

## POVIJEST KEMIJE I KEMIJSKOG INŽENJERSTVA

Zagovor i obrana kemije  
u djelu Frana Bubanovića

N. Raos

Ovo djelo je dano na korištenje pod  
Creative Commons Attribution 4.0  
International License

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, p.p. 291, 10 001 Zagreb

## Sažetak

Stav nekemičara prema kemiji je dvojak: pozitivan i negativan. Pozitivna percepcija kemije proizlazi iz njezine korisnosti (u tehnici, farmaciji, medicini, poljoprivredi), a negativna ponajviše iz straha od opasnih kemikalija (eksploziva, otrova). Na primjeru hrvatskog popularizatora znanosti Frana Bubanovića (1883. – 1956.), prvog profesora kemije na zagrebačkom Medicinskom fakultetu, pokazano je kako, da bi kemija bila najšire prihvaćena, nije dovoljno samo ukazivati na njezine uspjehe nego i otklanjati uzroke straha od kemije i kemikalija (kemofofija). Uz prikaz Bubanovićeve stava prema kemiji analizirani su uzroci kemofofije, kako u njegovo tako i u naše vrijeme.

## Ključne riječi

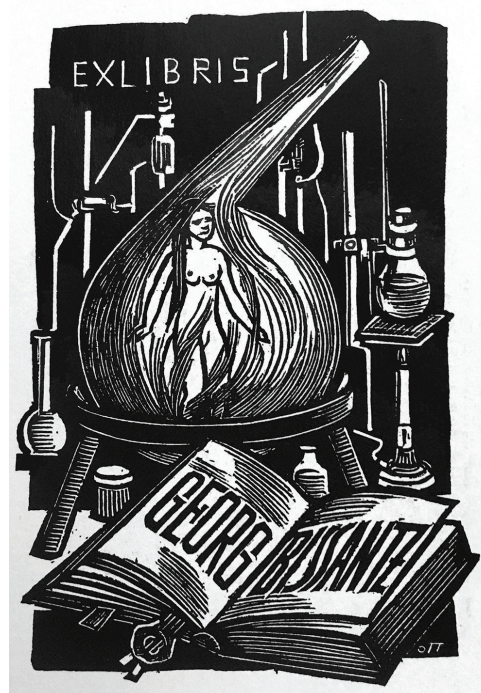
Alkemija, bojni otrovi, kemofofija, popularizacija znanosti, zaštita okoliša

## Uvod

Kemiju oduvijek prate dva glasa, jedan dobar a drugi zao. Tako primjerice Georgius Agricola (1494. – 1555.) u djelu *De re metallica* (1556.) nalazi potrebnim braniti korist metala za civilizaciju uopće, a za vlasnika rudnika napose, iznoseći argumente protiv onih koji u kovinama vide zlo, bilo zbog metalnog oružja, bilo zbog patnji rudara.<sup>1</sup> O kemiji se počelo govoriti u pozitivnom smislu tek kada je u 16. stoljeću napustila – zahvaljujući i Agricoli – alkemijsku mistiku okrenuvši se, slijedeći duh renesanse, stvarnim potrebama ljudi (obrtu, rudarstvu, ljekarništvu).<sup>2,3</sup> Ipak, do pune utilitarne samosvijesti kemija nije sazrela prije 18. stoljeća kada se u Pruskoj počelo na nju gledati kao na izvoršte “općeg dobra” (*Gemeinwohl*) i “opće koristi” (*gemeiner Nutzen*), a to opet kao preduvjeta za napredak domovine (*Vaterland*).<sup>4</sup> Kemija se u Pruskoj počinje koristiti za sasvim praktične svrhe, primjerice za bojanje porculana, na temelju novootkrivenog mineralnog pigmenta (uraninita,  $UO_2$ ) i elementa (uranija) ili za proizvodnju šećera iz šećerne repe kao zamjenu za skupi “kolonijalni” šećer iz trske.

Negativan stav prema kemiji mnogo je, međutim, stariji. Takav, negativan stav prema sebi kemija treba zahvaliti prije svega zlom glasu alkemije,<sup>5,6</sup> koja je viđena kao bezbožna praksa (lik Fausta i Frankensteina) – jer hoće stvoriti nešto, metale, pa i čovjeka, homunculusa<sup>7</sup> (slika 1) mimo Boga – bez obzira na nastojanja da se alkemijska simbolika dovede u sklad s onom kršćanskom (kamen mudraca – Krist).<sup>8</sup> S druge pak strane alkemijski laboratorij u podrumu dvorca manjeg ili većeg moćnika bio je utočište varalica – kao što su bili John Dee (1527. – 1608.) i njegov suradnik Edward Kelly (1555. – 1597.) na praškom dvoru njemačkog cara i hrvatsko-ugarskog kralja Rudolfa II. (1552. – 1612.)<sup>9</sup> – koji

su nerijetko završavali na vješalima, često pozlaćenima. Stara vremena nisu zaboravljena: analiza 222 igrana filma snimljena kroz osam desetljeća otkriva da je kemija ponajviše zastupljena u žanru *horror* (24,4 %) te jednako u komedijama i trilerima (13,3 %), dok se u znanstvenoj fantastici – gdje bi je pozitivno nastrojen gledatelj najprije očekivao – pojavljuje s udjelom od samo 8,8 %. U ostalih



Slika 1 – Alkemijska simbolika u kemiji: motiv homunculusa u exlibrisu Georga Bissantza (1888. – 1977.)

Fig. 1 – Alchemical symbolism in chemistry: motif of homunculus in the exlibris of Georg Bissantz (1888–1977)

\* Dr. sc. Nenad Raos  
e-pošta: [raos@imi.hr](mailto:raos@imi.hr)

se pak 15 žanrova pojavljuje s udjelom od 0 (vestern, satira, mjuzikal, fantazija i romantika) do 8,8 % (drama).<sup>10</sup> To bi značilo da se u popularnoj, filmskoj kulturi kemija u 51,0 % slučajeva pojavljuje u kontekstu straha: u hororu, trileru, no i u komediji – jer je svrha humora oslobađanje od napetosti, briga i strahova (slika 2).

