



ACADEMIA ROMÂNĂ

Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii

– Divizia de Istoria Științei –

# STUDII ȘI COMUNICĂRI/DIS

Vol. XVII/2024

MEGA

# CONTRIBUȚIA LUI HORIA HULUBEI LA DESCOPERIREA ASTATINULUI

Nicolae SFETCU<sup>1</sup>

contact@indexacademic.ro

**ABSTRACT:** This paper is the Romanian version of the extended article entitled “Discovery of Astatine by Horia Hulubei”, published in the *Cunoașterea Științifică* [Scientific Knowledge] Journal, 3(3):16–31, 2024. The search for new chemical elements was a prominent scientific endeavor in the late 19th and early 20th centuries. This era saw the discovery of several elements such as radium, polonium and radon by prominent scientists such as Marie Curie and Ernest Rutherford. Astatine was one of the missing elements from the periodic table, and its existence was predicted due to the periodicity of the elements, with iodine as its nearest stable neighbor. Scientists sought to confirm its existence and properties. The discovery of astatine by Horia Hulubei and his collaborator Yvette Cauchois at the beginning of the 20th century is recognized by many scientists, although the authorship of this discovery was ignored by the Austrian radiochemist Friedrich Paneth, who was responsible for setting priorities in the discovery of new chemical elements. This essay will delve into the historical background and scientific endeavors that led to the discovery of astatine by Horia Hulubei.

**KEYWORDS:** astatine, Horia Hulubei, Friedrich Paneth, Yvette Cauchois, periodic table, halogens

## *Introducere*

Acest articol este versiunea în limba română a articolul extins cu titlul “Discovery of Astatine by Horia Hulubei”, publicat în revista *Cunoașterea Științifică*, 3(3):16–31, 2024.

Căutarea de noi elemente chimice a fost un efort științific proeminent la sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea. Această epocă a văzut descoperirea mai multor elemente, cum ar fi radiul, poloniul și radonul, de către oameni de știință proeminenți precum Marie Curie și Ernest Rutherford. Astatinul a fost unul dintre elementele lipsă din tabelul

<sup>1</sup> Cercetător – Divizia de Istoria Științei (DIS) a Comitetului Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii (CRIFST) al Academiei Române.

periodic, iar existența lui a fost prezisă datorită periodicității elementelor, cu iodul ca cel mai apropiat vecin stabil. Oamenii de știință au căutat să-i confirme existența și proprietățile.

Peste cincizeci de elemente au fost descoperite în această perioadă, pe măsură ce progresele tehnologice au permis confirmarea predicțiilor lui Mendeleev<sup>2</sup>. Măsurătorile lui H. G. J. Moseley (1887–1915) au stabilit că doar șapte elemente — 43, 61, 72, 75, 85, 87, 91 — dintre hidrogen și uraniu au rămas necunoscute la începutul secolului al XX-lea<sup>3,4</sup>. Au apărut astfel descoperiri concurente pentru toate elementele „lipsă” ale lui Moseley, iar validitatea unor afirmații a rămas controversată timp de decenii.

Astatinul, elementul rar și foarte radioactiv cu simbolul chimic „At” și numărul atomic 85, este unul dintre cele mai puțin înțelese și mai enigmatice elemente din tabelul periodic. Raritatea și radioactivitatea sa au făcut din acesta un subiect de studiu provocator. Cursa pentru a caracteriza acest element oferă o perspectivă asupra modului în care istoria influențează adesea cursul și meritul pentru descoperirea științifică.

Descoperirea astatinului de Horia Hulubei și colaboratoarea sa Yvette Cauchois la începutul secolului al XX-lea este recunoscută de către mulți oameni de știință, deși paternitatea acestei descoperiri a fost ignorată de radiochimistul austriac Friedrich Paneth, responsabil cu stabilirea priorităților în descoperirea noilor elemente chimice.

Acest eseu va aprofunda contextul istoric și eforturile științifice care au dus la descoperirea astatinului de către Horia Hulubei.

*Horia Hulubei a jucat un rol semnificativ în descoperirea astatinului. Născut în 1896, Hulubei a primit educația și pregătirea în fizică în Franța și a lucrat îndeaproape cu oameni de știință renumiți precum Marie Curie. S-a întors în România în anii 1920 și a înființat Institutul de Fizică Atomică din București, unde a efectuat cercetări revoluționare.*

Horia Hulubei (15 noiembrie 1896 – 22 noiembrie 1972) este cunoscut pentru contribuțiile sale la dezvoltarea spectroscopiei cu raze X. S-a înscris la Facultatea de Științe a Universității din Iași, dar a întrerupt studiile înrolându-se în armată, ca sublocotenent, când România a intrat în Primul Război Mondial. Generalul Henri Mathias Berthelot, șeful misiunii militare franceze în România, l-a trimis în Franța la o școală de aviație; la

<sup>2</sup> [44].

<sup>3</sup> [34].

finalizarea instruirii, Hulubei a luptat ca pilot în Serviciul Aerian Francez pe Frontul de Vest, fiind grav rănit. A fost distins cu Legiunea de Onoare<sup>45</sup>.

