



SpectroOpus

Az MKE Spektrokémiai Társaságának hírlevele. Megjelenik negyedévente.

I. évfolyam, I. szám

2019. július 26.

Tartalom

Beköszöntő	1
62. MSV első körlevele	2
Bemutatkoznak fiatal kollégáink	2
Sirat Sandil	3
Timothy Amangdam Anemana	5
Tartós metállék szín a természet boszorkánykonyhájából	7

Beköszöntő

Kedves Hírolvasó!

Az utóbbi évtizedekben a spektrokémiai alapkutatásokat művelők szakmai közössége egyre zsugorodik mind itthon, mind világszerte. Egyértelműen érezhető a hangsúlyok eltolódása a spektroszkópiai alapkutatások felől a spektroszkópiai alkalmazott kutatások, ezen belül is főként az anyagtudományi, élettudományi, környezettudományi és energetikai területek irányába. Fiataljaink érthető módon sok esetben külföldön próbálnak szerencsét, jelentős a tagságunk lemorzsolódása és elöregedése. Ez utóbbi viszont általános tapasztalat, nemcsak a spektroszkópiai közösséget érintő kedvezőtlen folyamat.

Megtörni, feladni ám, nem szabad! Igazodni kell a változó idő szavához. Így például legjelentősebb szakmai fórumunk, a Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlést immáron két évente szervezzük meg, és a jövőben igyekezünk bekapcsolódni egyéb, analitikai kémiai tárgykörű szakmai rendezvények vérkeringésébe is.

Az MKE Spektrokémiai Társaságának idén tavasszal megújult a vezetősége, és egyebek közt újdonság, hogy hírlevelet indított útjára. Jelen kezdeményezés azzal a szándékkal született, hogy hírt adjon főleg a hazánkban folyó spektrokémiai kutatásokról és sikerekről. További célunk felhívni a figyelmet szakmai rendezvényeken való részvételre, tapasztalatokra, valamint beszámolni azok sikeréről, közösségünk figyelmébe ajánlani atom- és molekula-

spektrometriai PhD-, habilitációs és MTA-védéseket, érdekes tanulmányokat és könyveket. Így minden egyes, elért eredményről szóló vagy közösségünk hírnevének öregbítésére szolgáló híradást szívesen megjelentetünk.

Kérjük, fogadják szeretettel, és terjesszék a most útjának indított hírlevelünket, amellyel nem titkolt szándékunk megakadályozni a már meglévő tagságunk további zsugorodását és új híveket toborozni, akik majd a jövőben, reméljük, legalább ugyanolyan lelkesedéssel veszik majd át tőlünk a stafétabotot, mint amennyi szeretettel és gondossággal mi útjára indítottuk ezt a szerény, de ambiciózus kezdeményezést!

2019 júniusa

Az MKE SKT vezetősége



Égi fénytörés (©Haraszti István, Csolnok, 2017.07.13.)

Meghívó

A Magyar Kémikusok Egyesületének (MKE) Spektrokémiai Társasága (SKT) együttműködve az MTA Spektrokémiai Munkabizottságával rendezi meg a **62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlést**. A rendezvény helyszíne és időpontja:

**Balatonszárszó, SDG Családi Hotel és Konferencia-központ
2019. november 11-13.**

Társrendezvényeink:

a XIV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia
(<http://www.mke.org.hu/KAT2019/>)

6th Sino - Hungarian Symposium on Environmental Protection

A fenti rendezvények fórumot biztosítanak az atom- és a molekulaszpektroszkópia elméleti kérdéseivel és gyakorlati alkalmazásaival, valamint a környezetvédelmi analitika aktuális kérdéseivel foglalkozó szakemberek véleménycseréjéhez és továbbképzéséhez.

