

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	El Vol. 28 n-ro 6(128) 31.12.1977.
--	--

BIOLUMINESKO

ĈU REZULTO DE PLASMAJ PROCEZOJ EN VIVAJ ORGANISMOJ

(CZESŁAW BIEDULSKI, LUBLIN, POLLANDO)

Dum longa tempo la natursciencistoj strebis ekkoni la materion kiel mason kaj kiel videblan bazon de ĉiaj fenomenoj. Tiu ĉi masa vidpunkto estis plene respektata en la biologio, determinante direkton kaj metodojn de esploroj.

La funkciojn de la vivaj estaĵoj, posedantaj la kapablon de memreguligo, reproduktado kaj transformiĝo en daŭro de la tempo, oni ligis prefere kun la strukturo komprenata statike kaj se oni konsideris eĉ la dinamikan flankon, tamen oni traktis la funkciojn de la certaj strukturoj fenomenologie, makroskope, ne pentrante en la pli subtilajn mekanismojn de la reciprokaj influoj.

La biologiaj sciencoj larĝfronte atakis la fenomenon de la vivo en ĝiaj diversspecaj manifestiĝoj, tamen malgraŭ tion ni plu ne scias, kio estas vivo, kia estas ĝia naturo, kiaj estas kaj kiel agas la mekanismoj de la individua diferencigo kaj de la evolua disvolvo de la vivaj organismoj, kiel efektiviĝas la transdono de la genetika kodo, dank' al kio orde funkcias la ĝenerala koordinado tempo-spaca de la kompleksa kontinuo de la reakcioj kaj procezoj, dank' al kio eblas la ĝenerala direktado, kiu tenas la organismon en la dinamika ekvilibro.

Ĉar ekzistas multaj nesolvitaj problemoj, oni serĉas nun aliajn vojojn kaj alimaniere aliron al la problemoj de la vivekono. Lige kun tio ekestas novaj branĉoj de la biologiaj sciencoj sur la limzono de multaj natursciencaj kampoj. Ili aplikas novajn fizikajn metodojn de esplorado konvinke, ke helpe de ili oni povas pli profunde penetri kaj pli bone kompreni la tutan specifecon de la komplika fenomeno de la vivo.

En la problemaro ligita kun la vivo ekzistas kelkaj fenomenoj, kiujn oni ne povas tute klarigi nur per kemiaj leĝoj kaj teorioj. Al tiuj apartenas la tuta klaso de la malforta radiado de la organismoj precipe de tiuj, kiuj emisias la lumon periode kaj sub la kontrolo de la nerva sistemo, la perturbo de la nervo-hormona koordinado sub la influo de la elektromagnetaj kampoj, kiuj havas malaltan oftecon kaj malfortan potencialon, la biomagnetaj, fotoelektraj, piezoelektraj kaj similaj fenomenoj. Ili formas la fizikan flankon de la vivo.

Inter multaj fizikaj fenomenoj de la vivo mi elektas la fenomenon de la kvantuma emisio de radiado, kiu komencas nun vekti pli seriozan intereson.

La lumantaj organismoj estis priskribitaj jam en la antikveco (Aristotelo, Plinio la Juna). La pliajn observojn oni faris zorgeme ankaŭ en la sekvaj jarcentoj, tamen ĉiam oni komprenis la lumineskon kiel interesan fenomenon de la abundaj formoj de la animala kaj vegetala regnoj ne konjektante, ke ĝi probable povas esti vojo kondukanta al la kompreno de la esenco de la vivo mem.

La unuajn seriozajn provojn klarigi la lumineskon de la organikaj kombinoj entreprenis la pola esploristo, Brucislaw Radziszewski, en la dua duono de la pasinta jarcento. Li interpretis la fenomenon de la radiado surbaze de konataj tiam leĝoj de la kemio, koncernantaj precipe la procezon de la oksidado (29). Tial la tutan fenomenon de la lumado, aperantan ĉe multaj vivaj organismoj, oni difinis tiam kiel kemilumineskon. Krom tio oni opiniis, ke ĉi tiuj procezoj okazas nur en la organismoj, kiuj emisias la videblan lumon. Tiu konvinko evidentiĝis malprava jam en la dudekaj jaroj de nia jarcento, kiam A. Gurwicz malkovris t.n. mitogenetikan radiadon, aperantan en la spaco de la proksima ultraviolo. Tridek jarojn poste la kompleksaj esploroj konstatis, ke *senescepte ĉiuj organismoj* emisias la videblan lumon, sed de diversa kaj plej ofte de malforta intenseco.