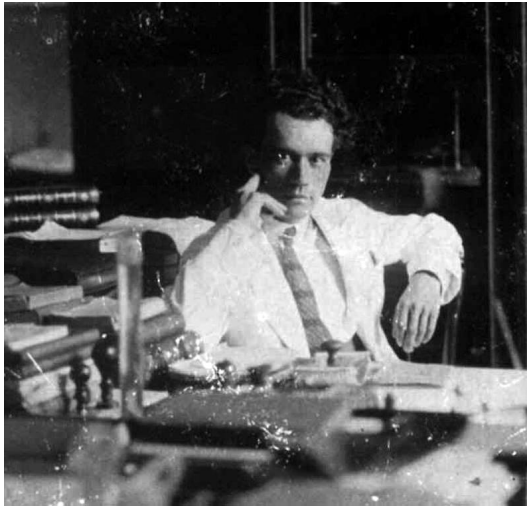


Fig. nr. 1 – Horia Hulubei. Credit B. Thornton și S. Burdette<sup>6</sup>

În 1922 și-a reluat studiile de fizică și chimie, absolvind în 1926 cu *magna cum laude*<sup>7</sup>. La Paris a obținut doctoratul la Universitatea Paris – Sorbonne, sub îndrumarea laureatului Nobel, Jean Baptiste Perrin (1870–1942)<sup>8</sup> cu teza „Contribuția la studiul difuziei cuantice a razelor X” (1933) președintele comisiei fiind Marie Curie<sup>9</sup>. Și-a continuat cercetările la Universitatea din Paris, rămânând în contact cu oameni de știință precum Frédéric Joliot-Curie, Paul Langevin și Albert Einstein<sup>10</sup>.

În 1926 a lucrat cu Jean Perrin la construirea unui laborator de raze X la Universitatea Sorbona. În 1928, li s-a alăturat Yvette Cauchois, cu care a examinat radioactivitatea radonului în speranța de a observa dovezi ale prezenței elementului 85<sup>11</sup>.

<sup>4</sup> [18].

<sup>5</sup> [1].

<sup>6</sup> [44].

<sup>7</sup> [18].

<sup>8</sup> [9].

<sup>9</sup> [37].

<sup>10</sup> [14].

<sup>11</sup> [40].

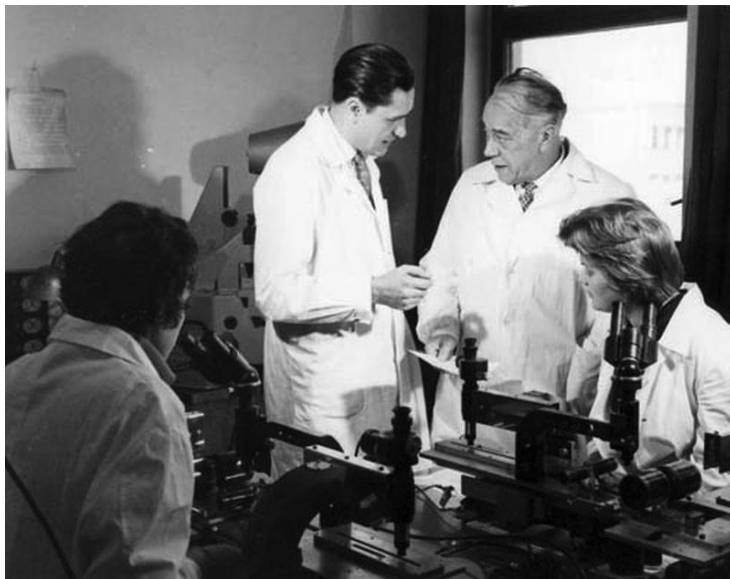


Fig. nr. 2 – Hulubei în laboratorul său. Credit: Wikimedia Commons

Între 1927 și 1938 a înființat primul laborator de structură a materiei din România, la Iași<sup>12</sup>.

A fost ales membru corespondent al Academiei Române în 1937, și membru titular în 1946<sup>13</sup>. În 1948 a fost deposedat de titlul de academician<sup>14</sup>, acuzat că ar fi sprijinit guvernul român aliat cu Germania în timpul războiului. A fost necesară intervenția laureatului Nobel francez Jean-Frederic Joliot-Curie pentru a se renunța la acuzații<sup>15,16</sup>, fiind reabilitat în 1955<sup>17</sup>.

Între 1960 și 1970, Hulubei a fost profesor de fizică atomică în cadrul Departamentului de fizică atomică și nucleară al Facultății de Fizică a Universității din București. A fost fondatorul și primul director al Institutului de Fizică Atomică (IFA) din Măgurele în 1949<sup>18</sup>.

<sup>12</sup> [14].

<sup>13</sup> [1].

<sup>14</sup> [42].

<sup>15</sup> [9].

<sup>16</sup> [44].

<sup>17</sup> [5].

<sup>18</sup> [6].

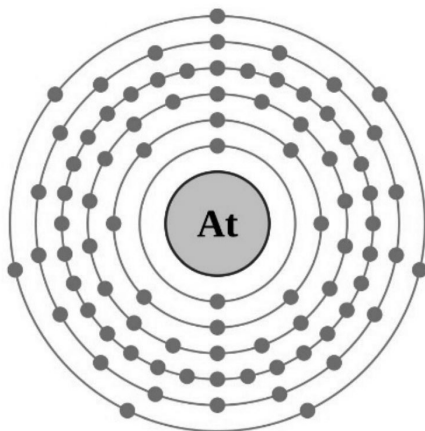
În prezent Institutul Național de Fizică și Inginerie Nucleară din România a fost numit după el, ca „Institutul Național de Fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei” (IFIN HH)<sup>19</sup>.

Hulubei a susținut și publicat descoperirea unor noi elemente, „moldavium” în 1936<sup>20</sup> și „sequanium” în 1939, dar ulterior s-a demonstrat că liniile spectrale respective nu aparțineau elementelor noi<sup>21</sup>. De asemenea, împreună cu Cauchois și Sonia Cotelte, a efectuat studii și experimente asupra poloniului și a neptuniului<sup>22</sup>.

În 1936, Horia Hulubei împreună cu Yvette Cauchois au descoperit elementul 85 prin analiză cu raze X, efectuând cercetări suplimentare și publicând studii ulterioare în 1939,<sup>[6]</sup> numindu-l „dor” în 1945 (actualul astatin)<sup>23</sup>.