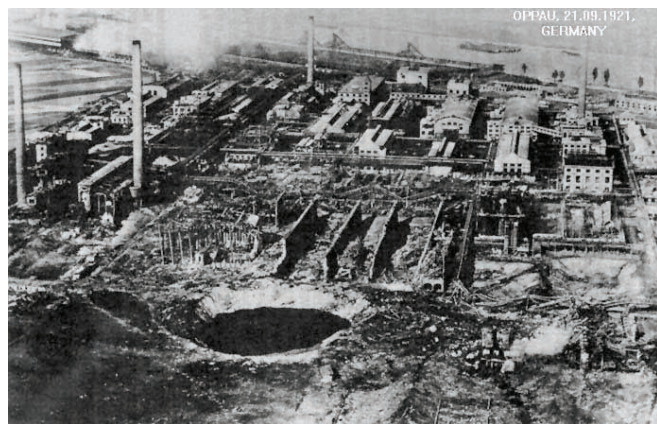


Slika 2 – Kemičar u filmskoj komediji: plamenik u prvom planu potencira opasnost, a gledanje u čašu za urin (ne tikvicu ili epruvetu) sugerira nestručnost, šarlatanstvo – jer taj motiv potječe od uroskopije, vizualnog pregledavanja mokraće (ref. 56). (Ludi profesor, 1963., parodija Stevensonova romana "Dr. Jekyll i Mr. Hyde".)

Fig. 2 – A chemist in a film comedy: Bunsen burner in the foreground emphasizes danger, while his focus on the urine glass (rather than a flask or a test tube) suggests ignorance and quackery – it implies uroscopy, visual examination of urine (Ref. 56). (The Nutty Professor, 1963, a "Dr. Jekyll and Mr. Hyde" parody)

Drugi izvor odbojnog stava prema kemiji trebamo potražiti upravo u onome što nam ova analiza filmske produkcije pokazuje: u njezinoj što stvarnoj što fiktivnoj opasnosti. Nesumnjivo je tome pridonijela primjena kemije u ratu, više zbog bojnih otrova ("chemist's battle", "chemist's war"),<sup>11,12</sup> nego zbog eksploziva. Iako su bojni otrovi prvi i posljednji put naveliko primijenjeni u Prvom svjetskom ratu te su već 1921. godine formalno zabranjeni Ženevskim protokolom, i danas se smatraju političkim i tehnološkim problemom.<sup>13–15</sup> Za razliku, naime, od eksploziva, koji se mogu rabiti i u miru (rudarstvo, bušenje tunela, izgradnja trase za ceste i željeznice), bojni otrovi ne mogu imati drugu primjenu osim ubijanja i sakaćenja ljudi, pa ih je besmisleno braniti eufemizmima kako su "slični parfemima" ili da je "malo 'otrovnih plinova' uistinu smrtonosno", kao što se to čini u knjizi napisanoj u slavu kemije u doba pojave prvih umjetnih polimera.<sup>16,17</sup> Opasnost od bojnih otrova bila je daleko od toga da bude imaginarna, o čemu svjedoče i srednjoškolski udžbenici izdavani za vrijeme i neposredno nakon Drugoga svjetskog rata.<sup>18–21</sup> U njima su oni podrobno opisani uz navođenje simptoma otrovanja i mjera zaštite.

Važan izvor straha od kemije i kemikalija (kemofobija),\* posebice u novije doba, jesu industrijske i ekološke katastrofe. Najveća takva katastrofa dogodila se 21. rujna 1921. kada je eksplodiralo 4500 t uskladištenog umjetnog gnojiva, smjese amonijeva sulfata i nitrata, u njemačkoj tvornici amonijaka u Oppau, pri čemu je smrtno stradalo 600 a ranjeno 2500 ljudi (slika 3).<sup>22</sup> Od te su katastrofe poznatije nesreće tvornice u Sevesu (Italija) i Bhopalu (Indija). Tvornica u Sevesu je u srpnju 1976. uslijed havarije ispuстила dva kilograma dioksina (2,3,7,8-tetraklordibenzoparadioksina) i time izazvala masovno trovanje okolnog stanovništva.<sup>23</sup> Tvornica pesticida Union Carbide India Ltd. u Bhopalu ispuстила je 3. prosinca 1984. u zrak metil-izocijanat (MIC), što je uzrokovalo smrt 5200 ljudi.<sup>24</sup> U zaljev Minamata (Japan) ispušteno je od 1956. do 1976. godine 27 tona žive iz tvornice karbida Nippon Chisso, što je izazvalo masovno trovanje lokalnog, pretežno ribarskog stanovništva (2500 otrovanih, od toga 1400 poginulih).<sup>25</sup> O manjim nesrećama te vrste, uslijed neodgovornog ispuštanja ili odlaganja otpada, saznajemo nažalost svakodnevno iz medija.



Slika 3 – Kemija kao stvarna opasnost: pri eksploziji uskladištenog amonijeva nitrata u Oppau (Njemačka) nastao je 50 m dubok i 100 m širok krater (ref. 22)

Fig. 3 – Chemistry as a real threat: the explosion of stocked ammonium nitrate in Oppau (Germany) made a 50-m deep and 100-m wide crater (Ref. 22).

Strah od kemije stvara se dobrim dijelom zbog promjene naravi te znanosti, pa i "modernih" nastavnih programa. To znači da nastava više nije usredotočena na upoznavanje kemijskih elemenata i spojeva, nego na razumijevanje strukture atoma i molekula. Kemija se odvojila od svoje empirijske osnove postajući sve više teorijska disciplina. Eksperiment se pak udaljio od neposrednog opažanja: umjesto o boji, okusu i mirisu kemičar danas govori o faznim prijelazima i spektralnim linijama. Promijenio se i izgled

\* Kemofobija je i službeno priznata kao psihički poremećaj (neuroza), pa se ništa ne postiže ukazivanjem neurotičaru na neosnovanost njegova straha. Kemofobiju kao i sve fobije treba liječiti psihoterapijom. Oblik kemofobije je strah od pesticida i drugih "otrova" u hrani, slično bakteriofobiji.

