriuje

Jauti, kad stinga žinių įvairiems reiškiniams suprasti? O gal jau esi pasiruošęs ką nors tirti, bet rūpi pasitikrinti savo mokslinio darbo idėją, sužinoti, ar verta ją įgyvendinti ir kaip tai padaryti? Jei neduoda ramybės tokios ar panašios mintys, neprašáusi sekdamas šio skyrelio informaciją apie renginius, kurie VYKO, VYKSTA ir dar VYKS. Tikimės susitikti!

VYKO

2009 metų balandžio pradžioje prasidėjo projektas *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas*. Pirmasis jo renginys ***Jaunųjų tyrėjų vasaros mokykla*** vyko rugpjūčio mėnesį. Dvi grupės po 25 jaunuosius tyrėjus per pirmąsias mokyklos sesijas išklausė Vilniaus universiteto profesorių ir kitų lektorių paskaitų, pabuvojo Botanikos, Biochemijos, VU Ekologijos institutų ir VU Fizikos fakulteto laboratorijose. Plačiau apie šią vasaros mokyklą skaitykite straipsnyje „Vasaros studijos Jovariškėse“.

Gruodį ***Eruditų turnyre*** dalyvavo 8–10 klasių bendrojo lavinimo mokyklų mokiniai ir jų mokytojai. Komandoms teko įveikti ne pačias paprasčiausias užduotis (pavyzdžiui, atlikti virtualų mokslinį eksperimentą kokia nors tema, paaiškinti, kaip tyrimų duomenyse nepražiopsoti Nobelio premijos verto atradimo ir pan.). Turnyre varžėsi 14 komandų. Po įtemptos kovos paaiškėję nugalėtojai buvo apdovanoti.

Prieš pat Kalėdas klegėjo ***Idėjų mugė***. Šiuo renginiu buvo siekiama suburti draugėn mokinius su novatoriškais darbais ir idėjomis, paskatinti juos neapleisti mokslinio darbo ištisus metus ir geriau pasirengti Europos Sąjungos jaunųjų mokslininkų konkurso nacionaliniam etapui. Nuo šio konkurso *Idėjų mugė* skiriasi tuo, kad jaunasis tyrėjas čia galėjo pristatyti net ir neužbaigtą tiriamąjį darbą, t. y. tik darbo idėją ir numatytus būdus jai įgyvendinti. Darbo idėjas dalyviai pateikė stendiniuose pranešimuose. Jie turėjo suformuluoti darbo tikslą (informacija apie planuojamą ir/arba vykdomą tyrimą), iškelti mokslinę hipotezę, aptarti darbo metodiką, pateikti tyrimų rezultatus (jei jau tokių yra). Pagrindiniai siekiai – idėjos originalumas, numatomų taikyti tyrimo metodų bei rezultatų analizės moksliškumas ir naujumas. Nespėjusieji į artimiausią *Idėjų mugę*, neprasnauskite kitos, kuri vyks po ES jaunųjų mokslininkų konkurso.

VYKS

2010 m. vasarį vyks ir renginys ***Mano žvilgsnis į supantį pasaulį*** – dar vienas mokslo tiriamųjų darbų konkursas, kur netikėtos mintys, bręstančios ir galbūt greitai virsiančios tikrove idėjos nelieka nepastebėtos. Dalyvauja visi, kurie tik nori, – nuo pirmoko iki dvylikto – ir turi ką parodyti: gali pateikti įvairių gamtos tyrimų, stebėjimų duomenų, praktinių darbų, aprašymų, pačių pagamintų vaizdinių priemonių, prietaisų ir kt.

Visi *Jaunųjų tyrėjų klubo* nariai bus pakviesti į ***Mokslo kalvę***. Geležį kalti reikia karštą, tad jei toptelėjo mintis – čiupk ją ir nepaleisk. Šioje kalvėje mėginsime užgrūdinti įvairių mokslo sričių sandūroje gimusias mintis (jos, pavyzdžiui, gali kilti iš gamtos ir technologijų mokslų jungties su humanitariniais ir socialiniais mokslais, įvairiais menais ir kt.) ir nukalti gero meistro vertus darbus. Visus prašom į varžytuves. *Mokslo kalvė* veiks visą dieną, bus pristatomi sukurti darbai, apdovanojami geriausieji kalviai ir pameistriai.

2010 pavasarį jūsų laukia ***ES jaunųjų mokslininkų konkurso nacionalinio etapo*** renginiai (apie 2009 vykusį konkursą skaitykite straipsnyje „Susirinko geriausieji“).

JAUNŲJŲ TYRĖJŲ NUOTRAUKOS

Kuo mito mūsų protėviai akmens

Rimantas Jankauskas

Netinkama mityba dažnai laikoma daugelio civilizacijos ligų, pavyzdžiui, aterosklerozės, cukrinio diabeto, viena iš pagrindinių priežasčių. Žmones apsėda įvairių dietų manijos, kurios ateina ir praeina. Viena tokių, bent jau Skandinavijoje, madingų dietų yra „akmens amžiaus" dieta. Jos propaguotojai tvirtina, kad ilgiausiai žmonija gyveno akmens amžiuje, todėl prisitaikė maitintis natūraliais gamtos produktais, t. y. liesa mėsa, žuvimi, vaisiais ir daržovėmis, šakniavaisiais, riešutais. Manoma, vėliau kartu su žemdirbyste atsiradę miltų ir pieno produktai, taip pat druska, cukrus, riebalai kalti dėl minėtų civilizacijos ligų atsiradimo.

Mantvydo Lopetos nuotrauka

Ar gali šiuolaikinis mokslas nustatyti, kuo mito protėviai? Apie žmonių gyvenimą seniausiais laikais, apie kuriuos nėra rašytinių šaltinių, galima sužinoti tiriant ir dabar akmens amžiui artimomis sąlygomis gyvenančias bendruomenes. Duomenų apie tai teikia etnografija (sužinoma apie materialinę ir dvasinę tautų kultūrą) ir kultūrinė antropologija (sužinoma apie žmonijos kultūrų įvairovę), taip pat archeologija, nagrinėjanti gyvenimą praeityje pagal išlikusius materialinės kultūros pėdsakus. Deja, tokie tyrinėjimai dažniausiai negali išsamiai atsakyti į klausimus apie mūsų protėvių mitybą.

Akmens amžius Baltijos kraštuose apima ilgą laikotarpį nuo paskutiniojo ledynmečio pabaigos. Jis skirstomas į paleolitą (pabaiga maždaug prieš 12 tūkst. metų), mezolitą (prieš 8–12 tūkst. metų), kai žmonės vertėsi medžiokle, žvejyba ir augalinio maisto rinkimu, ankstyvąjį ir vidurinįjį neolitą (prieš 5–8 tūkst. metų), kai jau buvo plačiai naudojama keramika ir atsirado žemdirbystės užuomazgų, ir vėlyvąjį neolitą (prieš 4–5 tūkst. metų), kai palengva įsigalėjo gyvulininkystė ir žemdirbystė (Girininkas 2009). Per tą laiką kito klimatas, augmenija ir gyvūnija, todėl keitėsi ir maisto ištekliai.

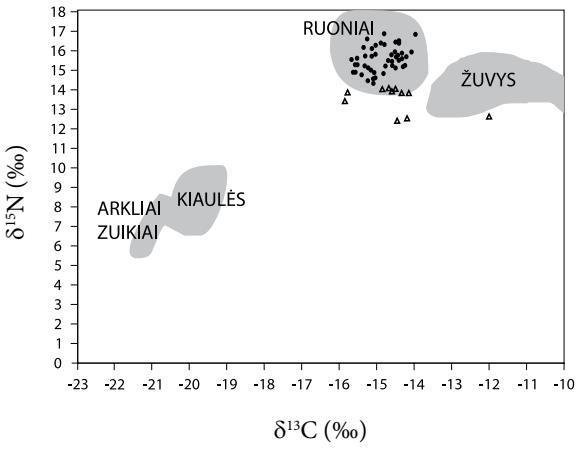
Iš įprastinių archeologinių tyrimų duomenų gaunama netiesioginių žinių apie žmonių mitybą. Botaniniai tyrimai (Rimantienė 1996) liudija, kad žmonės galėjo misti uogomis, grybais, vaisiais, gilėmis, lazdynų riešutais, agarais, paparčių šaknimis, arkliarūgščių sėklomis, baltosiomis vandens lelijomis, geltonųjų vandens lelijų šaknimis, purienomis, papliauškomis, dumblialaiškiais, bėžiais, švendrais ir netgi tokiais augalais, kurie dabar priskiriami piktžolėms, pavyzdžiui, balandomis, dilgėlėmis, daržinėmis žliūgėmis. Tyrinėtų akmens amžiaus gyvenviečių kultūriniuose sluoksniuose[1] rasta medžiojamų gyvūnų (šernų, briedžių, taurųjų elnių, kiaunių, bebrų, taurų, stirnų), žuvų (lydekų, ešerių, starkių, šamų, karšių, lynų), paukščių (narų, kelių rūšių ančių, pilkųjų žąsų, didžiųjų dančiasnapių, jūrinių erelių, gulbių giesmininkių) kaulų liekanų. Manoma, šiuos gyvūnus gyventojai galėjo vartoti maistui. Jie taip pat rinko moliuskus, Baltijos jūros pakrantėje medžiojo ruonius. O vėlyvojo neolito gyvenviečių sluoksniuose pagausėjo naminių gyvulių liekanų (Daugnora, Girininkas 1996).