#### Astatin 85

*Descoperirea și confirmarea astatinului a implicat eforturile multor oameni de știință și mulți ani de muncă în Europa, India și Statele Unite. A fost explorată, de asemenea, întrebarea dacă  $At_2$  există. Deși are o natură instabilă, astatiniul este totuși un membru fascinant și vital al tabelului periodic.*



**Fig. nr. 3** – Învelișul electronic al astatinului–85. Credit: DePiep/Wikimedia Commons, licența CC BY-SA 3.0.

<sup>19</sup> [26].

<sup>20</sup> [21].

<sup>21</sup> [15].

<sup>22</sup> [7].

<sup>23</sup> [24].

Astatinul are simbolul At și numărul atomic 85. Este cel mai rar element natural de pe Pământ, apărând doar ca produs de dezintegrare al diferitelor elemente mai grele. În paginile revistei *Time* în 1931, astatinul a fost supranumit „cel mai rar și cel mai fugar lucru de pe Pământ”<sup>24</sup>. Toți izotopii astatinului sunt de scurtă durată; cel mai stabil este astatin-210, cu un timp de înjumătățire de 8,1 ore.

Proprietățile astatinului nu sunt cunoscute cu certitudine<sup>25</sup>, dar este văzut ca un analog mai greu al iodului și un membru al halogenilor. Numele său a fost dat de o echipă de la Universitatea din California, Berkeley (Dale R. Corson, Kenneth Ross MacKenzie și Emilio G. Segrè), care au obținut prima sinteză a acestui element în 1940, după cuvântul ἀστατος (astatos) din greaca veche, care se traduce prin „instabil”.

Astatinul este extrem de radioactiv, fiind probabil un solid negru sau ca având un aspect metalic, cu o structură necunoscută<sup>26</sup>. Una din proprietățile sale cele mai disputate este existenței astatinului diatomic (At<sub>2</sub>)<sup>27</sup>.

Astatinul se consideră că poate forma anioni, și are unele caracteristici metalice. Are o electronegativitate de 2,2 pe scara Pauling revizuită – mai mică decât cea a iodului (2,66) și la fel ca și hidrogenul, iar pe scara Allred-Rochow este de 1,9, mai mică decât cea a hidrogenului (2,2)<sup>28</sup>.

Astatinul are 41 de izotopi cunoscuți, cu numere de masă de 188 și 190–229. Este cel mai rar element natural, existând doar patru izotopi naturali (astatin-215, -217, -218 și -219)<sup>29</sup> care sunt produși în mod continuu ca urmare a dezintegrării minereurilor radioactive de toriu și uraniu.

Astatinul a fost produs pentru prima dată prin bombardarea bismut-209 cu particule alfa energetice. Astatin-211 este subiectul cercetărilor în curs de desfășurare în medicina nucleară<sup>30</sup>, cu aplicații în tratarea cancerului. Se concentrează în mod preferențial (și periculos) în glanda tiroidă, și există tendința de a fi absorbit de plămâni și de splină, iar sub formă de radiocoloid, tinde să se concentreze în ficat<sup>31</sup>.

---

<sup>24</sup> [45].

<sup>25</sup> [20].

<sup>26</sup> [13].

<sup>27</sup> [43].

<sup>28</sup> [48].

<sup>29</sup> [29].

<sup>30</sup> [47].

<sup>31</sup> [29].

### *Primele încercări de descoperire*

Când chimistul rus Dmitri Mendeleev a publicat pentru prima dată tabelul periodic al elementelor în 1869, a lăsat un spațiu gol sub elementul iod. Niels Bohr a desemnat acel spațiu gol drept al cincilea element halogen, ajungându-se la denumirea acestuia ca „eka-iod” („un spațiu sub iod”, în sanscrită)<sup>32</sup>. De atunci, mulți oameni de știință au susținut că sunt primii care au descoperit astatinul – una din cele mai complexe și fascinante istorii privind descoperirea elementelor chimice.

În 1922, Frederick Loring, lucrând cu analiza numerică, a ajuns la concluzia că elementul fie nu a existat, fie exista în cantități foarte mici<sup>33</sup>. Câțiva ani mai târziu, în experimentele cu raze X, împreună cu John Gerald Frederick Druce au raportat rezultate care sugerează prezența elementului 85<sup>34,35</sup>.

Mulți alți oameni de știință au încercat să izoleze și să caracterizeze eka-iodul, fără succes, între anii 1920 și 1930 în Regatul Unit, Germania, India britanică, Danemarca, Franța și Elveția<sup>36</sup>.

Ca în toate celelalte descoperiri, prejudecățile naționaliste au primat în stabilirea identității „descoperitorului”. Din această cauză majoritatea surselor oferă o relatare incorectă în declararea lui Corson, MacKenzie și Segrè drept adevărații descoperitori<sup>37</sup>.

Prima revendicare a fost în 1931, de către fizicianul american Fred Allison (1882–1974), de la Institutul Politehnic din Alabama (actualmente Universitatea Auburn), care l-a numit „alabamină” (cu simbolul „Ab”) după numele institutului. În 1935 a pretins că a descoperit noul element într-un eșantion de nisip monazit<sup>38</sup>. Ulterior descoperirea sa a fost respinsă<sup>39</sup>, nefiind acceptată metoda sa științifică de lucru, o metodă de analiză a materialelor pe care a numit-o metoda mag-neto-optică<sup>40</sup>. În 1935, fizicianul american H. G. MacPherson a arătat

<sup>32</sup> [4].

<sup>33</sup> [30].

<sup>34</sup> [31].

<sup>35</sup> [28].

<sup>36</sup> [28].

<sup>37</sup> [40].