kemijskog laboratorija, "the NMR tube replaced the test tube".<sup>26</sup> Posljedica toga je da je suvremeni kemičar izgubio majstorsku vještinu rukovanja priborom i kemikalijama.\* Sve je to dovelo do sukoba starih i mladih kemičara, pa i u našoj sredini:<sup>27,28</sup> "Za primjenu znanosti treba imati znanost, a za 'čistu' kemijsku znanost treba postojati eksperimentalno kemijsko istraživanje koje će slijedećih desetljeća [od 1945.] iz različitih razloga skoro izumrijeti i tako Hrvatsku unutar cijele zemlje [Jugoslavije] u kemiji dovesti na treće mjesto, odakle se i nema više kuda [kamo] spustiti."<sup>27</sup> Ukratko, teorijska je kemija zamijenila eksperimentalnu, empirijsku, što primjećuje i Vladimir Prelog kada kaže (1977. godine) da je najveća razlika između vaše (Zagreb) i naše nastave (Zürich) u tome "što mi imamo enormno više praktikuma tjedno svake godine, u svakom semestru" te da "smatramo praktički rad u laboratoriju najvažnijim dijelom nastave" (str. 159).<sup>27</sup> Nasuprot tome 1971. godine "nadolaskom *irb*-teoretičara na druga dva fakulteta, naglo se smanjuje broj eksperimentalnih radova tog područja [organske kemije] u korist teorijskih, bez eksperimentalnih podataka, tako da će oni u CCA činiti 1988. god. 85 % svih znanstvenih priloga", pa "HPD prelazi u Hrvatsko *postkemijsko* društvo" (str. 157).<sup>27</sup> Posljedica udaljavanja kemičara od laboratorijske prakse je i da danas učenik viđa kemijski pokus samo na festivalima znanosti i sličnim manifestacijama<sup>29</sup> umjesto da njime počinje svaki sat kemije. Tako je učenje kemije iz neposrednog iskustva, iz pokusa (učenje otkrivanjem)<sup>30</sup> zamijenjeno učenjem (bubanjem) formula koje učenik ne može povezati ni s čime, što u konačnici dovodi do averzije prema kemiji i razvoja kemiofobije. Usto treba imati na umu da je atraktivan kemijski pokus, zahvaljujući entuzijastičnom nastavniku ili promicatelju znanosti, upravo ono što mladog čovjeka opredjeljuje za njegovo buduće zanimanje kemičara.<sup>31–33</sup>

Kako je neznanje izvor straha, tako i neznanje kemije, prije svega nepoznavanje kemijskih metoda i postupaka a posebice tvari kojima se kemičar služi u svojem laboratoriju, rađa strah od kemije, kemijskih reakcija i kemijskih pokusa. "Neki obrtnici u svome poslu trebaju tako zvanu SOLNU KISELINU, ali nitko ne bi mogao bez vlastite nezgode da je proba, je li ona kisela ili nije, a u novinama se može kadšto čitati, da se je netko otrovao solnom kiselinom i od toga umro",<sup>34</sup> piše popularizator kemije šireći pritom strah od onoga što bi trebao približiti čitatelju, ne znajući (ili ne misleći) da je solna isto što i želučana kiselina, pa se u prikladnom razrjeđenju čak pije uz odgovarajuće lijekove. U takvoj se konstelaciji izlivanje nekoliko mililitara maslačne kiseline u zahod<sup>35</sup> proglašava ekološkom ugrozom pa i kaznenim djelom,<sup>36\*\*</sup> no jasno je da ni s čime, pa ni sa sigurnošću u laboratoriju ne valja pretjerivati: "...

\* Upravo zadivljuje majstorska vještina starih kemičara. Kao primjer može poslužiti eudiometrija, analitička metoda za određivanje volumnog udjela kisika u zraku. Unatoč svim načelnim (teorijskim) i tehničkim manama metode, izvježbani je kemičar mogao postići razliku između dva mjerenja od samo 1 %. Štoviše, Henry Cavendish (1731. – 1810.) je uspio odrediti vrijednost udjela kisika u zraku koja se za 0,12 % razlikuje od danas prihvaćene vrijednosti, 20,83 umjesto 20,95 % (ref. 54).

\*\* "Zaključno bih rekao da časopis *Priroda* nije smio objaviti takav članak jer je on u suprotnosti s temeljnim europskim pravilima zaštite ljudskog zdravlja i okoliša. Ako se nastavi na sličan način, onda možemo očekivati pretvaranje tog dugovjekog uglednog časopisa u promidžbenu novinu liberalnog kapitalizma i protivnika onoga za što su se generacije ranijih urednika zalagali duga desetljeća" (ref. 36). Nasuprot tome, u gimnazij-

pametnije je naučiti kemiju (kako drugačije nego radom s kemikalijama?) negoli bježati od kemije i kemikalija kao vrag od tamjana.<sup>37</sup> Usto sam napisao da je "više ljudi stradalo zbog toga što nisu znali kemiju, nego od toga što su je učili"; to su riječi iza kojih i danas stojim.