Tiesioginių duomenų apie praeities gyventojų mitybą gauta ištyrus žmonių kaulus ir dantis stabiliųjų izotopų metodu. Yra

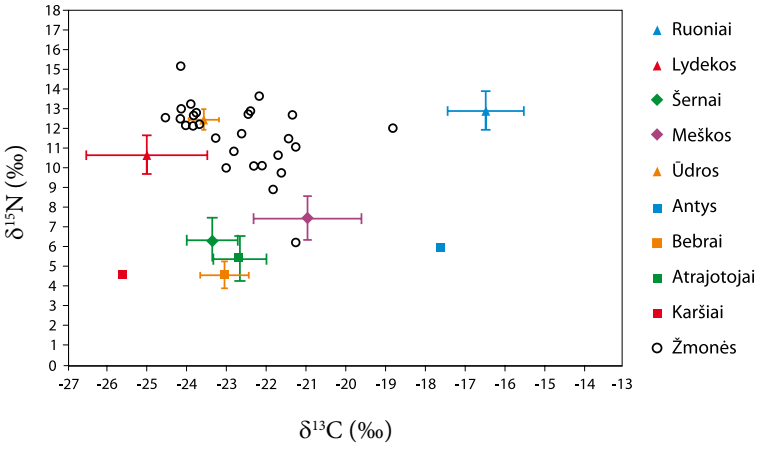
[1] Žmonių veiklos pėdsakai (pastatų, įrankių, maisto, atliekų ir t. t.), likę kadaise buvusios gyvenvietės vietoje.

amžiuje?

Apie akmens amžių: *www.lad.if.vu.lt/akmens_amzius.htm*



1 pav. Žmonių (žymima taškais) ir šunų (žymima trikampiais) kaulų iš Vesterbjerso vietovės (Švedija) stabiliųjų izotopų tyrimų rezultatų palyginimas su kitų gyvūnų tyrimų rezultatais. Šių tyrimų duomenimis, to meto žmonių mityba buvo panašiausia į ruonių (parengta pagal Eriksson 2004).



2 pav. Latvijos Zveiniekų akmens amžiaus kapinyno žmonių ir gyvenvietėje buvusių gyvūnų kaulų tyrimų rezultatai. Pagal stabiliųjų izotopų tyrimų rezultatus nustatyta, kad žmonių ir ūdrų mityba buvo panašiausia (parengta pagal Eriksson 2003).

dešimt cheminių elementų, turinčių bent jau po du stabilius (neradioaktyvius) izotopus, kurie gali suteikti žinių apie mitybą. Du iš jų – anglis ir azotas – yra labai svarbūs praeities žmonių ir kitų gyvūnų dietoms atkurti. Anglies stabiliojo izotopo tyrimais[2] galima nustatyti sausumos augalų tipus, iš kur (pavyzdžiui, jūrų, gėlavandenių telkinių ar sausumos) kilę maisto produktai, taip pat spėti apie organizmo vietą mitybos grandinėje. Vykstant fotosintezei augalai skirtingai asimiliuoja atmosferoje esantį anglies dioksidą. Pagal tai jie skirstomi į C_3 (CO_2 tiesiogiai įjungiamas į medžiagas, kurių molekulės turi tris anglies atomus) ir C_4 augalus (CO_2 asimiliuojamas susidarant keturis anglies atomus turinčiai molekulei). Nevienodai anglies dioksidą asimiliuojančių augalų lapų sandara yra skirtinga, be to, vieni mėgsta drėgmę ir šilumą, o kiti atvirkščiai. Anglies izotopų ^{13}C ir ^{12}C santykis C_4 ir C_3 augaluose nevienodas: C_4 augaluose jis yra truputį didesnis (nuo –14 ‰ iki –9 ‰), C_3 augaluose – mažesnis (nuo –35 ‰ iki –20 ‰), todėl pagal žmogaus kauluose rastų anglies stabiliųjų izotopų santykį galima nuspėti, kokiais augalais mito senieji gyventojai. Jūros vandenyje $\delta^{13}C$ yra maždaug 0 ‰ (standartu laikoma jūros fosilija *Belemnitella* iš *Pee Dee* geologinio sluoksnio Pietų Karolinoje (JAV); vad. PDB), ore –7 ‰, tai reiškia, kad sausumos maistu mintančių gyvūnų ir žmonių $\delta^{13}C$ vertė neigiamesnė. Azoto stabiliojo izotopo tyrimais galima nustatyti organizmo vietą paprastoje trijų dalių mitybos grandinėje (augalėdis, visaėdis, mėsėdis), atskirti sausumos ir vandens maisto išteklius ir kt. (1 pav.). Kylant aukštyn mitybos grandine $\delta^{15}N$ vertė padidėja maždaug 2–4 ‰. Žemiausiam mitybos grandinės lygmeniui priklausančių fotosintetinančių augalų $\delta^{15}N$ vertė yra apie 3 ‰ (oro, kaip standarto, $\delta^{15}N$ vertė prilyginama 0 ‰), tuos augalus vartojančių gyvūnų $\delta^{15}N$ vertė 3 ‰ didesnė, o šiais gyvūnais mintančių kitų gyvūnų $\delta^{15}N$ vertė dar 3 ‰ didesnė ir t.t. Jūros augalų $\delta^{15}N$ vertė didesnė už sausumos augalų, nes jie azotą gauna iš vandenyje ištirpusių nitratų, o vandenyje gyvenančių gyvūnų $\delta^{15}N$ vertė didesnė už sausumos.

Lietuvos ir Latvijos akmens amžiaus žmonių ir gyvūnų kaulų tyrimai atskleidė (2 pav., Antanaitis-Jacobs et al. 2010), kad viso mezolito, ankstyvojo ir viduriniojo neolito laikotarpiu Baltijos kraštuose žmonės daugiausia mito gėlavandenėmis žuvimis. Tik neolito pabaigoje virvelinės keramikos ir laivinių kovos kirvių kultūros žmonės (manoma, indoeuropiečių protėviai), siejami su gyvulininkystės plėtra, perėjo prie sausumos kilmės maisto.

Šie tyrimai rodo, kad ir akmens amžiuje ne visi mito vienodai: patys seniausi gyventojai, įsikūrę ežerų ir upių pakrantėse, daugiausia maitinosi žuvimi, bet jau prieš keturis tūkstančius metų žmonės ėmė daugiau vartoti sausumos kilmės maistą, pavyzdžiui, naminių gyvulių mėsą. Manoma, šie žmonės galėjo būti tiesioginiai mūsų protėviai.

Literatūra

Antanaitis-Jacobs I., Richards M., Daugnora L., Jankauskas R., Ogrinc N. 2010, Diet in Early East Baltic prehistory and the new Lithuanian stable isotope evidence. *Archaeologia Baltica,* 12 (priimtas spausdinti).

Daugnora L., Girininkas A., *Osteoarcheologija Lietuvoje: Vidurinysis ir vėlyvasis holocenas*, Vilnius: Kultūros paveldo centras, 1996.

Eriksson G. 2004, Part-time farmers or hard-core sealers? Västerbjers studied by means of stable isotope analysis. *Journal of Anthropological Archaeology*, 23 (2), 135–162.

Eriksson G., Lõugas L., Zagorska I. 2003, Stone Age hunter–fisher–gatherers at Zvejnieki, northern Latvia: radiocarbon, stable isotope and archaeozoology data. *Before Farming*, 1 (2), 1–25.

Girininkas A., *Lietuvos archeologija. I t. Akmens amžius*, Vilnius: Versus aureus, 2009.

Rimantienė R., *Akmens amžius Lietuvoje*, Vilnius: Žiburio leidykla, 1996.

[2] Stabiliųjų izotopų metodu nustatomas cheminių elementų stabiliųjų izotopų, pavyzdžiui, anglies ^{13}C ir ^{12}C, azoto ^{15}N ir ^{14}N, santykis promilėmis (‰) tiriamajame bandinyje. Izotopų santykis promilėmis, pvz., $\delta^{13}C$ arba $\delta^{15}N$, apskaičiuojamas pagal šią formulę: $\left(\frac{\text{bandinio izotopų santykis}}{\text{standarto izotopų santykis}} - 1\right) \times 1000$ ‰.

Mitai ir geologija

Gediminas Motuza

Visi girdėjome mitų ir epų vaizdingų pasakojimų apie dievų ir herojų žygius ir didžius darbus, karus ir baisius nuotykius. Ypač garsūs senovės graikų, skandinavų, keltų, indų mitai. Žinomi ir mūsų kaimynų epai: suomių – apie Kalevalos žemės didvyrių žygius, estų – apie galiūno Kalevo sūnaus Kalevipoego darbus, latvių – apie stipruolį Lačplėsį, plėšte perplėšusį lokį. Mituose ir epuose yra daug veikėjų: dievų, didvyrių, paprastų žmonių, fantastinių būtybių, žvėrių ir augalų. Šiuose pasakojimuose atsispindi mitų veikėjų gimimas, gyvenimas, nuotykiai, dažnai ir žūtis. Daugelis mitų laikomi senųjų tikėjimų ir religijų išraiška. Kita vertus, mituose dažnai pasakojama apie įvairius gamtos reiškinius ir įvykius, aiškinamos jų priežastys. Švedų mokslininko Dž. Bergstriomo (J. Bergström) nuomone, mitai ir epai – tai ne tik įdomūs pasakojimai, bet ir žinių apie supantį pasaulį kaupimo ir perdavimo būdas, atskleidžiantis senovės žmonių žinias ir pažiūras.

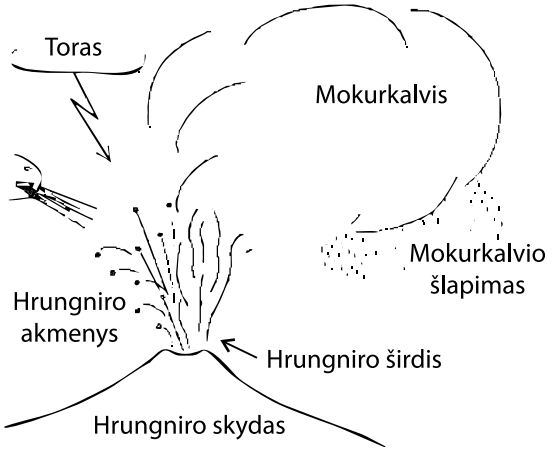
Kraterio ežeras Oregono valstijoje, JAV (2004 © dustydavis.com; skelbiama autoriui leidus)

Taigi mitas yra tarsi meninės kūrybos ir mokslo, tikėjimo ir pažinimo samplaika. Kaip atskirti, kur faktai, o kur fantazija? Jei mite ir atsispindi tikri įvykiai, tie atspindžiai dažniausiai labai nutolę nuo jų, nes pakeisti laiko ir žmonių psichologijos, užgožti vėlesnių įvykių. Mitai perduodami ne tik iš kartos į kartą, bet ir pasklinda tarp tautų. Taip jie nutolsta nuo savo ištakų ne tik laiko, bet ir geografine prasme, todėl mitus tiria ne tik kalbininkai, folkloristai, istorikai, bet ir psichologai, antropologai ir gamtos mokslų žinovai – astronomai, geologai, geografai. Gamtininkai, geriau suprantantys gamtos reiškinius ir galintys nustatyti tolimos praeities įvykius, mituose įžvelgia ir atpažįsta tikrus dalykus ten, kur kiti mato vien fantaziją. Atsirado geologų, tyrinėjančių mitus, taip pat susikūrė nauja mokslo šaka geomitologija, kurios tikslas – nustatyti mitų, epų, legendų ir padavimų geologines ištakas[1].