<sup>38</sup> Monazitul este un mineral fosfat care conține elemente din pământuri rare. De obicei, apare în cristale izolate mici.

<sup>39</sup> [41].

<sup>40</sup> [44].



că descoperirile lui Allison erau false și din cauza imperfecțiunilor instrumentelor sale<sup>41,42</sup>.

În 1937, chimistul indian Rajendralal De din Dacca (acum Bangladesh) și-a adjudecat descoperirea, prin izolarea sa în serie de toriu echivalent al radiului F sau poloniu-210 din seria radiului, numindu-l „dakin”. La fel ca Allison, folosea nisip monazit pentru cercetările sale. Rajendralal De a publicat o actualizare a lucrării sale în 1947 și o revizuire a studiilor sale în 1962<sup>43</sup>. S-a dovedit ulterior că descoperirea sa nu a fost astatinul, iar identitatea elementului pe care l-a găsit este în prezent necunoscută<sup>44</sup>.

### ***Descoperirea elementului Astatin 85***

*Colaborarea lui Hulubei cu fiziciană franceză Yvette Cauchois a fost esențială în descoperirea astatinului. Împreună au publicat o lucrare care detaliază experimentele lor, care a implicat utilizarea spectroscopiei cu raze X pentru a identifica emisiile caracteristice de raze X ale astatinului. Aceste emisii au oferit dovezi cruciale ale existenței elementului și le-au permis să-i confirme locul în tabelul periodic.*

Atât Horia Hulubei, cât și Yvette Cauchois (1908–1999) au studiat cu Jean Perrin, Hulubei în plus și cu Marie Curie. Folosind spectroscopia cu raze X au bombardat radonul cu radiații și au găsit o linie de emisie acolo unde era de așteptat să fie eka-iodul. Au publicat lucrări despre această lucrare în 1936, extinzând lucrarea în 1939, iar un fost student de-al lor a reușit să reproducă rezultatele<sup>45,46</sup>.

Hulubei a sugerat numele „dor” sau „dorium”, ca o prescurtare pentru „dor de pace” în limba română<sup>47</sup>.

În 1944, Hulubei a publicat un rezumat al datelor obținute.

Instrumentul folosit în experimente a încorporat un cristal curbat pentru împărțirea razelor X de înaltă energie într-un spectru, care a fost apoi înregistrat pe o placă fotografică<sup>48</sup> (numit mai târziu spectrometru

<sup>41</sup> [40].

<sup>42</sup> [2].

<sup>43</sup> [44].

<sup>44</sup> [2].

<sup>45</sup> [42].

<sup>46</sup> [25].

<sup>47</sup> [40].

<sup>48</sup> [8].

Cauchois. Hulubei și Cauchois au plasat un tub de probă de radon în spectrometru și au măsurat razele X caracteristice produse când elementele fiice ale radonului s-au format prin descompunere radioactivă<sup>49</sup>.

În 1934 au descris un studiu într-o lucrare intitulată „Nouvelle technique dans la spectrographie cristalline des rayons  $\gamma$ ” (Noi tehnici în spectrografia cristalină cu raze gamma)<sup>50</sup>. Deși eka-iodul nu este menționat în articol, Hulubei a citat ulterior această publicație ca fiind prima dată când i-a văzut liniile spectrale<sup>51</sup>.

Hulubei însuși descrie metodologia științifică utilizată de el în studiul elementului 87, care este aceeași cu cea pentru elementul 85:

„Am întrebuițat metoda analizei spectroscopice prin raze X... Dau câteva detalii asupra procedurii experimentale utilizate de mine:

Pentru obținerea spectrului căutat, e nevoie să aplicăm pe tubul de raze X o tensiune cel puțin egală cu tensiunea lui de excitare. În tot timpul formării tubului, adică atâta vreme cât substanța de analizat degaja încă vapori, tensiunea variază încontinuu, trecând frecvent sub voltagul de excitare, și aceasta încă, dacă condițiunile din tub ne permit să atingem această tensiune. Între timp, tubul, fără a putea emite spectrul ce ne interesează, ne trimite un fond continuu, care este dezastruos pentru analiză; imprimarea lui pe placa fotografică distruge contrastul și maschează orice emisiune slabă corespunzătoare unui eventual element rar ce am avea de detectat. Apoi, în condițiunile unui vid mediocru, filamentul incandescent se evaporă considerabil, materia filamentului se depune pe anticatodă și introduce o substanță puternic absorbantă în calea radiațiilor de analizat; în plus, un fond continuu intens e emis de această materie (filamentele, în general, sunt constituite din elemente grele).”

Am lucrat cu spectrografe bazate pe principiul focalizării de fascicole largi prin cristale curbe și pe care le-am construit cât mai adecvate unei manipulari comode și reperi în cazul analizelor chimice prin raze X... ”<sup>52</sup>.

Horia Hulubei și Yvette Cauchois au raportat lungimi de undă de raze X pentru trei linii spectrale de eka-iod în spectrele de emisie de radon care erau strâns legate de pozițiile precise de Henry Moseley. Într-o lucrare publicată în 1936, ei au susținut că au observat o linie la 151 de unități X,

<sup>49</sup> [44].

<sup>50</sup> [24].

<sup>51</sup> [44].

<sup>52</sup> [21].

sau siegbahns, exact acolo unde linia K $\alpha$ 1 pentru eka-iodul era de așteptat. În 1939, au raportat încă două linii de raze X în concordanță cu prezența eka-iodului și cu predicțiile din legea lui Moseley. Aceste experimente noi au folosit rezoluții mai mari decât cele anterioare și au inclus controale și echilibrări suplimentare, ceea ce a condus la o mai mare încredere în afirmațiile autorilor că au descoperit noul element<sup>53</sup>. În 1941, Manuel Valadares (1904–1982) a repetat lucrarea lui Hulubei cu un eșantion mare de Rn și a văzut linii noi caracteristice ale elementului<sup>54</sup>. Manuel Valadares a efectuat experimentele la Universitatea din Lisabona din Portugalia, confirmând prezența eka-iodului<sup>55</sup>.