Lige kun tio konturiĝas la nova maniero trakti la fenomenon de la vivo, bazita precipe sur la metodoj kaj atingoj de la moderna fiziko. La fiziko jam ne parolas escepte pri la strukturo de atomoj, elektronoj kaj aliaj elementaj mikroobjektoj. Ĝi konsideras prefere la materion kampe, kaj la kampo ŝajnas esti la fundamenta speco de la fizika realo. Do la materion oni povas nomi sistemo de la fizikaj kampoj, kiuj influas reciproke unu la alian.

Esplorante la procezojn de la vivo oni komencas pli ofte konsideri la kampan teorion de la materio. Aperas la koncepto, ke eble la tuta vivo okazas en la submolekuloj, do en la regno de elektronoj. Ĝi estas sfero de la mezaj influoj, kie la fundamentaj fortoj estas elektromagnetaj fortoj. Do la esploroj strebas malkovri la mekanismojn kaj leĝojn de la molekula bioenergetiko, pli precize temas pri la tuta komplekso de problemoj, ligitaj kun la reakcio de jonoj kaj liberaj radikaloj, kun la transporto de elektronoj, kun la fenomeno de transporto de elektra ŝarĝo. Temas tie ĉi ankaŭ pri la reakcioj de ekscititaj sistemoj, pri la inversaj interferoj de la influoj de elektraj kaj magnetaj kampoj, pri la resonancaj transdonoj de la informo kaj energio, fotoelektraj kaj laseraj procezoj.

En tiu situacio aperas ebleco de nova starigo de la ĉiam aperta problemo, kiun enhavas en si la fenomeno de la bioluminesko.

Ĝi komencas esti pli kaj pli interesa dank' al sia ofta manifestiĝo kaj proksima ligo kun la gravaj procezoj de la vivo sur ĉiuj ŝtupoj de ĝia evoluo.

UNIVERSALECO DE BIOLUMINESKA FENOMENO

La homa okulo estas aparato tre sensitiva je lumo. Ĝi povas registri la radiadon, kies energio atingas ĝis $5 \cdot 10^{-18}$ kal/sek, kio laŭ la longeco de ondo 500 nm respondas pli-malpli al 52 kvantumoj je sek.cm². Ĉe la konforma adaptiĝo al la mallumo ĝi povas ricevi la radiadon, kiu respondas al 2-3 kvantumoj. Tamen en la normalaj kondiĉoj la okulo ne atingas tiun sojlon de siaj eblecoj. Nur la konvena elektronika aparataro kapablas kontinue funkcii ĉe tiuj limaj kvantoj de la luma energio. Ĝuste tia aparataro permesis en la j. 1954-1961 malkovri la egan riĉecon de la tre malforta biologia radiado en la limoj de la videbla spektro (ĝis 800 nm).

En la j. 1954. la italaj sciencistoj L. Colli, U. Facchini kaj A. Rossi (9) malkovris, ke la kreskantaj junaj radikoj de herboj emisias la videblan lumon, kiu havas tre malgrandan intensivecon. En la sekva jaro A. kaj B. Pulman (28) komunikis pri la lumemisio de la ĝermantaj semoj.

T. Mamedov, J. Popov kaj V. Konev (22) inter la esploritaj 80 specioj de plantoj kaj animaloj, apartenantaj al ok tipoj ne sukcesis konstati la ultramalfortan lumadon ĉe la klorofitoj (Chlorophyceae) kaj la protozooj. La aliaj specioj produktis la malfortan lumineskon. Krom tio ili konstatis, ke pli intense lumas la reprezentantoj de pli altaj organismoj (angiaj plantoj kaj korduloj).

S. Konev kaj M. Kabitnikov (18) uzante la elektronan fotomultiplikilon, tipo FEU-18 kaj FEU-20, registris ultramalfortan biolumineskon de sukerbetaj folioj, hordeaj radikoj kaj de suspensio de *Chlorella vulgaris*. Ili konstatis maksimumon de luminesko en la spaco de 480 nm. La plena spektra spaco ampleksis la longecon de ondoj 350-550 nm.

Oni esploris ankaŭ multajn profundecajn algojn koncerne ilian lumensitivecon kaj lumineskan kapablon. Oni notis maksimumojn en la spaco de 450, 580, 645 kaj 700 nm (13).

Apud vigla interesiĝo de sciencistoj pri la emisio de lumo fare de la tutaj organismoj nun aperis interesiĝo pri la lumado de apartaj organoj aŭ histoj de vivaj organismoj. Evidentiĝis, ke nervaj ĉeloj, kiuj kondukas elektrajn impulsojn, memposedas propran lumineskon (2). V. Karnauĥov kaj E. Melnikova farante mikrospektrajn esplorojn de la nervaj ĉeloj *Limnea stagnalis* konstatis la ampleksan spektran emision de fotonoj ekde 450 ĝis 610 nm (16).