Főbb témakörök:

- atomabszorpciós spektrometria
- optikai emissziós spektrometria
- atomfluoreszcens spektrometria
- röntgenfluoreszcens spektrometria
- kapcsolt mérés technikák (GC-MS, LC-MS, ICP-MS, TG-MS)
- ultraibolya és látható spektroszkópia
- infravörös és Raman spektroszkópia
- elektron- és a nukleáris magrezonancia-spektroszkópia
- tömegspektrometria

Általános információk

A 62. MSV hivatalos nyelve magyar, míg a 6th Sino-Hungarian Symposium rendezvényé angol. Magyarországi kutató- és felsőoktatási intézményben kutatást végző külföldi hallgatóknak szakmai munkájuk angol nyelven történő bemutatására is lehetőséget biztosítunk. A rendezvény keretében a Török Tibor Emlékérem átadására kerül sor. Mind szóbeli, mind poszter előadásokat elfogadunk, de a szóbeli előadásokat részesítjük előnyben. Szívesen fogadunk a tudomány és ipar határterületet bemutató bármilyen előadást is. A 62. MSV és a 6th Sino-Hungarian Symposium rendezvényekre bejelentett előadások maximum 4 oldalas összefoglalói a három rendezvény közös kiadványában jelennek meg. A szóbeli előadások jellemzően 15 percesek, melyeket 5 perc vita követ.



Az MKE a **62. MAGYAR SPEKTROKÉMIAI VÁNDORGYŰLÉSSEL** azonos helyszínen és időpontban, önálló, párhuzamosan lebonyolított rendezvényként kívánjuk megszervezni a XIV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferenciát (<http://www.mke.org.hu/KAT2019/>) és a 6th Sino-Hungarian Symposium on Environmental Protection rendezvényt. A közös érdeklődésre számot tartó előadásokra való tekintettel, a tudományos program kialakítása során, igyekszünk biztosítani a három rendezvény közötti átjárás lehetőségét.

E rendezvények hagyományosan kiállítást szerveznek a szakterületekhez kapcsolódó műszer-, vegyszer- és laboratóriumi eszközgyártó, valamint könyvforgalmazó cégek részére.

Jelentkezés és a maximum 4 oldalas összefoglaló feltöltése a **62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés** honlapján, az online rendszer segítségével:

<http://www.spektrokemia.mke.org.hu/>

MINDEN RÉSZTVEVŐT SZERETETTEL VÁR A SZERVEZŐ BIZOTTSÁG!

Prof. Dr. Záray Gyula
tiszteletbeli elnök

Dr. Mihucz Viktor Gábor
elnök

Dr. Ziegler Ildikó
titkár

**Az MKE
Spektrokémiai
Társaság
tiszttújító
taggyűlésére
2019. április 9-
én került sor.**

Bemutatkoznak fiatal kollégáink

2019. április 9.-én lezajlott a Spektrokémiai Társaság tisztújító taggyűlése az MKE Hattyú utcai székházában. A megjelentek és a levélben szavazók közvetlen szavazással választották meg a vezetőséget és a társaság elnökét (az új vezetőség a következő hírlevélben mutatkozik be). E ren-

dezvényen két külföldi hallgató, Sirat Sandil és Timothy Amangdam Anemana is előadást tartott. Az ő bemutatkozásukkal nyitjuk meg e rovatunkat, azzal a reménnyel, hogy a jövőben további kollégák szakmai munkájáról is beszámolhatunk.

Sirat Sandil

Sirat Sandil is a research scholar at the Eotvos Lorand University, Hungary. She hails from India. She has received the *Stipendium Hungaricum* Scholarship of the *Tempus* Public Foundation from 2016-2020 for pursuing Ph.D. in Hungary.

She completed her Bachelor's degree in Botany from Delhi University, India and then obtained a Master's degree in Environmental Science from Tezpur University, India. For her Master's thesis she worked on the distribution of phosphorous and heavy metals in the different fractions of superficial sediments in high altitude lakes of eastern Himalayas. The study focused on determining the eutrophication, the possible anthropogenic impact and, the effect of long-range transported atmospheric pollutants on the high-altitude lakes. The study was a first of its kind because not many studies have been conducted on the geochemistry of the Eastern Himalayas. Her Ph.D. dissertation is on the "uptake, translocation and accumulation of arsenic and boron in vegetables irrigated with groundwater containing different concentrations of arsenic and boron and, investigation of changes in plant biomass and essential elements composition". She is also working on a national project focusing on elemental (selenium and iodine) uptake by different vegetables.