În rezumatul din 1944, Hulubei a inclus o descriere a șase linii de raze X despre care se credea că se datorează dezintegrării radioactive naturale.

În cadrul unei conferințe din 1946 de la Nisa, Hulubei a prezentat un rezumat al lucrării sale privind elementul 85<sup>56</sup>.

#### *Alte încercări de descoperire a astatinului*

În 1938, Walter Minder (1905–1992), un radiochimist elvețian, a fost convins că a descoperit eka-iodul, scriind: „Dezintegrarea beta a Ra-A ne conduce cu siguranță să facem ipoteza despre formarea elementului 85. Din acest motiv sugerăm numele helvețiu”<sup>57</sup>. Împreună cu Alice Leigh-Smith (1907–1987) a publicat o lucrare în 1942, propunând denumim elementul 85 ca „anglo-helvetium”<sup>58</sup>.

În 1940, grupul de cercetători de la Universitatea din California, Berkeley, format din Dale R. Corson (1914–2012), Kenneth R. MacKenzie (1912–2002) și Emilio Gino Segrè (1905–1989), a sintetizat elementul prin bombardarea cu particule alfa de bismut<sup>59</sup>. În articolul în care anunță descoperirea lor, ei au remarcat și despre posibilă existență a elementului natural 85 și au citat lucrările lui Hulubei și Cauchois la Paris, care ar fi observat elementul<sup>60</sup>.

În 1942, o radiochimistă vieneză Berta Karlik și asistenta ei Gertrud

<sup>53</sup> [40].

<sup>54</sup> [16].

<sup>55</sup> [46].

<sup>56</sup> [23].

<sup>57</sup> [33].

<sup>58</sup> [17].

<sup>59</sup> [10].

<sup>60</sup> [40].

Cless-Bernert au susținut că au găsit singurul izotop natural al elementului 85, fiind susținute de Stefan Meyer (1872–1949). Lucrarea lor a obținut „Premiul Haitinger” pentru chimie din 1947 pentru descoperirea elementului 85, propunând ca nume pentru acesta, „Viennium”<sup>61,62</sup>. În 1943, astatinul a fost găsită ca produs a două lanțuri de descompunere naturale de către Berta Karlik și Traude Bernert, mai întâi în așa-numita serie de uraniu și apoi în seria actiniului<sup>63</sup>.

### **Confirmarea și denumirea astatinului**

*Confirmarea existenței astatinului și identificarea ca element nou a fost o piatră de hotar semnificativă în istoria chimiei. Descoperirea sa a umplut un gol în tabelul periodic și a devenit cel mai rar halogen natural. Eforturile lui Hulubei și Cauchois nu numai că au confirmat existența elementului, dar au contribuit și la înțelegerea proprietăților și comportamentului acestuia.*

Tulburările din cel de-al Doilea Război Mondial și întrebarea fundamentală a elementelor artificiale versus naturale, duc la amânarea confirmării descoperirii și numirii elementul 85 până în 1947.

Friedrich Adolph Paneth (1887–1958), un radiochimist austriac și membru al Uniunii Internaționale de Chimie Pură și Aplicată (IUPAC), a contribuit la stabilirea unei noi ordini în nomenclatura chimică. La 4 ianuarie 1947, Paneth a publicat un editorial despre procesul de numire a elementelor noi în *Nature*<sup>64</sup>, în care a descris o procedură pentru a decide numele elementelor în situațiile în care au fost propuse mai multe nume. Ulterior, Friedrich Paneth avea să prezideze comitetul IUPAC responsabil de recunoașterea noilor elemente.

Paneth a insistat ca pentru descoperirea elementului 85 să fie creditat grupul de cercetători de la Berkeley, respectiv cu numele de astatin, din cuvântul grecesc *astatos* pentru „instabil”<sup>65</sup>, nume propus după ce descoperirea lor a fost acceptată<sup>66</sup>.

Paneth a declarat că „afirmațiile anterioare erau susceptibile de obiecții grave și au fost infirmate experimental prin munca foarte atentă

---

<sup>61</sup> [17].

<sup>62</sup> [32].

<sup>63</sup> [27].

<sup>64</sup> [38].

<sup>65</sup> [11].

<sup>66</sup> [12].

a fizicienilor de la Viena”<sup>67</sup>. Tornton și Bourdette afirmă că negarea lui Paneth a contribuțiilor lui Karlik și Bernert s-ar fi putut datora faptului că „știa că lui Karlik nu-i plăcea foarte mult politicile de război germane”<sup>68</sup>. Paneth a influențat toate disputele de descoperire ale elementelor, deși unii din cei refuzați inițial de acesta sunt creditați azi ca adevărații descoperitori, precum Georges Urbain și von Welsbach pentru descoperirea elementului 71. În prezent, numele propus de Urbain, de „lutetium”, este cel adoptat<sup>69</sup>.

De remarcat că Paneth nu a făcut inițial nicio remarcă despre studiile lui Hulubei și Cauchois<sup>70</sup>. Paneth a afirmat că ceea ce el a numit „pretenții anterioare”, fără a numi niciun cercetător anume, au fost infirmate de munca lui Karlik și Bernert. Această „declarație a fost destul de crucială, deoarece a servit la discreditarea lucrării lui Hulubei și Cauchois, chiar dacă Karlik și Bernert nu au abordat de fapt aceste afirmații, în timp ce declarația lui Paneth a sugerat că au făcut-o”<sup>71</sup>.