Rezulte de pluaĵ esploroj oni konfirmis la konvinkon, ke la ultramalforta luminesko akompanas la vivprocezojn de ĉiuj organismoj kaj estas atribuita al la apartaj histoj kaj biosubstancoj. Do lumineskas ne nur la tutaj organoj, kiel koro aŭ hepato, sed ankaŭ unuopaj ĉeloj, iliaj organeloj kaj izolitaj albuminoj (45), nukleinaĵoj (5), lipidoj kaj fosfolipidoj (44) kaj aliaj biologie gravaj organikaj kombinoj.

La menciitaj tipoj de luminesko, makro- kaj mikroskalaj, atestas pri tio, ke la fenomeno estas universala, ke ĝi estas neapartigebla eco de la vivo. Traktante ĉi tiun problemon aliflanke oni povas diri, ke tiu universaleca manifestiĝo de la bioluminesko atestas insiste pri tio, ke troviĝantaj ĉe ĝia bazo kvantumaj fenomenoj de la emisio de fotonoj estas por la viva organismo same gravaj procezoj kiel biokemiaj procezoj en ilia klasika kompreno. Cetere ambaŭ specoj de tiuj procesoj estas reciproke ligitaj.

PROVOJ DE LA INTERPRETO

La klarigo de la luminesko kaj ankaŭ de aliaj novaj fenomenoj dependas de la aktuala stato kaj disvolvo de la natursciencoj. De la unuaj provoj interpreti la emision de la lumo fare de kemiaj kombinoj devis esti bazitaj sur leĝoj de la kemio, kiu ŝajnis esti tie ĉi la plej kompetenta branĉo.

Jam en la j. 1667. la angla kemiisto K. Boyle komencis eksperimente serĉi kaŭzon de la lumado de vivaj organismoj. Li prezentis la ĝustan hipotezon, laŭ kiu - uzante la nuntempan lingvon - la lumado estas rezulto de la oksidado.

B. Radziszewski en la j. 1880. ankaŭ provis klarigi la lumadon de esplorataj de li organikaj kombinoj. Li difinas tri fundamentajn ecojn de tiuj reakcioj, kiuj ebligas la emision de la radiado. Ili estas: la ĉesto de la oksigeno en la lumanta organismo, alkaleco de la medio kaj malrapide estiĝanta kemia reakcio - oksidado (29). Tiu ĉi skemo povas esti aktuala ĝis hodiaŭ por multaj reakcioj, ĝi estas tamen tro ĝenerala kaj ne klarigas aliajn procezojn de lumado, kiuj ne respondas al tiuj kondiĉoj.

La sekva paŝo al la klarigo de la lumadmekanismo estis ligita kun la enzimaj procezoj t.e. kun larĝe komprenata katalizo. R. Dubois en la j. 1885-1887 pruvis eksperimente, ke la faktoro, kiu obligas la fenomenon de la lumado en la organismo de la skarabo Phosphorus estas komplekso: albumino - enzimo, kiun li nomis konforme luciferino kaj luciferazo. La luciferazo kiel enzimo katalizis la oksidadon de la albumino de luciferino, kion akompanis la emisio de lumo (10). La skemo de la reakcio prezentiĝas jene: luciferino + luciferazo + akvo (oksigeno) → lumo (bioluminesko).

Post la kemiaj analizoj de la lumad-procezo en la XIX jarcento, novan aspekton en la komprenado de tiu fenomeno prezentis en la j. 1904. M. Trautz (42). Li rimarkis, la unua, la eblecon trakti kemilumineskon kiel inversan fotokemian reakcion. En la fotokemia procezo rezulte de la absorbo de la lum-kvantumo okazas ekscito de la parteto kio permesas al ĝi partopreni la kemian reakcion:



En la reakcio de la lumado la malaktiviĝo de la jam ekscitita parteto $A^{\oplus}$ kondukas al la emisio de la fotono:



La novan etapon en la interpretado de la luminesko apertas la fiziko, kiu ekde la komenco de nia jarcento fariĝas la gvida scienco. Ĝiaj metodoj determinas novan alpaŝon al la esplorataj fenomenoj. Atentinda estas la radikala metodo en kiu la fundamentan rolon ludas la malaktiviĝo de la ekscititaj partetoj per la rekombino de ekscititaj atomoj aŭ radikaloj, t.e. de atomgrupoj, kiuj havas neparigitajn elektronojn (nesaturitajn ligojn), dank' al kio ili estas tre aktivaj kemie.