She received a Summer Research Fellowship, awarded jointly by three Indian Science Academies (IASc-INSA-NASI), to work on a project titled *Cloning of the K-box Sequence in a binary vector pBI121*.



**Sirat Sandil, Ph. D.
candidate**

She has qualified the National Eligibility Test (NET) for Junior Research Fellowship and Assistant Professorship in Environmental Sciences conducted jointly by CBSE-UGC, India, July 2016. Her research interests are: ground water-surface water interaction, human impact on water resources and water conservation, pathways of contamination in fresh water systems, arsenic in water, soil and plants, nutrient uptake by plants.

Contact: sirat29@gmail.com

Uptake, Translocation and Accumulation of Arsenic in Four Vegetables

Sirat Sandil¹, Péter Dobosy², Kriszta Kröpfel², Tünde Takács³, Mihály Óvári², Viktória Vetési¹, Gyula Zárny^{1,2}

¹Eötvös Loránd University, Cooperative Research Centre of Environmental Sciences, Pázmány Péter sétány 1/A, H-1117 Budapest, Hungary

²MTA Centre for Ecological Research, Danube Research Institute, Karolina út 31., 1113 Budapest, Hungary

³MTA Centre for Agricultural Research, Institute of Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Herman Ottó út 15., H-1022 Budapest, Hungary

Arsenic (As) toxicity is an ubiquitous phenomenon affecting many parts of the world. Arsenic and its compounds being very mobile are present in the soil, water and air. In many countries the groundwater arsenic level exceeds the internationally set standard of $10 \mu\text{g L}^{-1}$. Arsenic can be found in water in both reduced and oxidized form. Arsenic is taken up by the plants and is bio-accumulating thereby impacting the entire food chain. Human As exposure is mainly through groundwater contamination and industrial effluents. The presence of excessive As



Potato plants growing in soils artificially contaminated with As (©Sirat Sandil, India, 2018)

in food and water causes adverse health effects, ranging from dermal lesions to cancer, depending upon the dosage, exposure period and the nutritional aspects of the population.

In this experiment, the uptake of As and plant biomass production was studied in four different plants: bean (*Phaseolus vulgaris* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.), pateto (*Solanum tuberosum* L.) and cabbage (*Brassica*

oleracea L. var *capitata* L.). The plants were grown in a pot-soil system in an open greenhouse in three different soil types: sand [top soil: 0-30 cm, Órbottyán (47°40'N, 19°14'E)], silty-sand, Gödöllő [top soil: 0-30 cm, Gödöllő (47,58° N, 19,37° E)], and silt [top soil: 0-60 cm, Hatvan (47,67° N, 19,64° E)]. Arsenic was added in the form of sodium arsenate at concentrations of



Cabbages (©Sirat Sandil, India, 2018)

0.05 and 0.2 mg L⁻¹ to the irrigation water. The As content of plants (root, shoot and fruit) were determined. The dried plant samples were homogenized and subjected to microwave-assisted acidic digestion and the As concentrations were determined by inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS).

The As content of the plants was found to increase with the increase in As concentration in the irrigation water. The highest As concentrations were found in the roots, while the edible parts contained the least As in all cases. The As accumulation trend in edible part of

vegetable was: bean < tomato < potato < cabbage. All vegetables grown in sandy soil had the maximum As accumulation, and negative biomass production. Silty-sand and silt soil were good for growing vegetables in As rich environment and at an As limit of 0.05 mg L⁻¹ in the irrigation water. Tomato and potato were found to be sensitive to As while cabbage was As accumulator. Bean was found to be the best suited for growth in As rich environments. Maximum biomass production in edible parts of all plants occurred at 0.05 mg L⁻¹ As treatment.

Timothy Amangdam Anemana

Timothy Amangdam Anemana hails from Navrongo, Ghana. He obtained his Senior High School Certificate from Notre Dame Minor Seminary Senior High School in 2005 and his Bachelors' degree from University for Development Studies in 2010.

He obtained his second degree in Chemistry, Environmental Chemistry major from the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia. His research focused on the conversion of trinitrotoluene (TNT) to lesser toxic derivatives, methylphloroglucinol (MPG) for the application as paint pigments. This research was in collaboration with colleagues of Moscow State Textile University and Lomonosov Moscow State University (Supercomputer center).