La minimizarea descoperirii de către Hulubei a astatinului au contribuit unii cercetători care au afirmat că „mijloacele sale de a-l detecta erau prea slabe conform standardelor actuale pentru a permite identificarea corectă, și nu a putut efectua teste chimice asupra elementului<sup>72</sup>... fiind implicat și într-o afirmație falsă anterioară cu privire la descoperirea elementului 87 (franciu)<sup>73</sup>. Astfel, Karlik, conform lui Paneth, ar fi considerat că dimensiunea eșantionului lui Hulubei și Cauchois era prea mică și că au existat interferențe din partea altor elemente, deși lucrarea lui Hulubei și Cauchois nu fusese respinsă. Paneth a remarcat ulterior că lucrările lui Hulubei și Cauchois nu aveau mijloace suficiente pentru a caracteriza descoperirea elementului 85, și a primit doar confirmare experimentală prin Valadares, în Italia<sup>74</sup>.

Hulubei a replicat la editorialul lui Paneth atribuind omisiunea lui Paneth dificultăților de comunicare din timpul războiului. El a negat că Karlik și Bernert au respins cercetările sale asupra elementului 85, „contrar

---

<sup>67</sup> [44].

<sup>68</sup> [44].

<sup>69</sup> [44].

<sup>70</sup> [3].

<sup>71</sup> [40].

<sup>72</sup> [44].

<sup>73</sup> [40].

<sup>74</sup> [28].

a ceea ce s-ar crede după ce a citit expunerea domnului Paneth<sup>75</sup>. La prezentarea sa din 1946 a adăugat un scurt apendice înainte de publicare, în care a atribuit omisiunea de către Paneth a lucrării sale cu raze X pe elementul 85 „dificultăților cauzate de război, o declarație diplomatică, deoarece atât Karlik, cât și cercetătorii din Berkeley au citat Hulubei și Cauchois<sup>76</sup>. „Hulubei și Cauchois păreau să fi fost neglijați pe nedrept, deoarece Karlik nu a efectuat nici un studiu cu raze X, dar formularea lui Paneth și lipsa citărilor au făcut să pară că munca lui Hulubei și Cauchois a fost definitiv eronată<sup>77</sup>.” Deși Karlik a sugerat ulterior că munca lui Hulubei și Cauchois a fost insuficientă, „critica sa pare să se bazeze pe limitele de detecție ale spectrometriei cu raze X cu tub catodic tradițional, nu pe tehnica introdusă de Rutherford și Wooster<sup>78</sup>”. În 1949, la întâlnirea de la Amsterdam, Uniunea Internațională de Chimie a sancționat denumirea de astatin pentru elementul 85<sup>79</sup>.

Conform analizei lui Thornton și Burdette, nu există nicio îndoială că trei echipe de cercetători pot pretinde că au descoperit elementul 85. Ei afirmă că, „spre deosebire de alte studii eronate cu spectroscopie cu raze X, Hulubei și Cauchois au avut indiscutabil elementul 85 în probele lor. Singura incertitudine este dacă instrumentul lor a fost suficient de sensibil pentru a distinge liniile spectrale ale elementului 85. Un argument suplimentar este că în anii 1930 Hulubei și Cauchois au fost capabili să detecteze clar linia  $L\alpha$  pentru elementul poloniu, care are o intensitate de tranziție de 500 de ori mai mică decât liniile pe care susțineau că le-au văzut în cazul elementului 85<sup>8081</sup>.”

Scerri afirmă că Horia Hulubei ar fi putut foarte bine să fi fost considerat descoperitorul astatinului, „așa cum a fost numit mai târziu de către fizicienii care au sintetizat elementul în mod artificial. Acești fizicieni sunt, în general, de acord cu descoperirea elementului de către Horia Hulubei<sup>82</sup>.”

---

<sup>75</sup> [40].

<sup>76</sup> [23].

<sup>77</sup> [44].

<sup>78</sup> [39].

<sup>79</sup> [44].

<sup>80</sup> [44].

<sup>81</sup> [40], p. 7.

<sup>82</sup> [40], p. 7

### Concluzie

*Descoperirea astatinului de către Horia Hulubei și Yvette Cauchois a fost o realizare remarcabilă care ne-a extins înțelegerea tabelului periodic și a elementelor fundamentale care alcătuiesc universul nostru. Eforturile lor de colaborare și utilizarea inovatoare a spectroscopiei cu raze X au condus la confirmarea astatinului ca element nou, aruncând lumină asupra proprietăților și comportamentului său, în ciuda rarității sale extreme și a radioactivității. Munca lui Horia Hulubei în această descoperire, alături de contribuțiile sale în domeniul fizicii, continuă să fie amintită și celebrată în comunitatea științifică.*

Corson, MacKenzie și Segre au reușit să sintetizeze astatinul în 1940 și să efectueze teste chimice asupra elementului, lucru pe care Hulubei și Cauchois nu l-au putut pretinde. Hulubei a recunoscut această deficiență în munca sa, ceea ce explică probabil lipsa sa de proteste semnificative după 1947. Dar, spre deosebire de alte studii eronate, Hulubei și Cauchois au avut indiscutabil astatin în probele lor. „De-a lungul istoriei, singura constantă pentru a fi creditat cu descoperirea elementelor a fost capacitatea de a-ți convinge colegii științifici de succesul tău. În unele epoci, munca lui Hulubei și Cauchois ar fi putut fi acceptată, dar la momentul în care și-au raportat datele, metodele lor nu erau acceptate pe scară largă. Convingerea colegilor științifici de validitatea unui experiment este adesea mai ușoară cu un om de știință influent ca avocat<sup>83</sup>.” Din păcate laurea-  
tul Jean Baptiste Perrin, susținătorul descoperirii elementului 85 de către Horia Hulubei, murise în 1942.