La radikala teorio de kemiluminesko (6) baziĝas sur la principon de la inverseco de la procezo de fotolizo kaj de luminesko. En la unua procezo la ensorbita kvantumo de la radiado detruas la partetojn kreante la radikalojn:



En la dua procezo la rekombino de radikaloj kondukas al la kreo de la ekscitita parteto kiu sekve emisias la kvantumon de la radiado:



En la sesdekaj jaroj E. Chandross kaj F. Sonntag (8) prezentis la teorion de transportado de elektronoj laŭ kiu la ekscitita korpusklo kreigas rezulte de la transporto de elektrono disde la radikalo, ekz. de la aroma karbonhidrogeno sur la konvenan akceptoron kiu povas esti oksidilo. Ĉi tiuj aŭtoroj opinias, ke la procezo de la transportado de elektrono estas verŝajne ligita kun la tunela fenomeno, dank' al kio ĝi liberigas energion en la malgranda volumeno de unuopa korpusklo dum tre mallonga tempo kompare kun la tempobezonata por liberigi termoenegion en la objekton de granda volumeno. La tempo de tia transsalto de elektrono estas ankaŭ pli mallonga ol la tempo bezonata por disigi la ligojn. La liberigita energio povas esti lokita sur la korpusklo fermita en la ero de solvilo. Pro tio la reakcioj de la transportado de elektrono povas produkti la ekscititajn korpusklojn, kaŭzante grandan produktivecon de la ekscito.

La plua teorio, kiuklopodis klarigi la procezon de ekesto de la ekscititaj korpuskloj, estas teorio de la samtempa disigo de kelkaj ligoj en unu korpusklo kaj kreo de kelkaj stabilaj produktoj (30). Ĝi koncernas antaŭ ĉio la disfalon de superoksidoj, kiel ĉefan ĉenon, kiu okazas ĉe la reakcioj de oksidado per la oksigeno. La energio, uzata por aktivigo de la reakcioj dum la disfalo de superoksidoj, havas forton apenaŭ de kelkaj kkal/mol, kaj la energio de disigo de la ligo -O-O havas ĉirkaŭ 37 kkal/mol. Estas klare, ke la energia efeto de la reakcio ne sufiĉas por kaŭzi la emision de videbla radiado, kiu tamen akompanas la disfalon de superoksidoj. Do devas ekzisti iu mekanismo, kiu kaŭzas la elektronan eksciton de la korpuskloj sur tiel alta energia nivelo, por ke ĉe ilia malaktivigo aperu la emisio de fotonoj. Ĝuste la prezentata teorio postulas la specifan procedon de malkompono de superoksidoj, kiu konsistis el la samtempa detruo de almenaŭ du ligoj kaj el samtempa kreo de stabilaj produktoj, sur kiuj loĝiĝas la energio de tiu ĉi procezo.

Do, la klarigoj pri la maniero de ekesto de la ekscititaj korpuskloj kaj la fotona emisio, kiu rezultis el ilia malaktivigo, ne estas tiel kompletaj por konstati, ke la problemoj jam estas solvitaj. Estas ankoraŭ bezonata pli preciza kono de mekanismoj, kiuj agas en la apartaj etapoj de reakcio, kaj antaŭ ĉio pli bona kono de la specifa bazo, sur kiu okazas tiuj ĉi komplikaj energiaj procezoj.

Ĉi lasta plej grava postulo estas jam grandparte plenumita. Valoras rigardi tion almenaŭ supraj.

ELEKTRONIKAJ ECOJ DE LA VIVA SUBSTANCO

La elektroniko estas freŝdata, ĉar ĝi ekzistas apenaŭ kelkdek jarojn, branĉo de lascio kaj tekniko, ligita kun la fenomenoj de la elektrona konduktanco kaj kun aliaj ecoj de t.n. duonkonduktoroj.

En la j. 1931. A.H. Wilson surbaze de la kvantuma mekaniko prezentis la teorion de la energiaj strioj en la konduktoroj. En la j. 1940-1950 oni ekkonis plibone la dislokiĝon de energiaj niveloj kaj movojn de elektronoj

en la duonkonduktoroj, precipe en la germaniumo kaj en la silicio. La lavanga disvolvo de la ekkono de la duonkonduktoroj kaj teknika eluzo de iliaj ecoj komenciĝis en la j.1948., kiam J. Bardeen kaj W. Brattain konstruis surbaze de kvalitoj de la junto p-n la akraĵan transistoron. Evidentiĝis, ke la duonkonduktoroj konsistigas la plej interesan, plej fruktodonan kaj promesantan klason de la konduktoraj korpoj.

Lige kun tia stato de la afero naskiĝas demando, ĉu en la viva mondo, do en la organikaj kombinoj troviĝas ankaŭ duonkonduktoroj kaj se jes, kian rolon ili ludas.