Kartais tai pavyksta neblogai, kartais atsiranda abejonių ir net įsiplieskia moksliniai ginčai. Nagi, pažiūrėkime, kaip tai atrodo.

Visi skaitėme ar bent girdėjome apie Heraklio žygius. Vienas iš jų buvo kova su Lernos hidra – didžiule pabaisa su daugybe galvų. Heraklis su ja gerokai pavargo, nes nukirtus vieną galvą vietoj jos tuoj ataugdavo dvi naujos. Graikų mokslininkas I. Mariolakas (Mariolakos) šį mitą susiejo su ypatinga hidrogeologine padėtimi Lernos ežero apylinkėse, kur hidra gyve-

[1] *Myth and Geology*. Geological Society, London, Special Publications (273), 2007.



Toro ir Hrungniro kovos schema (pagal Bergström, 1989)

no. Čia paplitusi klinčių storymė, kurioje yra daugybė tuštumų, ertmių, požeminių kanalų, susidariusių vandeniui tirpinant klintis. Vandens jose itin daug, todėl iš klinčių klodų trykšta daugybė šaltinių, iš kurių per metus išsilieja per 100 mln. m^3 vandens. Dėl to netoliese esančioje Argo lygumoje susidarė pelkynai, kurių aplinka buvo nesveika žmonėms dėl sklindančių kenksmingų dujų ir plintančios maliarijos. Mariolakaso nuomone, tai ir yra tas nuodingas ir žudantis hidros kvėpavimas, dėl kurio Herakliui teko ją nudobti. Na, o ataugančios hidros galvos – tai šaltiniai, kuriuos užvertus vienoje vietoje, jie bematant prasimuša kitoje.

Su geologiniais reiškiniais gali būti susijęs ir padavimas apie Delfų orakulą, kurio pranašystes skelbdavo moteris žynė. Jis buvo Parnaso kalno šlaite, gilioje oloje. Čia paplitusios klintys su dideliu kiekiu bitumo – medžiagos, sudarytos iš kietų ar skystų angliavandenilių. Iš jų skyrėsi metano, etileno ir kitų angliavandenilių, anglies oksidų, sieros junginių dujos. Lūžiais ir plyšiais jos kartu su požeminiu vandeniu kildavo aukštyn ir patekdavo į orakulo olą. Manoma, moterys pranašautojos jų prisikvėpuodavo, o apdujusios matė regėjimus, haliucinacijas, kurias ir apreikšdavo norintiems sužinoti savo likimą (de Boer, Hale ir Chanton 2001).

Biblijoje aprašyta garsi istorija apie Sodomos ir Gomoros miestų žūtį. Juos Dievas sunaikino už gyventojų ištvirkimą ir nuodėmes. Lemtingų įvykių prieš 4000–4500 metų iš tikrųjų galėjo būti, tik dėl kitokių priežasčių. Negyvoji jūra, kurios pakrantėje buvo įsikūrę minėti miestai, yra gilioje įduboje. Tai – žemiausia sausumos vieta Žemėje. Grimzdimą, kuris tęsiasi ligi šiol, visada lydi žemės drebėjimai. Stiprūs požeminiai smūgiai sukelia vandeningų molingų gruntų suskystėjimą ir jų plastingą slinkimą, pražūtingą pastatams. Manoma, kad abu miestai buvo pastatyti ant tokių uolienų. Be to, didelė uolienų masė, staiga nuslinkusi į jūrą, turėjo sukelti joje potvynio bangą, užgriuvusią krantus ir galutinai sunaikinusią miestų likučius. Na, o pagal aprašymą šią katastrofą lydėjusios liepsnos galėjo būti užsidegusios gamtinės dujos, išsiveržusios iš staiga atsivėrusių plutos lūžių. Negyvosios jūros pakrantėse ir dabar yra bitumo išeigų žemės paviršiuje, o gilesniuose sluoksniuose – angliavandenilių dujų, kurios dideliu greičiu besiveržda mos užsidega nuo menkiausios kibirkštėlės, netgi įskeltos jų nešamų smiltelių (Whitaker 1997).

Labai įdomūs senovės skandinavų mitiniai pasakojimai, pavyzdžiui, apie dievo Toro ir milžino Hrungniro kovą. Hrungniras mėto į Torą akmenis, o tas atsako žaibais. Drovusis Hrungniro padėjėjas molinis milžinas Mokurkalvis iš baimės šlapinasi purvais. Po kovos viskam nurimus pasirodo Hrungniro žirgas Gulfaksis – Auksakartis. Dž. Bergstriomo nuomone, tai labai primena ugnikalnio išsiveržimą. Jo metu į orą lekia uolienų nuolaužos, iš įsielektrinusių debesų žemę pliekia žaibai, prapliumpančio lietaus vanduo virsta purvu nuo įsimaišiusių vulkaninių dulkių ir pelenų, o galiausiai sušvinta vaivorykštė – auksakartis Hrungniro žirgas, tapęs nugalėtojo Toro grobiu (Bergström 1989).

Šiaurės Amerikos indėnų mitai mini daugelį geologinių objektų ir reiškinių, ypač žemės drebėjimų ir ugnikalnių išsiveržimų, kurie būdingi JAV vakarams. Oregono valstijoje yra nepaprastai gražus Kraterio ežeras. Jis telkšo kalderoje, apvalioje įduboje, kuri susidarė įgriuvus požeminei magmos kamerai po ugnikalniu, kai iš jos išsiliejo didelis kiekis magmos. Indėnai pasakoja, kad čia buvo aukštas ugnikalnis, nuo kurio požemio dievas Lao kovojo su dangaus dievu Skeliu, buvusiu ant kito, už gerų šimto mylių esančio Šastos (*Mt. Shasta*) ugnikalnio. Jie svaidėsi didžiuliais akmenimis ir ugnimis, kol pagaliau ugnikalnis, ant kurio buvo užlipęs Lao, įgriuvo ir šis nugarmėjo į gelmes. Liko tik duobė, kuri ilgainiui prisipildė vandens. Įdomiausia, kad katastrofiškas išsiveržimas, po kurio atsirado Kraterio ežeras, įvyko prieš 6500 metų, o indėnai pasakoja apie jį taip vaizdžiai, tartum būtų tų įvykių liudininkai... Tiesa, apylinkėse archeologai tikrai rado to meto žmonių buvimo pėdsakų (Vitaliano 2007).

1986 metais vulkaninės kilmės Nioso ežero įduboje Kamerūne įvyko nelaimė. Čia be akivaizdžios priežasties staiga žuvo 1700 žmonių, krito daugybė galvijų ir kitų gyvūnų. Jie visi tiesiog užduso. Mokslininkai nustatė, kad tai atsitiko iš ežero išsiveržus dideliam kiekiui vulkaninių, daugiausia anglies dioksido, dujų. Sunkesnės už orą, jos užpildė ežero duburį ir išstūmė iš jo orą. Tos dujos ilgą laiką kaupėsi ežero dugne, dumblo sluoksnyje, ir staiga išsiveržė. Galbūt tai lėmė nedidelis žemės drebėjimas ar nuošliauža ežero dugne.

Beje, vietiniai žmonės žino padavimų apie neramius ežerus, kurių lygis staiga pasikeičia ar iš jų ima veržtis dujos, ir prisimena senovinį tabu, draudžiantį gyventi arti vandens ir reikalaujantį kurtis aukštesnėse vietose. Tai rodo, kad dujų išsiveržimų būdavo praeityje, gali pasikartoti ir ateityje (Krajick 2005). Čia verta prisiminti 2004 metais Indijos vandenyno pakrantes ir salas užgriuvusį

Kraterio ežero topografinis žemėlapis

Kraterio ežeras pro medžių šakas (©Ian Parker; skelbiama autoriui leidus)

pražūtingą cunamį, nusinešusį per 300 000 gyvybių. Cunamiai šiose vietose ne naujiena. Juos gerai pažįsta pakrančių gyventojai. Jie pastebėjo, kad prieš užplūstant cunamio bangai, vanduo pasitraukia toli nuo kranto. Neatsitiktinai Andamanų salų gyventojai ir Tailando pakrantėse gyvenantys mokenų tautelės žmonės sukūrė mitų apie žmones ryjančią bangą, kurią pranašauja greitas ir tolimas atoslūgis (Krajick 2005).

Dauguma mitų ir epų sukurti dar priešistoriniais laikais, kai žmogus su aplinka buvo susijęs glaudžiais ryšiais, jautė pagarbą gamtai ir jos jėgoms. Ir mūsų laikų žmogui pravartu žinoti gilias švenčių, papročių ir tradicijų ištakas, jų prasmingumą ir neužmiršti, jog ir dabar esame labai priklausomi nuo gamtos, tik to nesuvokiame taip aiškiai, kaip mūsų protėviai prieš tūkstančius metų.

Literatūra

Bergström J. 1989, Incipient earth science in the Old Norse mythology. *GFF*, 111, 187–191.

de Boer J. Z., Hale J. R., Chanton J. 2001, New evidence for the geological origins of the ancient Delphic oracle (Greece). *Geology*, 29 (8), 707–710.

Krajick K. 2005, Tracking Myth to Geological Reality. *Science*, 310 (5749), 762–764.

Mariolakos I. 1998, The Geomythological geotope of Lerni Springs (Argolis, Greece). *Geologica Balcanica*. 28 (3–4), 101–108.