Lucrările despre elementul 85 publicate în alte limbi decât engleza și traducerea greșită în engleză de către referenți a unora dintre aceste articole au condus la o slabă diseminare a cercetărilor respective<sup>84</sup>. În majoritatea surselor în limba engleză, Corson, Segre și MacKenzie sunt creditați exclusiv ca descoperitori ai astatinului. Textele în limba germană o menționează și pe Karlik, iar autorii din Franța și din Europa de Est recunosc adesea contribuțiile lui Hulubei și Cauchois la descoperirea elementului 85<sup>85</sup>.

Povestea astatinului a arătat că prejudecățile naționaliste au influențat puternic creditarea pentru descoperirea și confirmarea acestui element al tabelului periodic.

<sup>83</sup> [44].

<sup>84</sup> [36].

<sup>85</sup> [44].

**Bibliografie:**

- [1] Academia Romana. „Academia Romana (membri)”, 2023. <https://acad.ro/bdar/armembriLit.php?vidT=H>.
- [2] Allison, Fred, Edgar J. Murphy, Edna R. Bishop, și Anna L. Sommer. „Evidence of the Detection of Element 85 in Certain Substances”. *Physical Review* 37, nr. 9 (1 mai 1931): 1178–80. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.37.1178>.
- [3] Appleton, T. R. „85. Astatine: Pathological Science | The Episodic Table of Elements”, 2 august 2021. <https://episodictable.com/astatine/>.
- [4] Ball, Philip. *The Ingredients: A Guided Tour of the Elements*. Oxford University Press, 2002.
- [5] Berindei, Dan. „Academia Română și revoluția din decembrie 1989”. *Memoriile Secției de Științe Istorice* 33, nr. 157 (2008).
- [6] Buzatu, Florin-Dorian. „Institutul de Fizica Atomica”, 1 mai 2010. [https://web.archive.org/web/20100501083928/http://www.ifa-mg.ro/despre\\_en.php](https://web.archive.org/web/20100501083928/http://www.ifa-mg.ro/despre_en.php).
- [7] Byers, Nina, și Gary Williams. *Out of the Shadows: Contributions of Twentieth-Century Women to Physics*. Cambridge University Press, 2006.
- [8] Cauchois, Y. „Spectrographie des rayons X par transmission d’un faisceau non canalisé à travers un cristal courbé – II.” *Journal de Physique et le Radium* 4, nr. 2 (1933): 61–72. <https://doi.org/10.1051/jphysrad:019330040206100>.
- [9] Constantinescu, Bogdan, și Roxana Bugoi. „Romanian University Physics Teaching and Research (1860–1940)”. *Science & Education* 7, nr. 3 (1 mai 1998): 307–11. <https://doi.org/10.1023/A:1008657521233>.
- [10] Corson, D. R., K. R. MacKenzie, și E. Segrè. „Artificially Radioactive Element 85”. *Physical Review* 58, nr. 8 (15 octombrie 1940): 672–78. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.58.672>.
- [11] Corson, D. R., K. R. Mackenzie, și E. Segrè. „Astatine : The Element of Atomic Number 85”. *Nature* 159, nr. 4027 (ianuarie 1947): 24–24. <https://doi.org/10.1038/159024bo>.
- [12] Corson, Dale R. „Astatine”. *Chemical & Engineering News Archive* 81, nr. 36 (8 septembrie 2003): 158. <https://doi.org/10.1021/cen-vo81n036.p158>.
- [13] Donohue, Jerry. *The Structures of the Elements*. R.E. Krieger Publishing Company, 1982.
- [14] Facultatea de Fizica Iași. „Horia Hulubei (1896–1972)”, 2021. <https://www.phys.uaic.ro/index.php/prezentare/personalitati-facultate/horia-hulubei-1896-1972/>.
- [15] Fontani, Marco. „The Twilight of the Naturally-Occurring Elements: Moldavium (Ml), Sequanium (Sq) and Dor (Do)”. *International Conference on the History of Chemistry*, 2006. <https://web.archive.org/web/20060224090117/http://5ichc-portugal.ulusofona.pt/uploads/PaperLong-MarcoFontani.doc>.