## Bubanovićeva obrana kemije

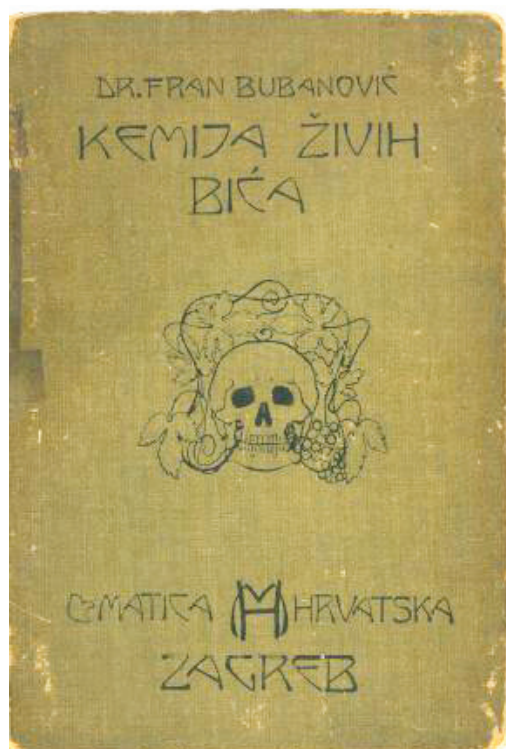
Takvoga negativnoga stava prema kemiji bio je svjestan i Fran Bubanović (1883. – 1956.), prvi profesor kemije na novoosnovanom Medicinskom fakultetu u Zagrebu i dugogodišnji pročelnik njegova Zavoda za kemiju i biokemiju.<sup>38</sup> Bubanović je usto bio i vrstan popularizator znanosti.<sup>39</sup> "Ono što je Fran Tučan učinio za širenje znanja iz mineraloške nauke u našem narodu to je za kemiju učinio Fran Bubanović", piše Drago Grdenić (1919. – 2018.). "Na tom korisnom i plemenitom poslu još ih nitko nije dostigao".<sup>40</sup> Svoju prvu znanstveno-popularnu knjigu, *Slike iz kemije*, Bubanović počinje sanjarenjem mladića iz pripovjetke norveškog književnika i nobelovca (1920.) Knuta (Pedersena) Hamsuna (1859. – 1952.), mladića koji misli kako bi kao kemičar strašio ljude sumporom namazanim prstima, da bi potom nastavio:<sup>41</sup>

*To sanjarenje norveškog mladića i način, kako se u nas shvaća kemija, imaju neku zajedničku crtu. Kemija i kemici nešto su izvanredno i čudnovato; ljudi odmah pomišljaju na eksplozije, bombe, cijankalij i druge strašne stvari, s kojima nije dobro imati posla. Ljudima, koji bi inače najžešće prosvjedovali, kad bi ih tko nazvao praznovjernima, kemija je još uvijek prekrivena nekim misterijskim plaštem, u koji nije dobro dirati. Nije bez vruga – što no riječ!*

Drugu teškoću koju Bubanović vidi u približavanju kemije ljudima ili, bolje rečeno, razlog zbog kojeg je kemija nekemičarima odbojna, jesu formule: "Kad se spomene riječ kemija, dolaze im [ljudima sa srednjoškolskim obrazovanjem] na pamet formule  $H_2SO_4$  i  $H_2O$  (sumporna kiselina i voda) i drže, da je kemija užasno teška nauka, jer tko će znati napamet tisuće i tisuće ovakovih formula".<sup>41</sup> Unatoč tome, Bubanović od kemijskih formula ne odustaje poput drugih pisaca koji su u to vrijeme pisali o kemiji "za narod". No formula neće biti mnogo, tek onoliko koliko bude nužno potrebno, no napominje ("mimogred budi spomenuto") da formule "nijesu nikakovo strašilo, nego kraći i zbijeniji način izražavanja, što ga susrećemo i u drugim naukama i umijećima, kao što su n. pr. kajde u muzici". Otvoren i odriješit govor (racionalno suočavanje s teškoćama) najbolji je lijek za strah, pa tako i za strah od kemijskih formula, koji autor ne bez razloga vidi kod čitatelja svoje knjige, kojima je "kemija užasno teška nauka". No ipak u cijeloj knjizi od 236 stranica kemijske se formule spominju samo nekoliko puta i to one sasvim jednostavne ( $NaCl$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ) iako autor daje pregled anorganske, fizičke i organske kemije te biokemije uz prikazivanje više tehnoloških postupaka (dobivanje željeza, sode, sumporne kiseline, anilinskih boja i dr.). Usto piše i o

skom udžbeniku kemije iz 1947. (ref. 21) nalazi se 74 demonstracijskih pokusa, među njima i pokus (br. 65, str. 263) priređivanja bojnog otrova (suzavca) kloripikrina,  $CCl_3NO_2$ .

periodnom sustavu, pri čemu simbole kemijskih elemenata ipak nije mogao izbjeći. No tako nije bio obazriv prema čitateljima svoje druge dvije znanstveno-popularne knjige. U knjizi, zbirci više-manje nezavisnih eseja *Iz moderne kemije*,<sup>42</sup> te u *Kemiji živih bića*<sup>43</sup> (slika 4), popularnoj biokemiji, pojavljuju se ne samo molekulske nego i konstitucijske formule, pa i kemijske jednadžbe. Bit će to zato što je “nakon svjetskoga rata u svim kulturnim državama kemija zadobila nesamo vrlo rašireni popularitet, nego i osobiti autoritet” te su i “kod nas podignute visoke škole, gdje se odgaja domaći stručni kemičarski podmladak”, kako piše u Predgovoru prvo navedene knjige (str. 3 – 5).<sup>42</sup>



Slika 4 – Nenamjerna negativna asocijacija na kemiju: kemija života kao kemija smrti (naslovnica knjige *Kemija živih bića*, ref. 43)

Fig. 4 – Unintentional negative association to chemistry: the chemistry of life as a chemistry of death (front page of the book *Kemija živih bića*, *Chemistry of Living Things*, Ref. 43)

Ima još jedan prigovor kemiji, a to je da je ona “bezbožna”. Tu odrednicu ćemo lakše razumjeti ako znamo da je sve do 20. stoljeća glavni problem znanosti bio kako pomiriti empirijsku, znanstvenu istinu s onom “otkrivenom”, istinu što je primamo po Isusu Kristu (*lumen gentium*, *lux vera*, Iv. 1:9) s istinom o kojoj se neposredno osvjedočujemo istražujući prirodu (*lumen naturale*, Descartes) ili, preciznije rečeno, koje događaje u prirodi treba shvatiti kao posljedicu djelovanja prirodnih zakona, a koje pripisati izravnoj ili neizravnoj intervenciji Svemogućega. (Ni danas rasprave o tome nisu jenjale, no više nisu aktualne u znanstvenim krugovima.) U pravilnom gibanju nebeskih tijela, u harmoniji i “savršenosti” živoga svijeta može se vidjeti

Božja ruka, no ne i u kemiji. Za nju je, prema Balzacu, svijet samo “plin obdaren moći kretanja”, a kemija je pak “vražja rabota raščinjavanja svih stvari”.<sup>44</sup> Takvo se mišljenje može razumjeti ako prizovemo u pamet da je kemija u 18. i 19. stoljeću bila prije svega *analitička* kemija, na što upućuje njezin njemački sinonimni naziv *Scheidekunst* kao i hrvatska riječ *lučba*. Kako je Bubašević riješio taj problem?