In addition, Timothy Amangdam Anemana obtained a professional certificate in Energy Policy from Kwame Nkrumah University of Science and Technology in collaboration with Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), Burkina Faso and University of Le Havre, France in 2011. In 2013, Timothy Amangdam Anemana obtained a postgraduate diploma in Education from University of Education – Winneba making him a professional teacher. He undertook his teaching practice in integrated science at the Vacandi Junior High School in Kumasi.

Timothy Amangdam Anemana received the Russian Foundation Grant for Basic Research from 2012-2013 for his Master's studies in Russia. He worked with the Environmental Quality Department of the Environmental Protection Agency (EPA) in Accra from 2013-2016. During this period, he worked with various experts in different departments in areas of air quality, soil remediation, environmental education, environmental impact assessment, field work, manufacturing, industrial ecology, mining, sample collection, sample handling, sample analysis and report writing. He also worked as a master researcher at PFUR during his studies in Moscow, Russia.

In 2018, Timothy Amangdam Anemana attended the RECETOX Summer School in Environmental Chemistry and Ecotoxicology at the Research Centre for Toxic Compounds in the Environment, Masaryk University, Czech Republic.

He has attended many conferences including: XVI Hungarian-Italian Symposium on Spectrochemistry in Budapest (2018), European Symposium on Atomic Spectrometry – Colloquium Analytische Atomspektroskopie Anwendertreffen Plasmaspektrometrie, Berlin (2018), 40th Anniversary Scientific



Timothy A. Anemana, Ph. D. candidate

Forum organized by the Environmental Protection Agency, Ghana (2014), Second International Conference of CIS IHSS on Humic Innovative Technologies *Natural and engineered nanoparticles in clean water and soil technologies*. Lomonosov Moscow State University, Russia (2012), 13th European Meeting on Environmental Chemistry, "Addressing Environmental Problems", Moscow (2012).

Timothy Amangdam Anemana is a researcher of diverse interests in environmental protection and chemistry which span through wet chemistry, i.e. analytical chemistry methods, air quality, water & soil monitoring and remediation, industrial ecology, mining activities, general environmental assessment/monitoring, field work among others.

Timothy Amangdam Anemana is currently pursuing his PhD studies in Environmental Science, Environmental Chemistry major at the Eotvos Lorand University in Budapest. He works in the Laboratory for Environmental Chemistry and Bioanalytics, Institute of Chemistry. His research focuses on the stabilization of arsenic in soils by applying modified activated charcoals to soils contaminated with arsenic. He is currently a beneficiary of the *Stipendium Hungaricum* Scholarship program of the *Tempus* Public Foundation from 2016-2020 for his PhD studies in Hungary. Additionally, he is a beneficiary of Ghana Government scholarship.

Contact: amangdam2008@yahoo.com

Granular activated charcoal from peanut (*Arachis hypogea*) shell as a new candidate for stabilization of arsenic in soil

Timothy Anemana^{1,2}, Mihály Óvári³, Margit Varga^{1,2}, Judith Mihály⁴, Nikolett Uzinger⁵, Márk Rékási⁵, Jun Yao⁶, Enikő Tatár^{1,2}, Christina Strelí⁷, Gyula Záray^{1,2,3}, Victor G. Mihucz^{1,2*}

¹Laboratory for Environmental Chemistry and Bioanalytics, Institute of Chemistry, ELTE - Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/A, Hungary

²Hungarian Satellite Centre to Trace Elements Institute for UNESCO, Institute of Chemistry, ELTE - Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/A, Hungary

³Danube Research Institute, MTA Centre for Ecological Research, H-1113 Budapest, Karolina út 29, Hungary

⁴Biological Nanochemistry Research Group, Institute of Materials and Environmental Chemistry, MTA Research Centre for Natural Sciences, H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2, Hungary

⁵Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, MTA Centre for Agricultural Research, H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15, Hungary

⁶School of Water Resource and Environment, Research Center of Environmental Sciences and Engineering, China University of Geosciences (Beijing), 29 Xueyuan Road, Haidian District, 100083 Beijing, China