Dum longa tempo oni opiniis, ke la organikaj kombinoj estas izolatoroj. Kvankam A. Szent-Gyorgyi jam en la j. 1941. sugestis, ke en la strukturoj de vivaj kombinoj devas troviĝi energiaj strioj de la konduktanco, laŭlonge de kiuj estas sendata "energio de vivo" (41), tamen neniu kontrolis tiun supozon. Nur post multaj jaroj pri la organikaj kombinoj interesiĝis elektronikaj teknikistoj, serĉante praktikajn aplikojn. Rezulte de tiuj esploroj oni konstatis, ke multaj heterociklaj kombinoj (1), aromaj senjonaj kombinoj kaj olefinoj posedas ecojn de elektrona duonkonduktanco kaj fotokonduktiveco (17). La samon oni konstatis ĉe la polciklaj kaj aromaj karbohidrogenoj (24) kaj ĉe multaj organikoj polimeroj (25). Montriĝis, ke karotenoj (31) kaj porfirinoj (20) estas tipaj duonkonduktoroj.

Postaj multaj eksperimentoj konfirmis, ke ĉiuj albuminoj estas organikaj duonkonduktoroj, kiuj posedas tipajn ecojn por tiu ĉi klaso de materialo nome: supraĵan densigon de la ŝarĝo, drivon de elektronoj kaj de truoj, donoro-akceptorajn fenomenojn fotoelektrajn (43) kaj piezoelektrajn (3) efektojn.

Pluaj eksperimentoj montris, ke ankaŭ la nukleinaj acidoj (11,12) posedas ĉefajn ecojn de duonkonduktoroj kune kun la transsendo de liberaj elektronoj. Krom tio oni konstatis per la metodo EPR, ke la koncentriĝo de liberaj elektronoj nombras ĉe ili ĉirkaŭ 10^{21} je cm^3 , simile kiel en metaloj (5).

La hidrogenaj ligoj en la formo t.n. hidrogenaj pontetoj estas ordinaraj en la albuminoj kaj nukleinaj acidoj. Ili estas traktataj kiel duonkonduktoraj juntoj p-n. Tio estas nova detalo, kiu indikas la elektronikajn ecojn de la vivaj substancoj.

Oni diras ankaŭ pri la duonkonduktoraj kvalitoj koncerne la tutajn histojn, plantojn (21) kaj animalojn (4).

La specialan grupon de duonkonduktoroj formas piezoelektrikoj. La organikaj piezoelektrikoj estas la tuta osta (38), epitelia kaj muskola (39) histoj. Lastatempe oni komunikis, ke la piezoelektrikaj kvalitoj aperas ankaŭ ĉe la filogenetike sufiĉe junaj formoj. Tio koncernas la eksterajn skeletojn de la senvertebruloj (46).

ELEKTROMAGNETISMA TEORIO DE LA VIVO

La analizo de unuopaj ĉelaj strukturoj, kiaj formas la materian bazon de la vivprocezoj, kiel ankaŭ de karaktero de la kompleksaj reakcioj mem, kondukas al la konstato, ke la tuto de interakcioj de la vivo efektiviĝas en la sfero de la fortoj kaj influoj de la elektromagnetisma tipo, krom tio la plej aktiva kaj biologie krea ŝajnas esti la amplekso ekde proksima ultraviolo ĝis la proksima infraruĝo. Por la viva organismo ne estas

ankaŭ indiferenta la sfero de la radaraj kaj radiaj ondoj (27). Kiam la vivan organismon oni submetas al la influo de radiado, oni konstatas, ke en ĝi okazas karakterizaj porĉiuj duonkonduktoroj tiaj fenomenoj kiel polarizo, jonigo, fotokonduktanco kaj fotovoltaj fenomenoj (33).

Tiuj kaj similaj faktoj estis bazo por formuli la elektromagnetisman teorion de la vivo (33,35). Ĉi tiu teorio klarigas la universalecon de la bioluminesko en la viva mondo. Eĉ pli, la kampo de esplorataj fenomenoj larĝiĝas kaj ampleksas laserajn fenomenojn en la vivaj sistemoj (34,37), en kiuj la organikaj duonkonduktoraj kombinoj (34,15) estas aktiva substanco.

Atentinde estas, ke la vivo en sia evoluo produktis konvenajn laserantajn mikrostrukturojn kiel mitokondrioj, klaroplastoj, ribosomoj, retikulaĵ sistemoj kaj la tuta aro da interĉelaj membranoj kun la citoplasma membrano inkluzive (19,40). Ĉi tiuj faktoj kaj aperanta enĉiuj organismoj ĉu makroluminesko ĉu ultramalforta lumado postulas iun unuecan klarigon, precipe kiam ni konstato, ke la nun cititaj strukturoj kaj funkcioj formas parton de la fundamenta por la vivo procezo, nomata metabolismo, kaj traktata ĝis nun nekomplete nur en la kategorioj de kemiaj reakcioj.