Na to pitanje Bubašević ne daje izravan odgovor, no treba uočiti da nigdje u svojem djelu ne zagovara ateizam iako oštro napada klerikalizam, osim ostalog i zato što predstavlja prepreku “našem narodnom jedinstvu”, tj. jugoslavenkom unitarizmu.<sup>45</sup> Bubašević je materijalist, ali ne naivni (mehanički materijalizam) ni dogmatični materijalist (dijalektički materijalizam). Za njega materija nije kaos, “plin obdaren moći kretanja”, jer je “teorija dobila posebno i važno mjesto u kemiji i fizici, a jednako se i prirodoslovci turaju sve više u redove filozofa, nastojeći, da i na području filozofije dođu do odlučne riječi” (str. 223).<sup>42</sup> Bubašević se često poziva na Boltzmannovu misao da je “teorija kvintesencija prakse”, dakle njezin sukus, poput alkemijske kvintesencije (destilata) biljnih sokova: “Ali nesamo da su prirodoslovne teorije nikle iz prakse, nego su one u prvom redu za praksu, t. j. njihovo je ponajveće znamenovanje za poticaj na dalji eksperimentalni rad, na dalje otkrivanje i sabiranje novih činjenica” (str. 225).<sup>41</sup> No prirodne znanosti (i kao praksa i kao teorija) razvijaju se neovisno o filozofiji: “Dva su to odijeljena carstva. Ne smije se zato jedno područje s drugim zamjenjivati, jer to je već često dovelo do krive kritike prirodnih nauka i njihova značenja” (str. 235).<sup>41</sup> Iz toga bi se moglo zaključiti da je Bubašević znanost (kemiju) i vjeru također držao “odijeljenim carstvima”, tim više što je bio oštar protivnik svakog mistificiranja znanosti, što se vidi i iz njegovih napada na teozofiju i antropozofiju.<sup>46</sup>

## Bubaševićev zagovor kemije

Nema sumnje da je za Bubaševića kemija bila ne samo središnja prirodna znanost nego i znanost koja donosi ljudima najviše koristi i u materijalnom i u duhovnom pogledu. Oспорavajući pučku predodžbu o kemiji koja u njoj vidi samo “eksplozije, bombe i cijankalij”, Bubašević u dvije rečenice sažima sve što je kemija dala i može dati čovječanstvu:<sup>41</sup>

*A kad tamo kemija je jedna od najsolidnijih osnova, na kojoj počiva moderno kulturno nastojanje čovječanstva. Ne crpu jedino medicina i tehnika, ta dva veličajna produkta neumornog rada praktičnoga duha ljudskoga, uvijek svježu hranu iz kemijske nauke, nego je ona i vrtak za idealno nastojanje čovjekovo, koje ide za tim, da čovjek snažnom i slobodnom mišlju svojom dade račun o sebi i prirodi naokolo sebe; i moderna filozofija služi se uvelike rezultatima i zasadama kemijske nauke.*

Ono što i danas privlači čitatelja Bubaševićevim knjigama nije samo jasan stil i lijep jezik, što je znak neospornoga književnog talenta, nego i kompleksnost njegove misli. Bubašević na kemiju uvijek gleda kao na cjelinu; ne dijeli je, tradicionalno, na čistu i primijenjenu; kemijsku praksu ne odvaja od kemijske teorije niti teorijske kemijske discipli-

ne od kemijske tehnologije. Tako primjerice u poglavlju o kemijskoj ravnoteži (str. 98 – 113)<sup>42</sup> povezuje povijest kemije (van 't Hoff, Bertholet) s termodinamikom (toplinom kemijske reakcije) te analitičkom (taloženje kadmija sulfidima) i "tehničkom" kemijom (problem dobivanja dušikovih spojeva iz zraka), a usto još i s biokemijom (ravnoteže enzimskih reakcija). No tu ne staje, nego razmatra pojam dinamičke ravnoteže i u drugim granama znanosti; u astronomiji ukazuje na problem toplinske smrti svemira, a u biologiji na homeostazu. Usto ne ispušta iz vida ni društvena, pravo rečeno politička pitanja:

*Neki francuski antropolog, čini mi se da se zove Gobineau, izrekao je tvrdnju da su Slaveni najdegeneriranija čovječanska rasa, bara sustala i smrdljiva, nesposobna za svaki razvoj, rad i kulturni procvat. Repräsentant glavne mase slavenske rase je veliki ruski narod. Jamačno ga je gledao spomenuti antropolog u smirenoj točki njegova razvoja, tako reći u točki njegove kemijske ravnoteže. No Veliki je Rat izbacio i Slavene, u prvom redu Ruse, iz te točke kemijske ravnoteže.\* Kuglica slavenske kemijske ravnoteže zakotrljala se iz te točke tako živo, da leti iz jedne krajnosti u drugu.*

Ovaj nam navod pokazuje s jedne strane nacionalističko usmjerenje Europe, pa i njezinih kemičara, koje se očitovale i u živim raspravama o pitanju prvenstva na otkriće periodnog sustava (zakona) elemenata<sup>47</sup> te ispolitiziranosti kemijske znanosti, posebice na našim prostorima.<sup>48</sup> No citat otkriva, implicitno, i nešto drugo. Otkriva veliku brigu Bubanovića za napredak naroda, prije svega slavenskih, koji bi se najbrže, najlakše i najpotpunije mogao ostvariti upravo kroz kemiju. Popularizator znanosti "mora ne samo poznavati i voljeti svoju struku", piše Drago Grdenić misleći pritom na Bubanovića. "On mora voljeti, nadasve voljeti svoj narod."<sup>40</sup> Za Bubanovića popularizacija znanosti, poglavito kemije, nije tek "za zabavu i pouku" nego je glavno sredstvo prosvjećivanja svih društvenih slojeva kako bi i naše, hrvatsko ("slavensko") društvo uhvatilo korak s tehnički naprednim narodima,\*\* jer:<sup>41</sup>