⁷Atomintitut, Technische Universität Wien, A-1020 Vienna Stadionallee 2, Austria

Due to the large quantities of biowastes produced annually, efforts have been made to produce activated charcoal (AC) from them. However, biowastes from plant origin are cation exchangers, thus they are not capable of stabilizing arsenic in soils which may occur as oxyanion. Therefore, to enhance the efficacy of the AC, different peanut shell-derived AC composites with Florisil[®], Celite[®] were prepared. Moreover, 0.01 M oxalic acid (OA) was also applied to investigate further enhancement through protonation of iAs(V) and/or AC. Nitric acid (HNO₃) was added to separate subsample for functionalization of the AC. The AC materials were added

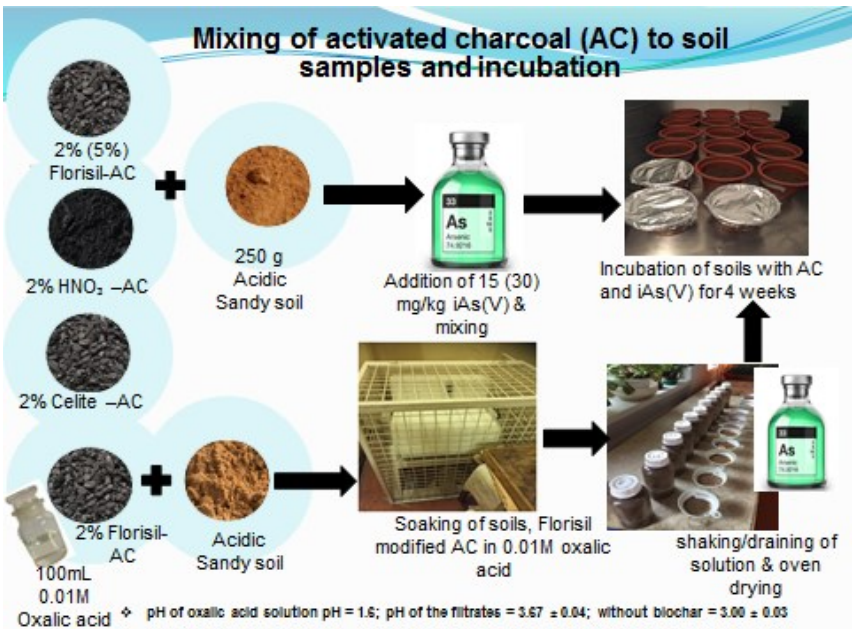
in 2 wt% and five 5 wt% respectively to sandy soil of pH=5.0 artificially contaminated with 15 or 30 mg/kg As in form of arsenate ions [iAs(V)] respectively, corresponding to the permissible value in force in Hungary. Composite formation with silicate materials and adsorption mechanism for As were corroborated by attenuated total-reflection Fourier-transform infrared spectroscopy.

Assessment of As stabilization was achieved by a fit-to-purpose BCR sequential soil extraction procedure (extraction of the water-soluble and carbonatic fraction with 0.11 M acetic acid solution and the easily reducible one by 0.5 M

hydroxylamine hydrochloride). Arsenic phytoavailability was estimated by leaching with 0.02 M EDTA solution (pH=4.65). Samples were analyzed by inductively coupled plasma sector field mass spectrometer applying high resolution mode. Total reflection X-ray fluorescence spectrometer was used to check data accuracy.

The largest As stabilization rate (approximately 30%) compared to the reference soil treatment was obtained when granular Florisil®-AC was applied. Stabilization efficiency did not improve by using OA. A 5 wt% AC application rate for the Florisil® composite resulted in a similar As distribution to the 2 wt% one also at a 30 mg/kg iAs(V) dosage. The amounts of immobilized As increased almost proportionally with the higher AC application

rate by doubling the iAs(V) dose. Similarly, studies conducted on solutions proved that As adsorption onto ACs was slightly exponential.