La biokemio, konsideranta la metabolismon kiel kemian ligon kaj liberigadon de la energio, esprimis tion en du nocioj: oksidado kaj reduktio. Tiun tradicion vidpunkton koncerne la procezon de la kemiaj reakcioj oni povas esprimi en la elektronika terminologio kiel donorakceptoran procezon, kiun iufoje akompanas emisio de kvantumoj de la radiado. Oni povas anstataŭi ilin per alia paro de nocioj: jonizado kaj rekombino. Tia interpreto havas la metodologian kaj esploran avantaĝojn, ĉar permesas kompreni homogenan fundamentan principon de la agado de la viva organismo inkluzive kun la fenomeno de la luminesko. Oni devas substreki, ke ĉiu nova nocio por difini la saman fenomenon nur ŝajne estas simpla sinonimo. Efektive ĝi estas konativa esprimo aŭ reflektio de la nova aspekto de esplorata objekto, procezo aŭ fenomeno. Tial ni ne haltas nur ĉe la lingva sfero kaj ne kontentigās nur per la ŝanĝo de la termino malgraŭ tio, ke ĝi donas pli riĉan enhavon ol la antaŭa termino.

FIZIKA PLASMO EN VIVAJ ORGANISMOJ

Ni proksimiĝas nun al la pli ĝenerala rigardo sur la priparolatan fragmenton de la realeco. Ni troviĝas ĉe la problemaro de metabolismo kun ĝiaj anabolisma kaj katabolisma partoj, kiel kun du procezoj de la kemi-elektra naturo, reciproke kontraŭstaraj. Nekompleteco de la klarigo pri la dufaza fenomeno de premo kaj redono de la energio en la metabolisma procezo rezultis - ni diru klare - ne pro la manko de novaj formuligoj, sed pro la neebleco prezenti en unu formuligo la tutan riĉecon de estiĝantaj enĉi tiu procezo de elektraj, magnetaj, termaj, mekanikaj, gravitaj kaj kemiaj influoj.

Ekzistas tia stato de la materio, kiu ebligas preskaŭ samtempan estiĝon de tiuj fenomenoj. Tiun staton posedas la fizika plasmio.

La transiro ekde la duonkonduktoroj al la plasmio rezultas el la disvolvado de esploraj metodoj kaj sciencaj atingoj pri la elektroniko. Komence nur la juntojn p-n oni traktis kiel mikroplasmion. La plua precizigo de

la problemo permesas agnoski la duonkonduktoron kiel plasmon de solida korpo. Surbaze de tio ankaŭ labiologian duonkonduktan dielektrikon oni povas trakti kiel fizikan plasmon aŭ plimallonge - kiel bioplasmon (32). "La bioplasmo (biofizika termino diversa de protoplasmo citologie komprenata) estas oportuna skematigo, ĉar ĝi kunigas en si la mason en movo (transporto de la substanco) kun kampaj influoj." (32 p.47).

La plasmone estas stabila stato, sed kontinue kreiganta depende de la livero al ĝi de diversspeca energio. Ĉiuspeca energio, liverita al plasmone, influas ĝian stabilecon, pli malgrandigante eblecon de ĝia destabiliĝo. Dank' al livero de la energio la plasmone plilongigas sian ekziston kaj samtempe liberigas tiun energion en la rekombinaj procezoj, kiuj kondukas al la degrado (ĉe kio liberiĝas ankaŭ la radianta energio). Tiu dinamadufazeco de la plasmone estas analogia al la fenomeno de la jonizado kaj rekombino, kiu okazas en la duonkonduktoro. Ĉi-maniere la plasmone kunigas en si la kemiajn, elektronikajn kaj radiajn fenomenojn. Kaj en nefirma stabildegrada ekvilibro ĝi estas bona konformaĵo al la procezo de la katabolismo kaj anabolismo.

Konsiderante tiujn momentojn oni formulis la nocion de bioplasmo komprenata kiel meza elektrona stato de la metabolismo (34). La koncepto de la bioplasmo pli universale prezentas la fenomenon de la vivo ol la elektromagnetisma koncepto. Cetere ĝi estas plua disvolvo de ĉi-lastata.

Ekzistas sufiĉe preciza konformeco de la sentkapablo de la viva organismo kaj de la bioplasmo je ĉiuspecaj kampaj faktoroj, je kvantumoj de la lumoj kaj je la plej etaj kemiaj malpurigoj. La kemia sensitiveco de la plasmone estas analogo de la reago de la duonkonduktoro je almiksaĵaj atomoj. La malgranda ŝanĝo de la kemia stato kaŭzas grandajn elektrajn ŝanĝojn en la duonkonduktoro kaj en la plasmone.