*U Hrvatskoj nema gotovo inteligentna čovjeka, koji ne bi priznao nedostatak svoga obrazovanja u prirodnim znanostima i to osobito u kemiji... Budući da je općeni niveau našega kulturnog života pod vrlo slabim utjecajem prirodnih nauka, naša se inteligencija i bez njih sasvim lako kreće u svojim kulturnim potrebama. Većina naših znanja u vrlo su slabu dodiru s kemijom, a kulturni rad na području literature, filozofije, politike i. t. d. vodi se kod nas još uvijek bez veze s tekovinama i zasadama modernih prirodnih nauka.*

Samo razvijanjem vlastitog znanja, vlastite pameti, možemo steći neovisnost od "tuđinca", koji je vlasnik industrije u Hrvatskoj, "a poljodjelstvo i ostale privredne grane, zatim

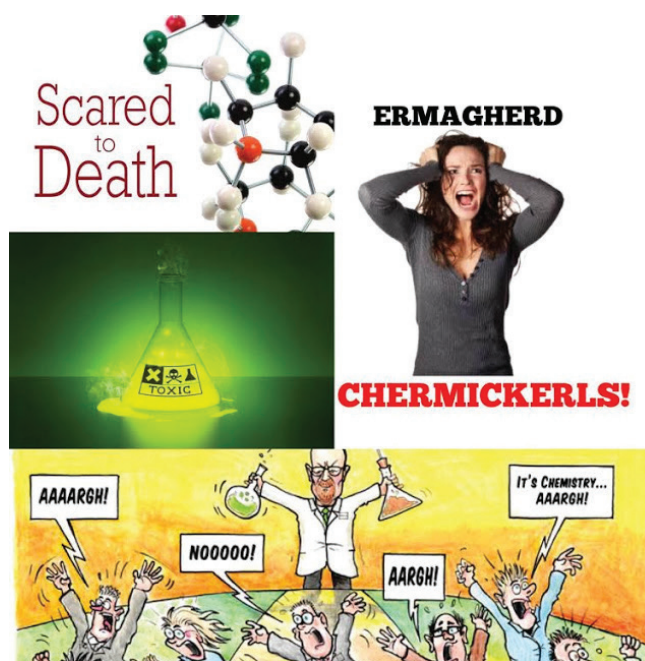
\* Ovdje autor nesumnjivo misli na Oktobarsku revoluciju, koja je dovela do korjenite promjene ruskog društva, prije svega zbog sveopće industrijalizacije. U doba pisanja ove knjige, 1929. godine, nije se u svijetu znalo o pravim razmjerima staljinističkog terora. Nije toga bio svjestan ni Miroslav Krleža (1893. – 1981.) kada je pisao *Izlet u Rusiju* (1925.).

\*\* Toga su bili svjesni narodni prosvjetitelji još u 19. stoljeću. Franjo Rački (1828. – 1894.) kaže: "Naša je zemlja bogata, ali narod nam je neuk, pa zato i siromašan... Lučba s osobitim praktičnim obzirom jedino će tome zlu doskočiti. Ona će nas među prosvjetljene narode uverstiti, ona [će nas] od tuđeg upliva – koj se samo u neukom i siromašnom narodu ugnijezditi može – jamačno osloboditi" (ref. 55).

uređenje naših dnevnih prilika (jela, stanovanja itd.), sve to nosi na sebi biljege površnosti i – hvala dobromu udesu – prirodne naše spretnosti."<sup>41</sup> To stotinu godina staro osvjedočenje Frana Bubanovića vrijedi, nažalost, još i danas.

## Zaključak

Zaključak ovoga rada, a i Bubanovićeve popularizacijskog djela je nedvojbena: svrha popularizacije znanosti, poglavito kemije, nije samo učenje, upoznavanje javnosti sa znanosti i informiranje o njezinim rezultatima, nego prije svega razvijanje pozitivnog odnosa prema znanosti, kako prema njezinim rezultatima, tako i prema metodama i tehnikama. No da bi se to ostvarilo, treba najprije razbiti predrasude, negativne stereotipe, koji prate, vidjeli smo, kemiju od njezinih alkemijskih početaka. Stoga se svi mi kemičari – znanstvenici, nastavnici, popularizatori – trebamo zapitati jesmo li dovoljno učinili za uklanjanje negativne percepcije naše struke u javnosti. Ja bih rekao da nismo. Još uvijek su "kemija i kemici nešto izvanredno i čudnovato", kako reče Bubanović, a ako čovjek danas više ne povezuje kemiju s "eksplozijama, bombama i cijankalijem", povezuje je s otrovima u hrani i okolišu; ekotoksikologija je došla na mjesto opće toksikologije i traumatologije (slika 5). Ništa se bitnoga nije promijenilo u ovim našim prostorima u posljednjih stotinu godina – kemija je ostala u svijesti ljudi nerazumljiva i od svakodnevnog života udaljena znanost. No tu mislim samo na njezine pozitivne aspekte.



Slika 5 – Kemofobija u suvremenom svijetu (ref. 57)

Fig. 5 – Chemophobia in the modern world (Ref. 57)

O negativnim aspektima kemije čujemo nažalost svaki dan, od ekoloških incidenata do problema zbrinjavanja gradskog otpada, posebice onog od polimernih materija-

la.<sup>49</sup> Čak su i riječi “kemija” i “kemijanje” dobile novo, no pejorativno značenje (taktiziranje, improviziranje, vrdanje, natezanje, brljanje, izmotavanje, prodavanje magle).<sup>50</sup> Te su dvije riječi u tom, novom značenju ušle u svakodnevni govor (“nešto ćemo već skemijati”), a nalazimo ih i u oglasima za kredite (“zaboravite na kemijanje”) te u sportskim, posebice nogometnim komentarima (“nije vrijeme za kemijanje”, “u pobjedu bez kemijanja”), no i u napisima o drugim temama. Tako, primjerice, pod naslovom “Alkemija animacije. Protiv kemijanja” čitamo protest protiv negativne selekcije, posebice u kulturi: “Inače, ni našoj animaciji (a o njoj je ovdje, ako ste se možda zanjeli, riječ) ni alkemija neće pomoći, a kamoli kemijanje”.<sup>51</sup> Moguće je čak “kemijanje bez kemijanja”, kada se piše o džemu od organski uzgojenog voća. Spomenimo još pravo, nepatvoreno “vino bez kemije”, ali i ime Ali Kimyawi (Chemical Ali), nadimak iračkog ministra obrane za vrijeme Saddama Husseina – pravo ime: Ali Hassan al-Majid (1941. – 2010.) – da bismo upotpunili dojam o lošoj percepciji kemije u javnosti, posebice u naše doba. No riječ “kemija” (*chemistry*) ima i drugo, pozitivno kolokvijalno značenje, barem u engleskom jeziku: “the attraction or interaction between people”<sup>52</sup> ili (pjesnička) čarolija, “chemistry of poet’s imagination”.<sup>53</sup> Tako i u prenesenom značenju kemiju prate dva glasa, jedan dobar, a drugi zao.