Vitaliano D. B. 2007, *Geomythology: geological origins of myths and legends*. Myth and Geology. Geological Society, London, Special Publications (273), 1–7.

Whitaker J. H. 1997, The geology of Sodom and Gomorrah, Jericho and Lot's wife. *Geology Today*, 13 (5), 193–197.

Ar visada mūsų protėviai mėgavosi

Rimantas Jankauskas

Pienas – labai svarbus maisto produktas, turintis daugelį organizmui reikalingų maisto ir biologiškai aktyvių medžiagų. Nors mūsų organizmui pieno produktai yra labai naudingi, ne visi žmonės juos gali vartoti. Taip nutinka dėl to, kad organizmas nepriima (netoleruoja) piene esančios laktozės (pieno cukraus). Ją organizmas visiškai įsisavina tik tada, kai laktozė suskaidoma į gliukozę ir galaktozę. Šioje reakcijoje dalyvauja plonųjų žarnų sienelėse sintetinamas fermentas laktazė. Jei šio fermento organizme yra mažai arba visai nėra, laktozė visiškai neskaidoma, todėl žmogui pučia pilvą, jis viduriuoja. Veikiant žarnyno bakterijoms, iš nevisiškai suskaidytos laktozės susidaro pieno ir riebalų rūgštys, prasideda rūgimas, kaupiasi dujos. Šio fermento trūkumą turintiems žmonėms net viena išgerta stiklinė pieno gali sukelti minėtus negalavimus.

Maždaug 90 % Azijos ir Afrikos gyventojų, išskyrus kelias nuo seno gyvulininkyste besiverčiančias tautas – tutsius[1], fulanius[2] – neįsisavina laktozės. Šiaurės Europoje ir Šiaurės Amerikoje dauguma suaugusiųjų laktozę įsisavina ir tik maža dalis šių regionų gyventojų nevirškina pieno ir jo produktų – apie 5 % skandinavų ir 17 % suomių. Pietų Europoje laktozės neįsisavina 40–70 % žmonių. Jau nuo antikos laikų žinoma, kad romėnai vartojo tik sūrį ir stebėjosi šviežią pieną geriančiais britais.

Lietuvoje atlikus epidemiologinius tyrimus nustatyta, kad trečdaliui šalies gyventojų sumažėjęs fermento laktazės kiekis. Kuo žmogus vyresnis, tuo didesnė tikimybė, jog jis negalės įsisavinti laktozės. Visi kūdikiai turi pakankamai laktazės, o 3–6 metų amžiaus vaikams jos gali trūkti. Laktazės stokojantis žmogus nevirškina šviežio pieno, jo produktų ir gali vartoti tik tuos pieno produktus, kuriuose laktozė jau fermentuota (sūris, kefyras) arba pašalinta (pienas su sumažintu laktozės kiekiu; juo prekiauja ir mūsų prekybos centrai).

Gebėjimas įsisavinti laktozę yra paveldimas. Vyresnio amžiaus žmonėms laktazės aktyvumas išlieka dėl antrosios chromosomos (ląstelės branduolio pagrindinio struktūros komponento, kuriame yra genai, lemiantys organizmo požymių ir ypatybių paveldėjimą) mutacijos[3] (C/T-13910 mutacija).

Kodėl ši mutacija pasaulyje paplitusi nevienodai ir kada ji atsirado?

Pagal vieną hipotezę, žmonės, kurie turėjo šią mutaciją, buvo pranašesni, nes galėjo vartoti pieną. Dėl to daugiau šį požymį turinčių žmonių ir jų palikuonių išgyvendavo, kartu dažnėjo ir ši mutacija. Žmonės galėjo vartoti šviežią pieną, todėl ėmė verstis pienine gyvulininkyste ir įgijo gerai įsisavinamų baltymų ir kalcio šaltinį. Dėl natūralios atrankos gebėjimas įsisavinti laktozę buvo perduotas jų palikuonims. Pasak kitos hipotezės, prie pieninės gyvulininkystės perėjo tik tos žmonių grupės, kuriose nuo pat pradžių buvo aukštas mutacijos, lemiančios laktozės įsisavinimą, dažnis, t. y. tie žmonės, kurie galėjo įsisavinti laktozę. Vadinasi, galima manyti, kad minėtos mutacijos buvimas sudarė prielaidas pieninei gyvulininkystei. Dabartinių europiečių antrosios chromosomos mutacijos arealas gerai sutampa su piltuvėlinių taurių kultūros[4] paplitimu vėlyvajame akmens amžiuje – šios kultūros kūrėjai jau neabejotinai augino galvijus.

[1] Centrinės Afrikos tauta.

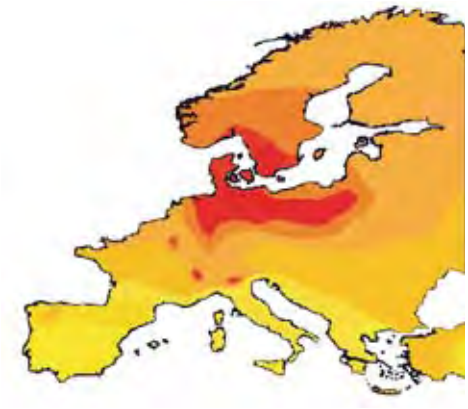
[2] Vakarų ir Centrinės Afrikos tauta.

[3] Staigus paveldimas organizmo genetinės medžiagos pakitimas.

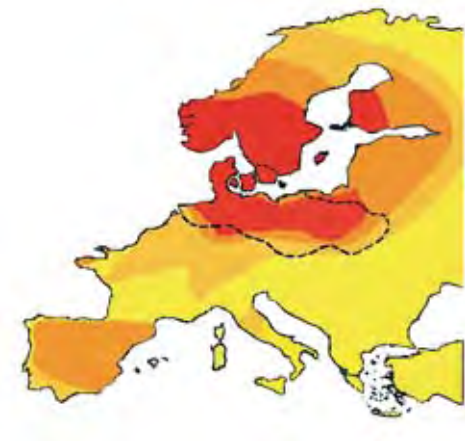
[4] Archeologinė kultūra, paplitusi dabartinėje Olandijoje, Šiaurės Vokietijoje, Danijoje, Pietų Švedijoje, Šiaurės Lenkijoje maždaug prieš 4,7–6,0 tūkst. metų. Kultūros pavadinimas kilo iš jai būdingos keramikos pavadinimo; jos kūrėjai laikomi pirmaisiais žemdirbiais šiame regione.

Kristinos Pučkutės nuotrauka

pienu?



a



b

Galvijų genetinės įvairovės, žmonių gebėjimo įsisavinti laktozę ir vietovių, kuriose neolito laikotarpiu žmonės vertėsi gyvulininkyste, geografinis paplitimas (pagal Beja-Pereira A. et al. 2003)

a – pagal tyrimų rezultatus sudarytas galvijų genų paplitimo Europoje žemėlapis. Tamsiai oranžinė spalva žymi didžiausią alelių įvairovę, būdingą Vidurio Europos šiaurinėje dalyje auginamiems galvijams. Tai liudija, kad pieninė gyvulininkystė čia prasidėjo anksčiausiai

b – dabartinių europiečių laktozės toleravimo geno paplitimas Europoje. Kuo sodresnė oranžinė spalva, tuo didesnis laktozės toleravimas. Juodais brūkšneliais apibrėžta teritorija žymi ankstyvojo neolito galvijų (piltuvėlinių taurių kultūros) geografinį paplitimą, nustatytą pagal archeologinius duomenis

Laktozės netoleravimo paplitimas (duomenys iš įvairių šaltinių)

Etninė grupė/geografinis regionas	Laktozės netoleravimas, %
Rytų Azija	90–100
Šiaurės Amerikos indėnai	80–100
Centrinė Azija	80–90
Australijos aborigenai	85
Afrika	70–90
Pietų Indija	70
Pietų Prancūzija	68
Balkanai	55
Šiaurės Indija	30
Šiaurės Prancūzija	17
Suomija	17
Vokietija	15
Jungtinė Karalystė	5–15
Švedija	2

Sužinoti, kuri hipotezė teisinga ir kada įvyko mutacija, galima iš tolimoje praeityje gyvenusių žmonių genetinių tyrimų. Pagal dabarties žmonių genetinius tyrimus nusakyti laikotarpį labai sunku, rezultatai rodo, kad mutacija atsirado maždaug prieš 2–21 tūkst. metų. Lietuvos akmens amžiaus medžiagos tyrimus atliko vokiečių antropologų grupė (Burger et al. 2007). Ištyrę 10 akmens amžiaus ir ankstyvojo viduramžių laikotarpio žmonių kaulų ir dantų mėginių iš Vidurio ir Rytų Europos, tik viename Merovingų epochos (400–600 m. e. metai) mėginyje jie nustatė šią antrosios chromosomos mutaciją. Abiejų ankstyvojo neolito 5500–5300 m. pr. m. e. laikotarpio mėginių, paimtų iš Kretuono ežero apylinkėse rastų žmonių palaidojimo vietų, tyrimai atskleidė, kad vieni seniausių Lietuvos gyventojų netoleravo laktozės. Tyrimo autoriai padarė išvadą, kad mezolito laikotarpiu ir neolito pradžioje Europos gyventojai šios mutacijos dar neturėjo. Akmens amžiaus pabaigoje, ėmus plisti gyvulininkystei, mutacija įsigalėjo, o pieninė gyvulininkystė veikė kaip natūralios atrankos veiksnys.

Literatūra

Beja-Pereira A. et al. 2003, Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes. *Nature Genetics*, 35 (4), 311–313.

Burger J., Kirchner M., Bramanti B., Haak W., Thomas M. G. 2007, Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *PNAS*, 104 (10), 3736–3741.

Šaknys tik žiemai

Dalia Ignatjeva

Augalai, galima sakyti, užkariavo Žemę – jie auga visur, taip pat ir kalnuose, kur vos ne visus metus gana šalta. Tokių vietovių augalams trūksta tai maisto medžiagų, tai drėgmės ar šviesos, bet jie prisitaiko prie įvairių gamtos sąlygų. Jau anksčiau buvo žinoma, kad kai kurie medžiai, augantys tropiniuose miškuose, turi oro šaknis, kuriomis iš lietaus vandenyje ištirpusių azoto junginių pasisavina azotą, o neseniai mokslininkai pranešė apie naują atradimą – sniego šaknis.