Tartós metáلكék szín a természet boszorkánykonyhájából

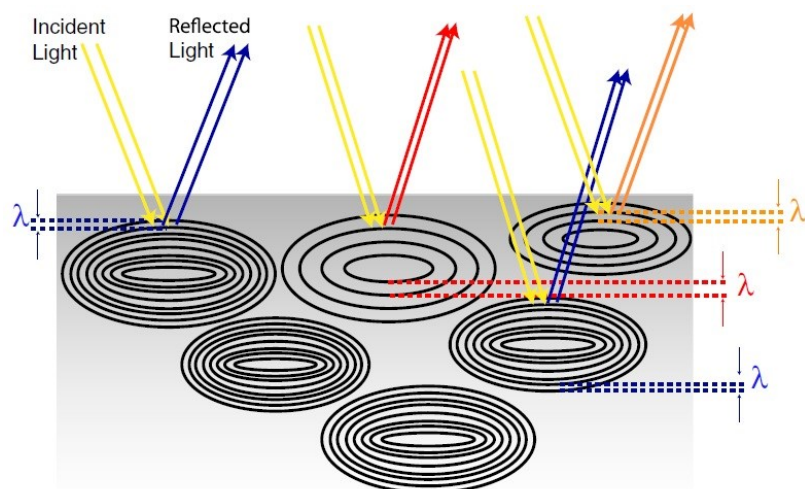
Ziegler Ildikó

A *Pollia condensata* Etiópia, Mozambik, Tanzánia és más afrikai országok erdeiben élő, vadon termő növény. Apró, gömbölyű gyümölcseit (1. ábra [1]) nem lehet nyersen vagy főzve fogyasztani, azonban Nyugat-Ugandában és más helyeken a növény kis, fémfényű bogyóit már régóta dekorációs célokra használják, szokatlan tulajdonságai miatt: ezek a gyümölcsök élénk kék színűek maradnak a leszedésük után évekig, vagy akár évtizedekig is. A londoni Kew Botanikus Kertben talál-



ható, 1974-ben Ghánában begyűjtött példány máig megőrizte irizáló színárnyalatát.

Egy, a Cambridge-i Egyetem és a Smithsonian Természettudományi Múzeum munkatársaiból



2. ábra A *Pollia condensata* héján a színhatás keletkezésének mechanizmusa [2]

álló kew-i kutatócsoport megpróbálta kivonni a bogyó káprázatos és hosszan tartó színanyagát, de meglepetésükre azt tapasztalták, hogy nincs benne semmilyen festékanyag. Amikor sejtszinten vizsgálták meg a *P. condensata* termését, azt találták, hogy a gyümölcs színhatását szerkezeti színezés (*structural coloration*) adja, amely az állatvilágban jól ismert jelenség (pl. lepkefélék szárnyán), de a növények körében korábban nem tapasztalták. Megállapították, hogy a gyümölcs szövete sokkal intenzívebb színű, mint bármely korábban tanulmányozott biológiai szövet, az ezüsttükörhöz képest 30%-os fényvisszaverő képességgel rendelkezik. Eredményeiket a *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*-ban [2] tették közzé.