Krom tio la tre grava kvalito de la plasmone estas ĝia kapablo ne nur absorbi la elektromagnetisman radiadon, sed ankaŭ ĝin emisii. Ĝi emisias la mallongondan radiadon - rezulte de rekombinaj procezoj - kaj ankaŭ la longajn ondojn - rezulte de elektraj vibroj de la tuta ĝia maso. La tipaj por la plasmone estas vibroj mhd - magnetohidrodinamaj (36).

Ĉe tiu nova interpreto fariĝas pli kompreneblaj ne nur kemiaj procezoj konekse kun la elektraj, sed ankaŭ trovas tie ĉi sian motivigon tre larĝa amplekso de la radiado, emisiata de biostrukturoj. La radiado en la sfero de la proksima violo kaj de la videbla spektro povas okazi en la bioplasmon rezulte de la rekombinaj procezoj, ĉar en la fizika plasmone la radiado en tiu ĉi sfero de la spektro efektive okazas kiel efiko de la malrapidigaj procezoj, rekombinoj kaj ciklotrona efiko.

En la viva sistemo ni renkontiĝas kun la emisio de radiado ankaŭ en la kampo ekde infraruĝo (7), tra milimetraj radiaj ondoj (26) ĝis la plej longaj ondoj, kies longeco havas centojn da metroj aŭ eĉ kilometrojn (14, 23). Ĝi estas certe elektromagneta manifestiĝo de pli kaj pli komplikaj strukturaj niveloj de la vivaj organismoj, ĉar oni akceptas, ke "la longo de la ondo povas indiki la komplikecon de la organismo kaj esprimi la evoluoprogreson" (37).

R E F E R E N C O J

- (1) Aftergut S., Brown G.: *Elektronic Properties of Organic Compounds. P. I. Heterocyclic Compounds.* En: *Organic Semiconductors.* New York 1962. p. 79-83.
- (2) Artemiejew W.W.: *Registracyja optyczeskogo izluczenija nierwa.* "Biofizika" 1967., 12, 6, p. 1111
- (3) Athenstaedt H.: *Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutsamer Stoffe.* "Naturwissenschaften" 1961., 48, 13, p. 465
- (4) Becker R. O., Brown F.M.: *Photoelectric Effects in Human Bone.* "Nature", 1965., 206, p. 1325.
- (5) Blumenfeld L.A., Kalmanson A.E., Szen Pej-geń: *Ob osobiennościach elektronowej struktury nukleinowych kwasów i ich kompleksów z białkami.* "Doklady A.N. SSSR" 1959., 124, 5, p. 1144
- (6) Bremer T.: *Le mecanisme de la Chimiluminescence en solution II Oxydation du 3-Aminophthalhydrazide.* "Bulletin de la Société Chimique de Belgique", 1953., 62, p. 569-610
- (7) Callahan P.S.: *Intermediate and Far Infrared Sensing of Nocturnal Insects.* 1965, lat "Kosmos" A 1968, p. 288-291
- (8) Chandros E.A., Sonntag F.I.: *Novel Chemiluminescent Electron-Transfer Reaction.* "Journal of the American Chemical Society" 1964. 86,15, p. 179
- (9) Colli L., Facchini U., Rossi A.: *Study of RCA 5819 and EMI 6260 Photomultipliers as Individual Photon Counters.* "Nuovo cimento" 1964., 11,3, p.255-261
- (10) Dubois R.: *Fonction photogenique des Pyrophores.* "Comptes Rendus des Seances de la Société de Biologie" 1885., 37, p. 559-562.
- (11) Duchesne J.: *Thermal and Electrical Properties of Nucleic Acids and Proteins.* "Nature" 1960., 188, p. 405
- (12) Eley D., D., Leslie R.B.: *Conduction in Nucleic Acid Components.* "Nature" 1963., 197, p. 898
- (13) Golub S. J.: *Luminescencyja filloflory.* En: *Trudy Mosk. Obszcz., Moskvo,* 1965. p. 156-160
- (14) Weirtzler J.R.: *The Longest Electromagnetic Waves.* "Scientific American" 1962., 3, p. 128
- (15) Iniuszin W.M.: *Laziernyj swiet i ziwoj organizm.* Alma Ata 1970.
- (16) Karnauchow W.N., Mielnikowa E.W.: *Mikrospektralnye issledowanija sobstwennoj luminiscencui nerwnych kletok* "Biofizika" 1969., 14,2, p. 208 s.
- (17) Kleinermann M.Y., Mc Glynn S.P.: *Photoconductivity and Intermolecular Interaction in Nonionic Aromatic Crystals.* En: *Organic Semiconductors,* New York 1962. p. 108-114
- (18) Koniew S.W., Katibnikow M.A.: *Ob osobiennościach bioluminescencji rastitelnych tkaniej.* En: *Trudy Mosk. Obszcz.,* p. 69-74
- (19) Liberman E.A.: *Membrany (Jonnaja pronicajemost', wozbudimost', uprawlenie).* "Biofizika" 1970. 15,2, p. 278-297
- (20) Litwin F.F., Zwalinski W.J.: *Poluprowodimost' fotosinteticheskich struktur i jejo swiaż z fotosintiezom.* "Biofiziko" 1971. 16,3, p. 420-430
- (21) Lazariw I.Z.: *O driefie toka szerez Rastitelnuju tkan;* "Biofiziko" 1964., 9,1, p. 86-93
- (22) Mamiedow T.G., Popow J.A., Koniew W.W.: *En: Swierchslaboje swiecenie razlicznych organizmow.* "Biofiziko" 1969., 14,6, p. 1047-51