Šios unikalios augalų šaknys aptiktos tolimame Kaukazo kalnų regione. Apie šį atradimą pranešė Rusijos ir Olandijos mokslininkų grupė. Atrastos šaknys priklauso rūtenių genties aukštikalnių juostos augalams *Corydalis conorhiza* ir driekiasi sniego dangoje, todėl jas mokslininkai pavadino sniego šaknimis. Pastebėta, kad vasarą nutirpus sniegui *Corydalis conorhiza* supa šaknų tinklas, besidriekiantis į visas puses maždaug 50 cm spinduliu. Pavasarį, o gal ir žiemą, šias šaknis augalai išleidžia sniege, o per vasarą jos nunyksta ir supūva, todėl taip ilgai jų niekas neatrado.

Tyrėjų grupė sniego šaknis aptiko aukštai Kaukazo kalnuose (2800 metrų aukštyje), kur didžiąją metų dalį žemę dengia sniegas, o vidutinė liepos mėnesio ir metinė temperatūra atitinkamai siekia tik 7,5 °C ir 1,2 °C. Per metus ten iškrinta vidutiniškai 1400 mm kritulių, daugiausia sniego pavidalo.

Mokslininkai norėjo nustatyti, kam rūteniams reikalingos sniego šaknys, – juk jie turi ir įprastas šaknis, kuriomis iš dirvožemio siurbia maisto medžiagas. Buvo iškelta hipotezė, kad sniego šaknimis *Corydalis conorhiza* pasisavina azotą tiesiai iš sniego. Šiai hipotezei patikrinti prieš pat nutirpstant sniegui kalnuose *Corydalis conorhiza* dengianti sniego danga (jos storis tyrimo metu buvo 20–40 cm) buvo palieta amonio nitrato su retu stabiliu ^{15}N azoto izotopu vandeniniu tirpalu. Mokslininkai pasirinko aštuonis rūtenių augaviečių plotus, iš kurių keturis paliejo amonio nitrato tirpalu, o kiti keturi plotai buvo kontroliniai. Buvo tirti ne tik visų aštuonių plotų *Corydalis conorhiza*, bet ir kontroliniai augalai – kiaulpienės *Taraxacum stevenii*. Po kelių dienų *Corydalis conorhiza* sniego šaknyse, šakniagumbiuose ir lapuose tyrėjai rado didelį kiekį ^{15}N azoto izotopo. Šalia augančiose kiaulpienėse ^{15}N azoto izotopo mokslininkai nerado. Palyginus, kiek azoto buvo *Corydalis conorhiza* iš kontrolinių ir tiriamųjų plotų, nustatyta, kad jie azotą siurbia tiesiai iš sniego.

Iš tolesnių tyrimų paaiškėjo, kad sniego šaknys anatomiškai skiriasi nuo įprastų šaknų, todėl jomis azotas sparčiai patenka į augalą ir yra pasisavinamas. Mokslininkai ištyrė *Corydalis conorhiza* sniego šaknis ir nustatė, kad jos labai plonos: skersmuo maždaug 0,1 mm, o įprastų šaknų 0,5–0,7 mm. Iš sniego šaknies skerspjūvio matyti, kad paviršinių ir vidinių sluoksnių ląstelės beveik nesiskiria, o įprastų šaknų ląstelės išsidėsčiusios koncentriniais apskritimais, be to, jų išorinis sluoksnis – epidermis – labai ryškus.

Daugelis kalnų augalų azoto gauna iš į žemę įsigėrusio tirpsmo vandens, bet įšalo sluoksnis *Corydalis conorhiza* tai daryti trukdo. Sniego šaknys jiems padeda gauti maisto medžiagų iš sniego pavasarį dar prieš pasirodant ūgliams. Tuo *Corydalis conorhiza* pranašesni už kitų rūšių augalus, kurie labai trumpu vegetacijos laikotarpiu maisto medžiagų gali gauti tik iš dirvožemio.

Literatūra

Onipchenko V. G. et al. 2009, New nitrogen uptake strategy: specialized snow roots. *Ecology Letters*, 12 (8), 758–764.

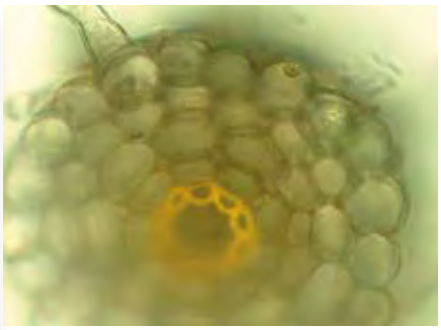
Vienas iš aukštikalnių augalų tyrėjų, atradusių sniego šaknis, – Maskvos ir Karačiajų Čerkesijos universitetų profesorius **Vladimiras Onipčenka**. Jo pagrindinė tyrimų sritis – aukštikalnių augalų bendrijos. Teberdos rezervate (Kaukazas) jis atliko įvairių aukštikalnių augalų tyrimus, kurių rezultatai paskelbti 250 mokslinių darbų. Profesorius linkėjimus atsiuntė ir mūsų žurnalo skaitytojams.

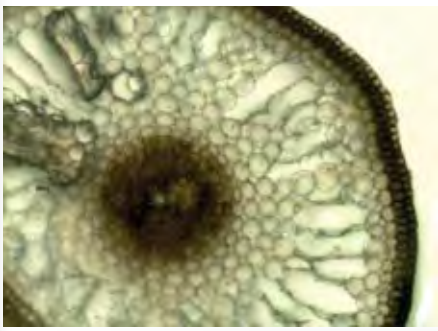
Profesorius Vladimiras Onipčenka

„Mūsų darbai rodo, kaip svarbu gamtos tyrėjams suderinti pastabumą ir teisingą eksperimentų planavimą, be kurių negalima paneigti arba patvirtinti vienos ar kitos hipotezės. Daugumai stebėjimų ir eksperimentų gamtoje atlikti nereikalinga brangi įranga. Juos gali daryti ir mokiniai, tik tam reikia atidumo, atkaklumo ir kruopštumo. Mokslinėse ekspedicijose pradėjau dirbti nuo aštuntos klasės, o daugiausia tiriamojo darbo įgūdžių įgijau studijų metais. Keitėsi pasaulio žemėlapis, įvairių šalių vadovai, tačiau mes kiekvienais metais tęsėme stebėjimus. Dauguma mokslo tiriamųjų darbų apie augalijos kaitą trunka dešimtmečius, todėl jie labai praverčia numatant ilgalaikes gamtos keitimosi tendencijas. Visiems žurnalo skaitytojams linkiu didelės sėkmės tyrinėjant supantį pasaulį, – juk jame yra dar tiek daug neįmintų mįslių."

Sniego šaknų skerspjūvis

Dirvožemyje augančių šaknų skerspjūvis





Corydalis conorhiza žydėjimas

Vladimiro Onipčenkos nuotraukos

Jauniesiems tyrėjams

Vincas Būda
Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto profesorius

Anksti pavasarį gražiais mėlynai alyviniais žiedais pražystantis augalas rūtenis *Corydalis conorhiza* turi artimų giminaičių ir Lietuvoje. Mūsų krašte įvairių rūšių rūteniai auga kitomis sąlygomis negu kalnų rūteniai, todėl vargu ar jie turi tokių pat savybių, kaip aprašytasis Kaukazo kalnuose augantis *Corydalis conorhiza*. Gali būti, kad ir mūsų pavasarinių ankstyvuolių, kurių tik žiedais gėrimės, gilesni tyrimai atskleistų ne vieną įdomybę.

Botanikui, augalų fiziologui labai įdomu, kaip augalai apsirūpina azotu. Azotas augalams – gyvybiškai būtinas cheminis elementas, nes įeina į aminorūgščių ir iš jų sudarytų baltymų, taip pat chlorofilo sudėtį. Juk augalai be chlorofilo būtų ne augalai... Azotas reikalingas ir genetinės informacijos nešikliams – DNR ir RNR – sudaryti.

Nors azoto apstu ore, t. y. net apie 78 % oro sudaro šio cheminio elemento molekulės, tačiau dujinio azoto augalai neišmoko panaudoti. Visi augalai pasisavina azotą, kuris yra vandenyje tirpių druskų pavidalu, todėl augavietėse jo beveik visada stinga ir augalai tarpusavyje dėl jo konkuruoja. Atrastas augalo prisitaikymo būdas – sniego šaknys azotui siurbti tiesiai iš sniego – nepaprastai įdomus. Augalai ir kitaip prisitaiko prie įvairių gamtos sąlygų tam, kad galėtų apsirūpinti azotu. Pasidomėkite, kaip azoto gauna nederlingame dirvožemyje augantys baltieji dobiliukai arba pelkių pakraščiuose augančios saulašarės. Kodėl jie puikiai tarpsta ten, kur kiti augalai negalėtų?

Ekologai galėtų pasidomėti, kiek azoto (tokio pavidalo, kokį jį gali pasisavinti augalai) iškrinta su krituliais. Oro teršalai, tarp jų ir azoto junginiai, su vėjais gali keliauti labai toli – po ištisus žemynus, perskristi jūras ar net vandenynus. Per tą ilgą kelionę lietus ir sniegas užterštą orą grynina: dalis medžiagų ištirpsta lietaus lašeliuose, kita dalis adsorbuojama snaigių kristalėliuose ir iš padangių nusileidžia žemyn. Taip azoto junginių gali atsirasti kalnuose, jų sniegynuose ir ledynuose. Dėl žmogaus ūkinės veiklos oro tarša suintensyvėjo atsiradus pramonei, tačiau nuo tada praėjo pernelyg mažai laiko, kad kalnų augalai spėtų prisitaikyti taip kaip atrastieji rūteniai. Galima manyti, jog aukštai kalnuose azotas kaupiasi sniege ir augalai iš ten jį pasisavina jau nuo tų senų laikų, kai antropogeninės kilmės azoto junginiai dar neteršė oro. Vadinasi, augalai liudija apie gamtinės kilmės azoto junginius krituliuose. Kiek azoto junginių su krituliais patenka į dirvas kalnuose (jei tenykštį paviršių taip galima pavadinti) ir mūsų platumose? Kokią dalį azoto, kurį pasisavina augalai, sudaro jo junginiai, atkeliaujantys su krituliais? Kaip gamtinės kilmės, t. y. ne dėl oro taršos, azoto druskų atsiranda ore? Tokie klausimai galėtų kilti apie rūtenio sniego šaknis skaitančiam būsimam ekologui. Verta pasidomėti, patyrinėti!