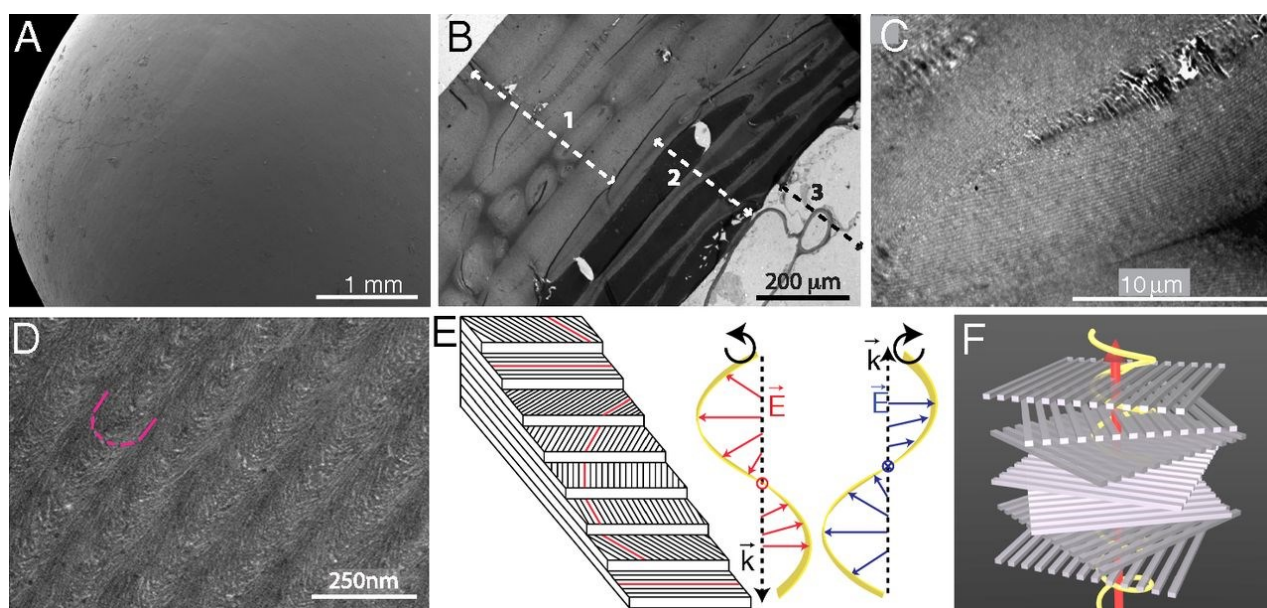
A 2. ábra mutatja a színhatás kialakulásának mechanizmusát. A gyümölcssejteket cellulóz tartalmú sejtfal veszi körül, a *Pollia condensata* héjában a sejtfaal azonban réteges. A cellulózzrétegek mikro Bragg-tükröként viselkednek, a szelektíven visszavert fény színe a rétegek távolságától függ. A szín sok sejt fényvisszaverődésének összeadódásával jön létre, amely így irizáló kék hatást eredményez. A kék bogyók nem táplálóak, azonban a színhatás lenyűgözi a madarakat, ami a gyümölcs magjainak szétszórásában előnyös.

A szerzők [2] számítást is végeztek az elmélet igazolására. Egyszerűsítve, ha a távolság a rétegek között $p=145$ nm (ez a távolság a sejtek között eltérő, 125 és 200 nm között változik) és a törésmutató $n=1,53$ (a szárított cellulózé), akkor a

$\lambda = p * 2 * n$ kifejezésből a fény hullámhossza a $\lambda \approx 445$ nm adódik, ami megfelel az észlelt kék színnek.

A *Pollia condensata* gyümölcs héjának felépítése a 3. ábrán látható. (A) SEM-felvétel a gyümölcsfelületről, amely sima héjrteget mutat. (B) TEM-keresztmetszet, amely három különálló szövetzónát mutat: (1) 3–4 rétegnyi vastag falú sejt a külső epikarban, (2) 2–3 rétegnyi tanninifer sejt a köztes régióban, és (3) a vékonyfalú sejtek zónája. (C) egyetlen vastagfalú sejt TEM-je az 1. rétegből. (D) A cellulóz-mikrofibrillek TEM-je, amelyek az első rétegben a vastag sejtfaal alkotják. A piros vonal a mikrofibrillum csavarodási irányát mutatja. (E) (Bal) az LH helikális ékét mutató séma, a ferde felületen levő íves mintával. (Jobb) Cirkulárisan polarizált fénysugarak, a fény \vec{k} hullámvektorával. A beeső és a visszaverődő fény irányultsága függ a helikoid csavarodási irányától. Itt a szerkezeten áthaladó (lefelé mutató \vec{k}) fény LH cirkulárisan polarizált, míg a visszavert fény (felfelé mutató \vec{k}) az RH. (F) A cellulóz-mikrofibril-szerkezet és az áteresztett cirkulárisan polarizált sugár térbeli ábrázolása.