- [16] Fontani, Marco, Mariagrazia Costa, Mary Virginia Orna, Marco Fontani, Mariagrazia Costa, și Mary Virginia Orna. *The Lost Elements: The Periodic Table's Shadow Side*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2014.
- [17] Fontani, Marco, Mary Orna, Silvia Selleri, și Cecilia Bartoli. „A feminine task: Karlik's and Bernert's discovery of the last natural occurring element”. *Chimica oggi* 33 (1 noiembrie 2015): 67–70.
- [18] Frangopol, Petre T. „Horia Hulubei”. *Revista de Politica Științei și Scientometrie, Serie Nouă* (in Romanian), 1, nr. 3 (2012): 178–83.
- [19] Golea, Sorin. „VIDEO/Tumultuoasa viață a lui Horia Hulubei, părintele fizicii nucleare românești. A fost pilot de vânătoare, spion, arestat de comuniști, apoi numit director de institut”. *Libertatea*, 27 martie 2018. <https://www.libertatea.ro/stiri/horia-hulubei-parintele-fizicii-nucleare-romanesti-a-lup-tat-la-marasesti-2193979>.
- [20] Greenwood, N. N., și A. Earnshaw. *Chemistry of the Elements*. 2nd edition. Oxford ; Boston: Butterworth-Heinemann, 1997.
- [21] Hulubei, Horia. „Asupra elementului de număr atomic 87”. *Academia Română*, 1940. <https://digilib.nipne.ro/colectii/files/original/af6db-56479coecf470653of5047eoabaa9fd6ed.pdf>.
- [22] Hulubei, Horia. „Etat Actuel des Informations Sur Les Isotopes de Numero Atomique 85”. *J. Chim. Phys. Phys.-Chim. Biol*, nr. 44 (1947): 225–29.
- [23] Hulubei, Horia. „Sur L'Element 85”. *Bull. Section Scientifique de l'Academie Roumaine*, nr. 27 (1944): 124–34.
- [24] Hulubei, Horia, și Yvette Cauchois. „Nouvelle technique dans la spectrographie cristalline des rayons  $\gamma$ , extras din”. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1934.
- [25] Hulubei, Horia, și Yvette Cauchois. „Spectres de l'émission propre ondulatoire du radon et de ses dérivés. Raies attribuables a l'élément 85”. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, nr. 209 (1939): 39–42.
- [26] IFIN-HH. „IFIN-HH Homepage Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH)”, 2023. <https://www.nipne.ro/index.php>.
- [27] Karlik, Berta, și Traude Bernert. „Eine neue natürliche  $\alpha$ -Strahlung”. *Naturwissenschaften* 31, nr. 25 (1 iunie 1943): 298–99. <https://doi.org/10.1007/BF01475613>.
- [28] Kostecka, Keith Simeon. „Astatine – The Elusive One”. *Substantia* 4, nr. 1 (13 ianuarie 2020): 63–70. <https://doi.org/10.13128/Substantia-586>.
- [29] Lavrukhina, Avgusta Konstantinovna, și Aleksandr Aleksandrovich Pozdniâkov. *Analytical Chemistry of Technetium, Promethium, Astatine and Francium*. Ann Arbor- Humphrey Science Publishers, 1970.

- [30] Loring, F. H. „Missing Elements in the Periodic Table”, 1922, 125, „Chem. News J. Ind. Sci., nr. 125 (1922): 309–11, 386–88.
- [31] Loring, F. H., și J. G. F. Druce. „Eka-cesium and ekaiodine”. Chem. News J. Ind. Sci, nr. 131 (1925): 305.
- [32] Lykknes, Annette, și Brigitte Van Tiggelen. *Women In Their Element: Selected Women’s Contributions To The Periodic System*. World Scientific, 2019.
- [33] Minder, W. „Über die p-Strahlung des Ra A und die Bildung des Elementes mit der Kernladungszahl 85”. *Helvetica Physica Acta*, nr. 13 (1940): 144–52.
- [34] Moseley, H.G.J. „LXXX. The high-frequency spectra of the elements. Part II”. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 27, nr. 160 (1 aprilie 1914): 703–13. <https://doi.org/10.1080/14786440408635141>.
- [35] Moseley, H.G.J.. „XCIII. The high-frequency spectra of the elements”. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 26, nr. 156 (1 decembrie 1913): 1024–34. <https://doi.org/10.1080/14786441308635052>.
- [36] Nefedov, V. D., Yu V. Norseev, M. A. Toropova, și Vladimir A. Khalkin. „Astatine”. *Russian Chemical Reviews* 37, nr. 2 (28 februarie 1968): 87. <https://doi.org/10.1070/RC1968v037n02ABEH001603>.
- [37] Olariu, Agata, Kristina Stenström, și Ragnar Hellborg. *Proceedings of the International Conference on Applications of High Precision Atomic and Nuclear Methods*. București: Editura Academiei Române, 2005. <https://books.google.ro/books?id=vw4lVJYySiwC>.
- [38] Paneth, F. A. „The Making of the Missing Chemical Elements\*”. *Nature* 159, nr. 4027 (ianuarie 1947): 8–10. <https://doi.org/10.1038/159008ao>.
- [39] Rutherford, Ernest, și W. A. Wooster. „The Natural X-Ray Spectrum of Radium B”. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 22, nr. 6 (noiembrie 1925): 834–37. <https://doi.org/10.1017/S0305004100014444>.
- [40] Scerri, Eric. „A Tale of 7 Elements: Element 85—Astatine [Excerpt]”. *Scientific American*, 2013. <https://www.scientificamerican.com/article/a-tale-of-7-elements-astatine-excerpt/>.
- [41] Slack, Francis G. „The magneto-optic method of chemical analysis”. *Journal of the Franklin Institute* 218, nr. 4 (1 octombrie 1934): 445–62. [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(34\)90416-6](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(34)90416-6).
- [42] Stratan, G. „Horia Hulubei, Father Founder of the Institute of Atomic Physics”, 1 iulie 1999. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20048714>.
- [43] Takahashi, N., și K. Otozai. „The Mechanism of the Reaction of Elementary Astatine with Organic Solvents”. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 103, nr. 1 (1 ianuarie 1986): 1–9. <https://doi.org/10.1007/BF02165358>.

- [44] Thornton, B., și S. Burdette. „Finding eka-iodine: discovery priority in modern times”, 2010. <https://www.semanticscholar.org/paper/Finding-eka-iodine%3A-discovery-priority-in-modern-Thornton-Burdette/e8b8f49b2d5b1d38211a502d7026fa7d2adfa126>.
- [45] Time. „Science: Eka-Iodine”. Time, 18 mai 1931. <https://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,741721,00.html>.
- [46] Valadares, Marco. „Gli spettro  $\gamma$  and X dei derivati del radon nella regione UX 700 to 1300”. *Atti accad. Italia, Rend. classe sci. fis. mat. nat*, nr. 7 (1941): 1049–56.
- [47] Vértes, Attila, Sándor Nagy, și Zoltán Klencsár. *Handbook of Nuclear Chemistry*. Springer Science & Business Media, 2003.
- [48] Wulfsberg, Gary. *Inorganic Chemistry*. University Science Books, 2000.