Masės prigimtį atskleis Higso bozonas

Gražina Radzvilavičiūtė

Iki šiol nežinoma, kodėl kūnai turi masę, galbūt ją lemia vis dar neaptiktas Higso bozonas[1].

Didžiojo hadronų greitintuvo žiedas Prancūzijos ir Šveicarijos teritorijoje

Pasak Vilniaus universiteto profesoriaus Juozo Vaitkaus, nebūtina žinoti tikrųjų reiškinio priežasčių, kad galėtume tyrinėti jų sukeliamas pasekmes. „Jeigu pastebite, kad daiktas pradeda judėti, galite daryti prielaidą, kad jį veikia kokia nors jėga. Galima tirti, kodėl jis juda – gal jis yra įelektrintas, gal įmagnetintas, o gal tiesiog atsirado akimi nepastebimas nuolydis ir daiktas juda vien dėl gravitacijos“, – aiškina profesorius. Taigi mokslininkai masę, kuri sukelia gravitacijos jėgą, pasiūlė paaiškinti savitos elementariosios dalelės egzistavimu. 1964 m. hipotezę, jog yra tam tikras jėgos laukas, sudarytas iš dalelių, lemiančių masės atsiradimą, pasiūlė Edinburgo universiteto (*University of Edinburgh*) profesorius P. Higsas (Higgs) su kolegomis. Masė pasireiškia gravitacine dalelių sąveika, o kad dalelės sąveikautų, reikia, kad jos kažkuo apsikeistų. Tad teigiama, kad masės prigimtį galima sieti su apsikeitimu Higso bozonais. Higso bozonas – trūkstama Standartinio modelio[2], kuriuo susiejamos stiprioji, elektromagnetinė ir silpnoji sąveikos, grandis.

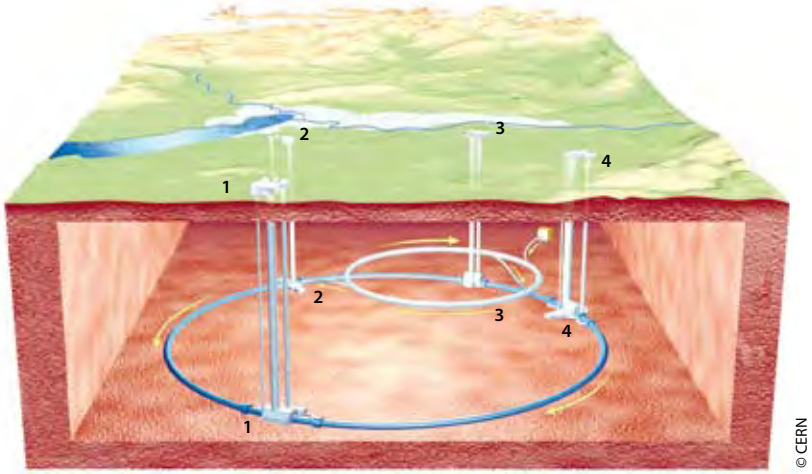
Masės sąvoką mokslininkai vartoja jau seniai. Masė yra formulėse, pagal kurias apskaičiuojamos kūnų tarpusavio sąveikos jėgos, todėl kyla natūralus klausimas, kodėl masės prigimtis mokslui vis dar nežinoma. Pasirodo, kad tai nėra paprasta – norint tyrinėti šį reiškinį dalelėms reikia suteikti milžinišką energiją, o kad būtų dar efektyviau, du jų srautus paleisti priešingomis kryptimis ir sudaryti sąlygas jiems susidurti. Na, o tuomet tikėtis „pagauti“ Higso bozoną. Todėl atsakymą į klausimą: kokia yra masės prigimtis, tikimasi rasti tyrinėjant elementariąsias daleles Europos branduolinių tyrimų centre (*Conseil Européen pour la Resherche Nucléaire,* CERN).

Didysis hadronų greitintuvas

Didžiausias ir galingiausias pasaulyje dalelių greitintuvas CERN'e pastatytas bendradarbiaujant įvairių šalių mokslininkams. Jis vadinamas Didžiuoju hadronų priešinių srautų greitintuvu (*Large Hadron Collider*, LHC). Tai didžiulis požeminis statinys, kurio dalis yra Šveicarijoje, o kita – Prancūzi-

[1] Sveikojo arba nulinio sukinio dalelė arba dalelių sistema.

[2] Elementariųjų dalelių teorija.



© CERN

Didžiojo hadronų greitintuvo schema; pagrindinių eksperimentų detektoriai (1 – CMS, 2 – LHCb, 3 – ATLAS, 4 – ALICE), įrengti įvairaus gylio šachtose; mėlynai pavaizduotas – pagrindinis greitintuvo žiedas, pilkai – pradinio dalelių įgreitinimo grandis

Didžiojo hadronų greitintuvo paskutiniojo sektoriaus prijungimas

CMS detektorius

ATLAS detektoriaus įrenginiai

jos teritorijoje. Eksperimento metu 27 km ilgio žiedo formos tuneliu artimu šviesai greičiu priešingomis kryptimis skries elementariosios dalelės – protonai arba jonai. Juos reikiama trajektorija nukreips milžiniški superlaidieji elektromagnetai, skystuoju heliu atšaldyti iki 2 K temperatūros (–271 °C). Įgreitinti protonai susidurs, o jų sąveikos energija sieks 14 trilijonų elektronvoltų. Manoma, tokios energijos turėtų pakakti Higso bozonams aptikti. Tūkstančius tonų sveriantys unikalūs greitintuvo detektoriai yra ypač svarbūs įrenginiai. Du iš jų (ATLAS ir CMS) skirti įgreitintų protonų susidūrimo vaizdui užregistruoti. Jie užfiksuos susidūrimo metu atsiradusių dalelių trajektorijas, vėliau bus išmatuota jų energija ir nustatyta, kokios tai dalelės. Detektoriai susideda iš daugelio tūkstančių įvairių jutiklių, supančių dalelių srautų susidūrimo vietą. Analizuodami įgreitintų protonų susidūrimą mokslininkai ir tikisi aptikti tą paslaptingąjį bozoną. Be to, jie ruošiasi ne tik Higso bozonų paieškai, bet ir kitiems svarbiems eksperimentams. Kiti du detektoriai (ALICE ir LHCb) tirs reiškinius, kurie, manoma, turėjo vykti pačioje Visatos pradžioje, kai ji dar buvo tik kvarkų ir gliuonų plazma (ji turėtų būti sukurta susiduriant priešpriešiais judantiems švino branduolių srautams) ir sprendėsi medžiagos ar antimedžiagos vyravimo klausimas.

Praktinė nauda – pakeliui

Kokią naudą duotų Higso bozono atradimas? Vienareikšmiška nauda – aiškesnis pasaulio suvokimas. Beje, ir branduolinės reakcijos atradimas dar nereiškė, jog ji bus labai naudinga. Reikėjo dar daug tyrimų, kol buvo atrasta grandininė reakcija ir sukurta branduolinė energetika. Heinrichas Hercas (H. Hertz), atradęs elektromagnetines bangas, manė, kad jos niekur praktiškai nepritaikomos...

Fundamentalūs tyrimai skatina žmogaus kūrybiškumą, išradingumą. Tai, kas naudinga kasdieniame gyvenime, gali būti sukuriama siekiant tokių atradimų. Taip yra ir su CERN'o eksperimentu. Jis jau davė pasauliui internetą – kompiuterių tinklas buvo sukurtas tam, kad Centre dirbantys mokslininkai galėtų keistis informacija. Milžiniškam duomenų kiekiui apdoroti kuriamas specialus kompiuterių tinklas GRID, kasmet gerinami duomenų siuntimo spartos rekordai – tai gali daug ką iš esmės pakeisti ir visuomenės gyvenime.

Detektoriai, sukurti Higso bozonui gaudyti, gali įvykdyti perversmą medicinoje. Manoma, tokiais detektoriais bus galima aptikti pačias mažiausias vėžio užuomazgas, tada jas laiku sunaikinti. Naujųjų detektorių ir skiriamoji geba bus didelė, o žalingas poveikis – minimalus. Sukurtą aparatūrą galima pritaikyti ir kitose srityse.

Be lietuvių neapsieita

Europos branduolinių tyrimų centro laboratorijose dirba beveik 8000 mokslininkų iš daugiau kaip 80 šalių. Jau darant tyrimus Didžiuoju elektronų ir pozitronų priešinių srautų greitintuvu *(Large Electron Positron Collider,* LEP; veikė 1989–2000 m.) buvo pastebėta, kad jonizuojančioji spinduliuotė gali sutrikdyti elektroninių prietaisų darbą. Kadangi Lietuvos fizikai turi didelę puslaidininkinių medžiagų tyrimo patirtį, Puslaidininkių fizikos instituto ir Vilniaus universiteto mokslininkų tyrimų rezultatai buvo panaudoti sprendžiant šias problemas. Akademiko Juro Poželos ir jo kolegų darbuose nagrinėti triukšmai puslaidininkiuose pasirodė esą naudingi tiriant jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį elektroninei įrangai ir gaminant prietaisus CERN'o eksperimentams. Bendradarbiauti pradėta 1997 metais, Lietuvos mokslininkai tyrė galio arsenido (GaAs) tinkamumą Didžiojo hadronų greitintuvo eksperimentams. Nuo 2002 metų lietuviai, vadovaujami prof. J. Vaitkaus, įsitraukė ir į šio greitintuvo detektorių tobulinimo projektus, o 2004 m., Lietuvai pasirašius bendradarbiavimo sutartį su CERN'u, darbai išsiplėtė – be fizikų eksperimentatorių, darbuose dalyvauja ir fizikai teoretikai bei informatikai.