- (23) Manczarski S.: Zagadnienie przenoszenia myśli w świetle badań radiotechnicznych. "Przegląd Telekomunikacyjny" 1946., 10, p. 228-290; 11-12, p. 315-326; 1947., 1-2, p. 25-35; 3-4, p. 82-96
- (24) Okamoto Y.: Effect of Impurities on the Electrical Conductivity of Simple Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. En: Organic Semiconductors, p. 100-107
- (25) Pohl H.A.: Semiconduction in Polymers. En: Organic Semiconductors p. 134-141
- (26) Presman A.S.: O roli elektromagnitnych polej w procesach zyzniediejatelności. "Biofizika" 1964., 9,1, p. 131 s.
- (27) Presman A.S.: Elektromagnitnyje pola i zywaja priroda. Moskvo 1968.
- (28) Pullman A., Pullman B.: Cancérisation par les Substances Chimiques et Structures Moléculaires. Paris 1955.
- (29) Radziszewski B.: Über die Phosphoreszenz der organischen und organisierten Körper. "Ann. der Chemie" 1880., 203, p. 305-336
- (30) Rauhut M.M., Sheehen D., Clarke R.A., Semsel A.M.: Structural Criteria for Chemiluminescence in Acyl Peroxide Decomposition Reactions. "Photochemistry and Photobiology" 1965., 4, p. 1097-1110
- (31) Rosenberg B.: Photoconduction Activation Energies in cis-trans Isomers of B-Carotene. "The Journal of Chemical Physics" 1961., 34, p. 63-66
- (32) Sedlak W.: Elektrostatiza i ewolucja organiczna. "Roczniki Filozoficzne" 1967., 15,3, p. 31-58
- (33) Sedlak W.: ABC elektromagnetycznej teorii zycia. "Kosmos" A 1969., 2, p. 164-174
- (34) Sedlak W.: Plazma fizyczna i laserowe efekty w ukladach biologicznych. "Kosmos" A 1970, 2, p. 143-154
- (35) Sedlak W.: Wstep do elektromagnetycznej teorii zycia. "Roczniki Filozoficzne", 1970., 18,3, p. 101-126
- (36) Sedlak W.: Magnetohydrodynamika biologiczna w zarysie. "Kosmos" A 1971., 3, p. 191
- (37) Sedlak W.: Laserowe procesy biologiczne. "Kosmos" A 1972., 5, p. 533-545
- (38) Shamos M.H., Lavine L.S., Shamos M.I.: Piezoelectric Effect in Bone. "Nature" 1963., 197, p. 81
- (39) Shamos M.H., Lavine L.S.: Piezoelectricity as a Fundamental Property of Biological Tissues. "Nature" 1967., 213, p. 267
- (40) Szachow A.A.: O membrannej biologii. En: Niekotoryje wooprosy biodynamiki i bioenergetyki, Alma Ata 1972. p. 9-19
- (41) Szent-Györgyi A.: Towards a new Biochemistry? "Science" 1941., 93, p. 609
- (42) Trautz M.: Über neue Lumineszenz Erscheinungen. "Zeitschrift für Elektrochemie und Angewandte physikalische Chemie" 1904., 32, p. 593-596
- (43) Wladimirow J.A., Lwowa O.F.: Swiechslaboe swieczenie i okislitelnoje fosfolirowanie w mitochondriach. "Biofizika" 1964., 9,4, p. 406
- (44) Willesow F., Terenin A.: Photoelektrische Emission aus der Oberfläche von Halbleiter-Katalysatoren. "Naturwissenschaft" 1959., 46,5, p. 167
- (45) Wladimirow J.A., Zimina G.M.: Luminescencyja niekotorych bielok i triptofana pri monochromaticzeskom wozbuzdenii w rastworach z rozlicznymi pH. "Biofizika" 1965., 30,6, p. 1105-1114
- (46) Zilberstein R.M.: Piezoelectric activity in invertebrate exoskeletons. "Nature" 1972., 235, p. 174