A *Pollia* gyümölcs polarizált fényvel felvett képe a 4. ábrán látható. A képen a gyümölcs azonos területének (A) LH és (B) RH irányú optikai mikroszkópos képe látszik felülről megvilágítva. A beillesztett ábrák a minták közepét mutatják nagyítva, fehér vonalak határolják a sejteket. (C) A gyümölcsfelület ugyanazon területét

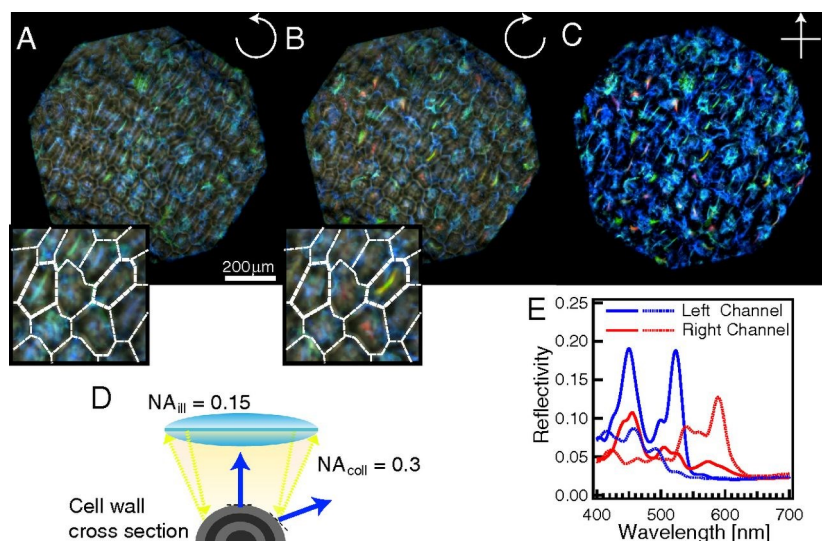


3. ábra A *Pollia condensata* héjának felépítése [2]

A teljes adatvédelmi
nyilatkozatunk
megtalálható lesz on-
line a honlapunkon,
most a mellékelt
fájlban olvasható.



I. évfolyam, I. szám



4. ábra Polarizált fényrel nyert mikroszkópos felvételek [2]

keresztpolarizátorok között is meg-
néztük (tízszeres nagyítás). (D) Az
ívelt többszörös rétegről visszaverődő
fény sematikus ábrázolása, amely az
epikarpsejtek ellipszis alakjának felel
meg. Csak a központi részből származó
fény jut az objektív numerikus
apertúrájába ($NA = 0,3$), ami egy szí-
nes csíkot eredményez az egyes sejtek
közepén (A és B képen). (E) két kü-
lönböző sejtről nyert spektrumok
(folyamatos és pontozott vonalak), a
kétféle polarizációs csatornán (piros
és kék színnel). A kettős maximum
megjelenése a spektrumban a kisebb
spektrális jellemzők összeadásával
jönnek létre, az epikarpban lévő sejtek
halmaz jellegéből adódóan (2.B ábra).
A különböző p -értékű sejtek mind
hozzájárulnak a spektrális tulajdonsá-
gokhoz.

Látva a cellulózzrétegek királis szer-
kezetét, már érthető, miért nem fakul a

gyümölcsök színe semmit sem az idő
múlásával.

Felhasznált irodalom

[1] Joseph Stromberg: This African
Fruit produces the World's Most In-
tense Natural Color, [https://
www.smithsonianmag.com/science-
nature/this-african-fruit-produces-the-
worlds-most-intense-natural-color-
30070457/](https://www.smithsonianmag.com/science-nature/this-african-fruit-produces-the-worlds-most-intense-natural-color-30070457/)

[2] Silvia Vignolini, Paula J.
Rudall, Alice V. Rowland, Alison
Reed, Edwige Moyroud, Robert B.
Faden, Jeremy J. Baumberg, Bever-
ley J. Glover, and Ullrich Steiner:
Pointillist structural color in *Pollia*
fruit, PNAS September 25 (2012)
109 (39) 15712-15715; [https://
doi.org/10.1073/pnas.1210105109](https://doi.org/10.1073/pnas.1210105109)

Impresszum

SpectrOpus, I. évfolyam I. szám., 2019. július 26.

**A SpectrOpus az MKE Spektrokémiai Társaság hírlevele. Megjelenik
negyedévente.**

Felelős kiadó: Mihucz Viktor Gábor

Felelős szerkesztő: Ziegler Ildikó

**Terjeszti az MKE titkársága, feliratkozni az alábbi e-mail címen lehet.
Ötleteket, észrevételeket, cikkeket a spectropus1@yahoo.com címre
várunk.**