Visos iliustracijos © CERN

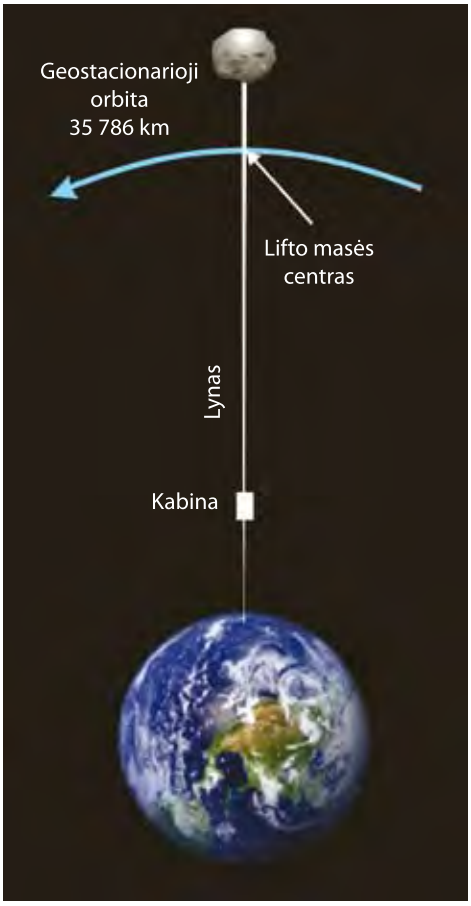
Faktai

Europos branduolinių tyrimų centras įkurtas 1954 metais. Didysis hadronų greitintuvas buvo pradėtas statyti 2001 m. ir kainavo milijardus eurų. 2008 m. rugsėjo 10 d. greitintuvas pradėjo veikti, tačiau dėl avarijos buvo sustabdytas ir vėl atnaujino darbą 2009 metų lapkričio mėnesį.

Kosminis liftas – realybė?

Gediminas Beresnevičius

1979 m. pasirodė vieno žymiausių mokslinės fantastikos kūrėjų A. Klarko (A. C. Clarke, 1917–2008; D. Britanija) romanas „Rojaus fontanai". Šiame kūrinyje aprašomas kosminis liftas, nutiestas virš mistinės Taprobanio (Taprobane) salos. Fantasto populiarumo dėka kosminis liftas, kaip netolimos ateities projektas, plačiai išgarsėjo. A. Klarkui ne pirmajam kilo kosminio keltuvo idėja.



Kosminio lifto schema

Dar 1895 m. rusų mokslininkas K. Ciolkovskis (Ciolkovskij) pateikė geostacionariąja orbita besisukančios „žvaigždžių tvirtovės" viziją. Ta tvirtovė – įrenginys, kabeliu pritvirtintas prie aukšto bokšto. 1960 m. Leningrado (dab. Sankt Peterburgas) inžinierius J. Arcutanovas (Arcutanov) paskelbė šiuolaikinę kosminio lifto koncepciją. Trumpa Dž. Aizakso (J. Isaacs) žinutė apie dviem plonomis vielomis su Žeme sujungtą geostacionarųjį palydovą *Science* žurnale buvo išspausdinta 1966 metais. Kosminio lifto koncepcija į kosminę techniką kuriančių inžinierių akiratį pateko tik 1975 m., kai Dž. Pirsonas (J. Pearson) paskelbė straipsnį, kuriame teoriškai pagrindė kosminio keltuvo sukūrimo galimybes. Ši publikacija ir paskatino A. Klarką pavaizduoti didingą projektą.

Po viešos paskaitos A. Klarkas, paklaustas, kada kosminis liftas gali būti sukurtas, atsakė: „Tikriausiai maždaug po 50 metų, kai niekas jau nebesijuoks." Mūsų laikais specialistams ši idėja nebejuokinga. Norėdami sukurti kosminį liftą rimtai dirba JAV, Japonijos, Didžiosios Britanijos ir kitų šalių mokslininkai bei inžinieriai. Ieškoti alternatyvių kelionės į kosmosą būdų skatina didelė kaina, kurią tenka mokėti už kiekvieną kilogramą, pakeltą į Žemės orbitą. Manoma, kosminis liftas šias išlaidas sumažintų daug kartų, bet pastatyti tokį keltuvą kol kas techniškai labai sudėtinga.

Pagrindinė problema – iš kokios medžiagos turi būti pagamintas lynas, kad atlaikytų didžiules apkrovas, nes jo ilgis – daugiau kaip 36 000 km. Tokio aukščio yra geostacionarioji orbita, kuria skriejantys kūnai tarsi kabo virš to paties Žemės taško. Gana lengva, galinti atlaikyti reikiamas apkrovas medžiaga jau sukurta. Tai anglies nanovamzdeliai, pradėti tyrinėti XX a. devintajame dešimtmetyje. Jie 100 kartų tvirtesni už plieną! Pirmieji nanovamzdeliai buvo trapūs ir iš jų suformuoti ilgų gijų nepavykdavo. Šiandien Kembridžo universiteto (*Cambridge University*) mokslininkai iš 1 g medžiagos jau gali pagaminti 29 km ilgio lyną.

Kita problema – kaip eksploatuoti tokią didžiulę konstrukciją. Neaišku, ir kaip lyną įtvirtinti Žemėje. Lyno „inkarą" reiktų įrengti pusiaujyje, kai kas siūlo statyti 50 km aukščio dangoraižį, kuris apsaugotų lyną nuo siaučiančių taifūnų ir viesulų. Sudėtinga pagaminti ir kosminio lifto kabiną su magnetine pakaba.

Dar vienas sunkiai išsprendžiamas klausimas, kurio specialistai kol kas net nesvarsto – kaip į reikiamą orbitą saugiai „atgabenti" masyvų asteroidą, kuris būtų keltuvo atsvaras. Ar nekiltų nerimo banga, jei virš galvų atsirastų toks „akmenėlis", katastrofos atveju galintis sunaikinti visą mūsų civilizaciją?

Tam, kad kosminis liftas atsipirktų ir galėtų efektyviai veikti, turi būti sukurta infrastruktūra šiam kosminiam įrenginiui valdyti ir naudoti. Jei jis pradėtų veikti, gamyklos kosmose, žmonių kolonijos Mėnulyje, skrydžiai į Marsą daug greičiau taptų tikrove.

Pažanga įgyvendinant šią idėją teikia vilties, kad galbūt jau po kelių dešimtmečių stiuardesės žodžiai „Sveiki atvykę į kosminį keltuvą!.." bus realybė.

Apie kosminį liftą: *www.spaceelevator.com*

Smalsiesiems

- Kokių dar, be paminėtų straipsnyje, techninių problemų gali iškilti statant kosminį liftą?
- Kokios perspektyvos atsivertų žmonijai įgyvendinus šį projektą?
- Kokias kitas kosminių keltuvų idėjas žinote?

Kosminis liftas (© NASA; dailininkas Path Rawlings)

Veiksmažodžių kertelė

Tikriausiai esate girdėję žodžius: „Maža garbė svetimom kalbom kalbėti, didi gėda savos gerai nemokėti“ (Jonas Jablonskis). Kalba – ne šiaip žodžių rinkinys. Tai kiekvienos tautos gyvybės versmė. Į ją laiko ir įvairių istorinių, socialinių aplinkybių tėkmė neišvengiamai įneša šapų ir net rąstų, kurie ne taip lengvai išplaukia sau. Patys turime stengtis kalbėti taisyklingai, neteršti žodyno svetimybėmis, o pasiskolintus kitų kalbų ar laisvojo stiliaus žodžius ar jų junginius turime mokėti vartoti kūrybiškai, saikingai ir atsakingai.
Ar gerai mokame lietuvių kalbą? Aišku, kad mokame. Nagi nagi… Kadangi tyrėjams eksperimentai būtini kaip oras, tai ir siūlome pasitikrinti žinias. Tebūnie mūsų susitikimai žodžių kertelėje įdomūs ir naudingi!