## Literatura References

1. G. *Agricola*, *De re metallica*, Basel, 1556, translated by H. C. Hoover and L. H. Hoover, Dover Publ. Inc. New York, 1950., str. 1–24.
2. D. *Grdenić*, *Alkemija u službi tehnologije, medicine i farmacije*, Povijest kemije, Novi Liber i Školska knjiga, Zagreb, 2001., str. 347–391.
3. J. M. *Rampling*, *From alchemy to chemistry*, Brill’s Encyclopaedia of the Neo-Latin World. (Ed. P. Ford, J. Bloemendal, C. Fantazzi), Brill, Leiden, 2014., p. 705–717.
4. U. *Klein*, *Chemists for the common good* (1), *Bull. Hist. Chem.* **42** (1) (2017) 1–6.
5. R. *Haynes*, *The alchemist in fiction: the master narrative*, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 7–36.
6. J. *Schummer*, *Historical roots of the „mad scientist“: chemists in nineteenth-century literature*, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 37–79, doi: [https://doi.org/10.1142/9789812775856\\_0003](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0003).
7. M. B. *Campbell*, *Artificial men: alchemy, transubstantiation, and the homunculus*, *J. Stud. Know. Pol. Arts* **1** (2) (2010) 4–14, doi: <http://rofl.stanford.edu/node/61>.
8. T. *Nummedal*, *Alchemy and religion in Christian Europe*, *Ambix* **60** (4) (2013) 311–322, doi: <https://doi.org/10.1121/1.4877108>.
9. P. *French*, *John Dee: The World of an Elizabethan Magnus*, Routledge and Kegan Paul, London, 1972.
10. P. *Weingart*, *Chemists and their craft in fiction film*, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 81–96, doi: [https://doi.org/10.1142/9789812775856\\_0004](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0004).
11. A. *Ede*, *The natural defense of a scientific people: the public debate over chemical warfare in post-WWI America*, *Bull. Hist. Chem.* **27** (2) (2002) 128–135.
12. H. R. *Slotten*, *Humane chemistry or scientific barbarism?*, *J. Amer. Hist.* **77** (1990) 476–498, doi: <https://doi.org/10.2307/2079180>.
13. I. *Jukić*, *Konvencija za zabranu kemijskog oružja*, *Kem. Ind.* **54** (3) (2005) 168–173.
14. J. *Matoušek*, *Konvencija o zabrani kemijskog oružja i uloga inženjera i znanstvenika*, *Kem. Ind.* **59** (2) (2010) 69–78, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2009.002>.
15. M. *Kovačić*, *Sprječavanje proliferacije kemijskog naoružanja*, *Kem. Ind.* **68** (1-2) (2019) 53–54.
16. A. C. *Morrison*, *Man in a Chemical World: The Service of Chemical Industry*, Scriber’s Sons, New York, 1937., p. 237.
17. A. *Ede*, *Abraham Cressy Morrison in the Agora: bringing chemistry to the public*, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 187–211, doi: [https://doi.org/10.1142/9789812775856\\_0009](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0009).
18. Z. *Pinterović*, *Kemija za više razrede srednjih i sličnih škola*, *Naklada školskih knjiga i tiskarnica Banovine Hrvatske*, Zagreb, 1940., str. 220–228.
19. Z. *Pinterović*, *Kemija za niže razrede srednjih škola*, drugo izdanje, *Nakladni odjel Hrvatske državne tiskare*, Zagreb, 1942., str. 214–219.
20. M. *Mittar*, W. *Schäfer*, *Grundzüge der Chemie*, Band 2a, 2. Auflage, August Lax Verlagsbuchhandlung, Leipzig, 1941., s. 294–303.
21. M. *Krajčinović*, V. *Hahn*, *Organska kemija za VIII. razred gimnazije*, *Nakladni zavod Hrvatske*, Zagreb, 1947., str. 189–195.
22. *The Oppau explosion*, *Nature* **108** (2713) (1921) 278–279, doi: <https://doi.org/10.1038/108278a0>.
23. T. *Margerison*, M. *Wallace*, D. *Hallenstein*, *The Superpoison*, Macmillan London Ltd, London, 1979.
24. *Bhopal Gas Tragedy Information*, <http://www.bhopal.com/>.
25. N. *Hachija*, *The history and the present of Minamata disease – entering the second half a century*, *Jap. Med. Assoc. J.* **49** (3) (2006) 112–118, [http://www.med.or.jp/english/pdf/2006\\_03/112\\_118.pdf](http://www.med.or.jp/english/pdf/2006_03/112_118.pdf).
26. P. *Laszlo*, *On the self-image of chemists, 1950–2000*, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 329–367, doi: [https://doi.org/10.1142/9789812775856\\_0013](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0013).
27. K. *Balenović*, *Lavoslav Ružička: Stara domovina i kemija u Hrvatskoj 1918 – 1988*, *Rad Jugosl. akad. znan. umjet., kem.* **[443]** 7 (1989) 131–198.
28. N. *Trinajstić*, *Experimental and theoretical research in the natural sciences*, *Encycl. Moderna* **14** (4) (1993) 359–360.
29. T. *Preočanin*, *Međunarodna godina kemije 2011. i popularizacija kemije među djecom i mladima*, *Kem. Ind.* **60** (12) (2011) 675–676.
30. M. *Sikirica*, *Učenje otkrivanjem*, *Nové Slike iz kemije*. Priručnik kemije u nastavi. (ur. N. Raos), Školska knjiga i Hrvatsko kemijskog društvo, Zagreb, 2004., str. 219–240.
31. N. *Raos*, *Kemija je magija*. Prilog biografiji (intervju), *Misli o (hrvatskoj) znanosti*, HDKI/Kemija u industriji, Zagreb, 2007., str. 84–87.
32. B. *Kamenar*, *Sjećanje jednog kemičara*, HDKI/Kemija u industriji, Zagreb, 2011., str. 7–8.
33. N. *Trinajstić*, *Život u znanosti*. Uspomene iz nepovrata, Hrvatsko

- ska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2016., str. 41.
34. B. Babić, Građa svijeta. Pučka kemija, Jeronimska knjižnica, knjiga 36, Književno društvo sv. Jeronima, Zagreb, 1929., str. 34.
  35. N. Raos, Je li kemija opasna?, *Priroda* 96 (6) (2006) 54–55.
  36. F. Plavšić, Loš primjer glavnog urednika (Reagiranja), *Priroda* 98 (2) (2008) 20–21.
  37. N. Raos, Loš primjer ili zdrava pamet (Reagiranja), *Priroda* 98 (3) (2008) 16.
  38. K. Mlinac Jerković, V. Damjanović, Fran Bubanović – utemeljitelj našega Zavoda, 100 godina Zavoda za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu. (ur. J. Lovrić), Sveučilište u Zagrebu – Medicinski fakultet, Zagreb, 2018., str. 44–50.
  39. N. Raos, Povijesni osvrt na popularizaciju kemije u Hrvatskoj, *Kem. Ind.* 61 (5-6) (2012) 281–288.
  40. D. Grdenić, Fran Bubanović. Povodom sedamdesetogodišnjice života, *Priroda* 40 (10) (1953) 369–374.
  41. F. Bubanović, Slike iz kemije, Matica hrvatska, Zagreb, 1917., str. 1–3.
  42. F. Bubanović, Iz moderne kemije, Matica hrvatska, Zagreb, 1929.
  43. F. Bubanović, Kemija živih bića, Matica hrvatska, Zagreb, 1918.
  44. H. de Balzac, La peau de chagrin: roman philosophique, Gosselin et Chanel, Paris, 1831., citirano prema ref. 6, str. 58.
  45. F. Bubanović, Kako se raspravlja o našem narodnom jedinstvu, Kemijo, hvala ti!, Izd. Tome Jovanovića i Vujića, Beograd, 1939., str. 104–125.
  46. F. Bubanović, Kemija i antropozofija, Iz moderne kemije, Matica hrvatska, Zagreb, 1929., str. 231–249.
  47. N. Raos, Pan-Slavism and the periodic system of the elements, *Bull. Hist. Chem.* 37 (1) (2012) 24–28.
  48. N. Raos, Science and politics: a case study of the Croatian chemical journal, *Bull. Hist. Chem.* 40 (1) (2015) 40–44.
  49. M. Rujnić Havstad, Plastofobija je zahvatila i hrvatske trgovačke lance, *Kem. Ind.* 69 (3-4) (2020) 195–197.
  50. Žargonaut, <https://www.zargonaut>, Kontekst.io, <https://www.kontekst.io>.
  51. J. Marušić, Alkemija animacije. Protiv kemijanja, *Vijenac*, br. 261, 4. 3. 2004., <http://www.matica.hr/vijenac/261/protiv-kemijanja-11042/>.
  52. Ilustrirani engleski rječnik Oxford. (ur. S. Franić), DZS i Knjiga i dom, Ljubljana (za Hrvatsku), 1999., str. 145.
  53. Webster's New Collegiate Dictionary, G. & C. Merriam Co., Springfield, Mass., 1961., p. 142.
  54. N. Raos, Eudiometrija u djelu Josipa Franje Domina, *Kem. Ind.* 69 (3-4) (2020) 105–110, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2019.023>.
  55. F. Rački, O pokusu lučbenog nazivlja, *Kolo*, Zagreb, 1853, str. 105; preuzeto iz: S. Paušek Baždar, Problematika kemijskih rasprava u Hrvatskoj u drugoj polovici 19. i početkom 20. stoljeća, Zbornik radova Trećeg Simpozija iz povijesti znanosti. Prirodne znanosti i njihove primjene krajem 19. i početkom 20. stoljeća u Hrvatskoj, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, 1981., str. 79–87.
  56. J. Schummer, T. I. Spector, The visual image of chemistry: perspectives from the history of art and science, *The Public Image of Chemistry*. (Ed. J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, B. van Tiggelen), World Scientific, London, 2007., p. 213–257, doi: [https://doi.org/10.1142/9789812775856\\_0010](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0010).
  57. Sick of it all: Do you suffer from chemophobia?, <http://www.endocriminal.blogspot.com>.

## SUMMARY

### Praise and Defense of Chemistry in the Opus of Fran Bubanović

*Nenad Raos*

The public image of chemistry is both positive and negative; positive because of its application in all human affairs (industry, agriculture, medicine, etc.), and negative for its connection with dangerous chemicals (explosives, poisons). Therefore, a good populariser of chemistry has not only to praise but also to defend chemistry to bring it forth to the common people. The fulfilment of both these requirements is clearly visible in the opus of the leading Croatian populariser of chemistry in the 20<sup>th</sup> century, Fran Bubanović (1883–1956), the first chemistry professor at the Zagreb School of Medicine (1917). He took pains to persuade the reader that chemistry is not dangerous and difficult to learn but rather a major vehicle for the progress of a nation, and especially an underdeveloped nation, as was Croatia in his time. In this contribution, the general causes of the fear of chemistry and chemicals (chemophobia) were also discussed.

#### Keywords

*Alchemy, chemical warfare, chemophobia, environmental protection, popularization of science*

*Institute for Medical Research  
and Occupational Health  
Ksaverska c. 2  
10 000 Zagreb, Croatia*

*Review  
Received April 14, 2020  
Accepted April 28, 2020*