APJUNGTI	Šis veiksmažodis yra neteiktinas vertinys, bet, deja, dažnokai vartojamas. Dažnai pasakoma: „Šias dvi taisykles galima **apjungti** į vieną.“ Bet pamirštama, kad jas galima tik **sujungti**, t. y. suformuluoti vieną bendrą taisyklę.
GAUTIS	Šio žodžio vartotojai klumpa, atrodytų, lygioje vietoje. „**Gautis**“ nereiškia savaiminio gavimo. Įsivaizduokime: du jaunieji tyrėjai sprendžia sudėtingą uždavinį. Vienas klausia: „Ar jau **gavai** uždavinio atsakymą? Man nieko **nesigauna**...“ Kitas, kuris domisi ne tik matematika, bet ir lietuvių kalbos gramatika, atsiliepia šitaip: „Ir aš **negaunu** teisingo atsakymo.“ **Nusigauti** galima net į kitą pasaulio kraštą, o vietoj „**kas čia gaunasi (gavosi)**“ taisyklingai sakoma „**kas čia yra**, **išėjo**, **pasidarė**“, vietoj „**gali taip gautis**“ – „**gali taip išeiti**, **būti**, **atsitikti**“, o vietoj „**gavosi** geri rezultatai“ – „**gauta** gerų rezultatų“.
ĮTAKOTI	Žodžio „**įtakoti**“ nėra Dabartinės lietuvių kalbos žodyne. Tai neteiktinas dirbtinis žodis, bet jis kaip piktžolė kerote keroja mūsų kalboje. Pavyzdžiui, straipsniuose, knygose dažnai pasitaiko žodžiu „**įtakoti**“ pagražintų sakinių: „Pavojingi bandymai **įtakojo** jo sveikatą“, „Stiprus elektromagnetinis laukas **įtakoja** medžiagos atomų būseną“ ir pan. Užterštus sakinius reikia sutvarkyti taip: „Pavojingi bandymai **atsiliepė** jo sveikatai“, „Elektromagnetinis laukas **daro įtaką** medžiagos atomų būsenai (**paveikia** medžiagos atomus)“. Vietoj „**įtakoti**“ tinka bent keletas veiksmažodžių (reikia atsižvelgti į stilių ir kontekstą): „**atsiliepti**“, „**paveikti**“, „**veikti**“, „**daryti įtaką**“, „**turėti įtaką** / **įtakos**“.
LIESTI	Išgirdus sakinį „**Kas liečia** tyrimo metodus, jie labai įvairūs“ taip ir knieti pasakyti: liesti naudojamą įrangą tai galima, bet metodą – ne. „**Kas liečia metodus**“ yra neteiktinas vertinys. Taisyklingas sakinys yra daug trumpesnis ir aiškesnis: „Tyrimo metodai labai įvairūs.“ „**Liesti**“ reiškia „**siekti**“, „**lytėti**“ (paliesk kaktą, ar labai karšta?), „**kibinti**“, „**judinti**“ (neliesk to pikčiurnos, svetimo daikto).
PAJUNGTI	Būna, kad nuo ilgapirščių nukenčia automobilio savininkas – po nakties dingsta akumuliatorius. Susikrimtęs žmogelis dejuoja: „Reikės nusipirkti ir **pajungti** naują.“ Bet akumuliatorius juk veikia tik **prijungtas**. Žodis „**pajungti**“ nevartotinas reikšme „**prijungti**, **įjungti**“, bet vartojamas reikšme „pakinkyti, uždedant jungą“, pavyzdžiui, **pajungti** jaučius. Taigi, reikia sakyti šitaip: „prietaisas **prijungiamas**, o šildymas **įjungiamas**“.
RASTIS	Gyvena sau toks žodis „**randasi**“. Žodis kaip žodis, bet per mūsų kalbą tas „**randasi**“ žygiuoja tarp didžiųjų kalbos klaidų, kai jis vartojamas reikšme „būti“. Pavyzdžiui, ydingai klausiama „kur tu **randiesi?**“ arba teigiama, kad „du taškai **randasi** vienoje tiesėje“. Tiesiog gana paklausti „**kur tu esi?**“, pasakyti, kad tie du taškai **yra** vienoje tiesėje. Kas nors kur nors ne **randasi**, o **yra**. Tai taip ir sakykime! Jei „**randasi**“ atsiranda laiku ir vietoje, nė vienas blogas žodis prie jo nelimpa ir neveda iš kelio. Pavyzdžiui, jei turime galvoje, kad tu iš kur nors dabar **atsirandi** (išnyri iš bangų ar išsuki iš skersgatvio) arba kas nors pradeda būti, rodytis (po lietaus daug grybų **randasi**), tai veiksmažodžių kertelėje viskas gerai.
TALPINTI	Ar galima ką nors **talpinti internete, spaudoje**? Interneto erdvė iš esmės beribė, informacijos į ją nespraudžiame tarsi į kokį indą ar dėžę. Informacija gali būti **skelbiama**, **(į)dedama** į interneto svetainę (tinklalapį). Spaudoje informacija taip pat **ne talpinama**, o **(iš)spausdinama**, **(pa)skelbiama** ar **publikuojama**. Žodis „**talpinti**“ reiškia „daryti, kad tilptų“, todėl sugrūdus 100 kopūstų galvų į trijų litrų talpos stiklainį, atsidusus būtų galima ir pasakyti: „**sutalpinau**!“

Žalia spalva – kalbėk drąsiai!
Raudona spalva – sustok ir pagalvok!

Naudingos nuorodos

Įvairios mokslo naujienos

Discovery Channel
http://dsc.discovery.com

Discovery News
http://news.discovery.com

Discover/Science, Technology and the Future
www.discovermagazine.com

Science Blogs
http://scienceblogs.com

Science Daily
http://www.sciencedaily.com

Science News
www.sciencenews.org

Science News for Kids
http://www.sciencenewsforkids.org

Live Science
http://www.livescience.com

ABC Science
http://www.abc.net.au/science

Virtualieji eksperimentai ir mokomoji medžiaga

Howard Hughes Medical Institute, Cool science
(Eksperimentai virtualiosiose laboratorijose)
http://www.hhmi.org/coolscience

Exploratorium – The Museum of Science, Art and Human Perception
(Įdomiųjų bandymų ir tyrimų vaizdinė medžiaga, jų metodika, mokomieji žaidimai)
http://exploratorium.edu

Society of Robots (Robotų konstravimo pamokos, patarimai)
http://www.societyofrobots.com

Apie Visatą

Universe Today (Astronomijos ir kosmonautikos naujienos)
http://www.universetoday.com

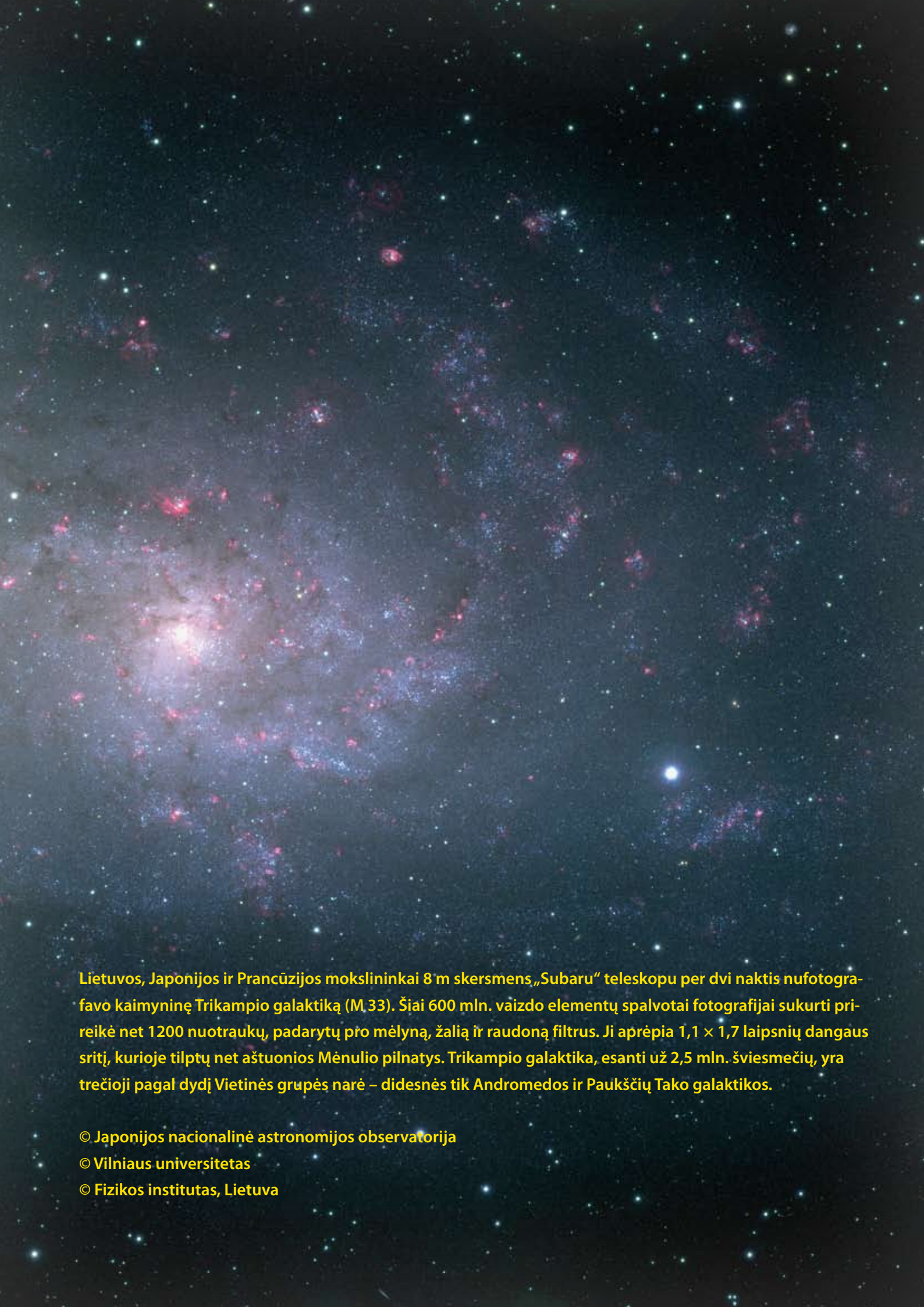
Portal to the Universe (Naujienos, nuorodos į kitas svetaines)
http://www.portaltotheuniverse.org

NASA Education for Students (NASA švietimo programa jaunimui)
http://www.nasa.gov/audience/forstudents

NASA, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology
(Kalifornijos technologijos instituto reaktyvinio judėjimo laboratorija)
http://www.jpl.nasa.gov

Sky and Telescope (Naujienos, mokslinė informacija ir praktiniai patarimai)
http://www.skyandtelescope.com

SpaceWeather.com (Kosminis „klimatas“: informacija apie Saulę, Žemės aplinką, tarplanetinę erdvę)
http://www.spaceweather.com



Lietuvos, Japonijos ir Prancūzijos mokslininkai 8 m skersmens „Subaru“ teleskopu per dvi naktis nufotografavo kaimyninę Trikampio galaktiką (M 33). Šiai 600 mln. vaizdo elementų spalvotai fotografijai sukurti prireikė net 1200 nuotraukų, padarytų pro mėlyną, žalią ir raudoną filtrus. Ji aprėpia 1,1 × 1,7 laipsnių dangaus sritį, kurioje tilptų net aštuonios Mėnulio pilnatys. Trikampio galaktika, esanti už 2,5 mln. šviesmečių, yra trečioji pagal dydį Vietinės grupės narė – didesnės tik Andromedos ir Paukščių Tako galaktikos.

© Japonijos nacionalinė astronomijos observatorija
© Vilniaus universitetas
© Fizikos institutas, Lietuva

JAUNASIS TYRĖJAS

Mokslas • Ekonomika • Sanglauda
Europos Sąjunga
Europos socialinis fondas
Kuriame Lietuvos ateitį

Švietimo ir mokslo ministerija

Lietuvos informavimo ir techninės kūrybos centras

Lietuvos jaunųjų gamtininkų centras