Fran Bubanović-utemeljitelj kemije na Medicinskom fakultetu u Zagrebu

Ratić, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:182:856672

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Department of Chemistry, Osijek







SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA KEMIJU

DIPLOMSKI NASTAVNIČKI STUDIJ KEMIJE

Dorotea Ratić

FRAN BUBANOVIĆ-UTEMELJITELJ KEMIJE NA MEDICINSKOM FAKULTETU U ZAGREBU

Diplomski rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA KEMIJU

DIPLOMSKI NASTAVNIČKI STUDIJ KEMIJE

Dorotea Ratić

Mentor: prof.dr.sc. Snježana Paušek-Baždar

FRAN BUBANOVIĆ-UTEMELJITELJ KEMIJE NA MEDICINSKOM FAKULTETU U ZAGREBU

Diplomski rad

Osijek, 2015.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Odjelu za kemiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku pod vodstvom prof. dr. sc. Snježane Paušek – Baždar. Rad je predan stručnom vijeću na ocjenu radi stjecanja diplome magistra edukacije iz područja kemije.

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Snježani Paušek – Baždar na svesrdnoj pomoći i dragocjenim savjetima, koje mi je nesebično pružala, tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se doc. dr. sc. Berislavu Markoviću na uvijek korisnim savjetima i pomoći.

Posebno sam zahvalna prof. dr. sc. Ivanu Vickoviću bez čije nesebične pomoći pri prijevodu Bubanovićeva znanstvenog rada ne bih uspjela dovršiti diplomski rad.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za kemiju
Diplomski nastavnički studij kemije
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Kemija

FRAN BUBANOVIĆ-UTEMELJITELJ KEMIJE NA MEDICINSKOM FAKULTETU U ZAGREBU

Dorotea Ratić

Rad je izrađen na: Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju
Mentor: Prof.dr.sc. Snježana Paušek-Baždar

Sažetak: U radu su prikazani život i djelo prof. dr. Frana Bubanovića – od podrijetla i školovanja do znanstvenog doprinosa i umirovljenja. Za Frana Bubanovića možemo reći da je bio veliki vizionar kemije na tlu Hrvatske, njegov doprinos kemiji i općenito znanosti biti će trajno zapamćeni. Cilj mog diplomskog rada bio je prikazati Bubanovića kao svestranu osobu, istražiti njegov znanstveni doprinos kemiji, te prikazati njegovo područje interesa kroz tumačenje problematike njegovih znanstvenih i stručnih radova. Za Bubanovića s razlogom možemo reći da je veliki popularizator kemije. Njegova poruka je bila jasna – želio je kemiju prikazati u jednom novom svjetlu, kao zanimljivu granu na kojoj počiva sve i na kojoj se gradi sve što nas okružuje. Svoje znanje je nesebično dijelio sa svima koji su htjeli znati više. Bubanović se najviše zanimao za medicinsku kemiju i biokemiju pa ne čudi što su gotovo svi njegovi znanstveni radovi napisani iz tog područja. Njegova ostavština je golema, napisao je 23 znanstvena rada, nekoliko popularizacijskih knjiga, nekoliko sveučilišnih i srednjoškolskih udžbenika i preko 200 različitih stručnih članaka. Ovaj diplomski rad također sadrži i metodički dio kojemu je cilj da učenike na zanimljiv način, u vidu mini projekta provede kroz tematiku koju je proučavao profesor Bubanović. Naziv mini projekta je „Ključni gradivni kemijski elementi svakog organizma“ i cilj mu je na zanimljiv način, kroz puno pokusa, obraditi sve one gradivne kemijske elemente koji sadrži svaki organizam.

Rad obuhvaća: 49 stranica, 15 slika, 3 tablice, 31 literaturni navod

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: biokemija/ Fran Bubanović/ gradivni kemijski elementi/ medicinska kemija/ mini projekt/ popularizator/

Datum obrane: 22. 1. 2015.

Stručno povjerenstvo za ocjenu:
1. Snježana Paušek-Baždar, prof. dr.sc.
2. Ivan Vicković, prof. dr. sc.
3. Berislav Marković, doc. dr. sc.

Rad je pohranjen: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, knjižnica PTF-a Franje Kuhača 20, 31000 Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

J. J. Strossmayer University of Osijek **Graduation Thesis**
Department of Chemistry
Graduate Study of Chemistry
Scientific Area: Natural Sciences
Scientific Field: Chemistry

FRAN BUBANOVIĆ-FOUNDER OF CHEMISTRY IN SCHOOL OF MEDICINE AT UNIVERSITY OF ZAGREB

Dorotea Ratić

Thesis completed at: Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry
Supervisor: Prof.dr.sc. Snježana Paušek-Baždar

Summary: The paper presents the life and work of Professor Dr. Fran Bubanović - from his ancestry and education through scientific contributions and retirement. For Fran Bubanović we can say that he was a great visionary of chemistry on Croatian soil, so his contribution to chemistry and general science will be forever remembered. The aim of my graduation thesis was to show Bubanović as a versatile person, explore his scientific contributions to chemistry and to show his nature of occupations through the analysis of his scientific papers. With reason we can say that Fran Bubanović is great popularizer of chemistry. His message was clear - he wanted to show the chemistry in a new light, as an interesting branch on which all that is around us is based on. He shared his knowledge with everyone who wanted to know more. Bubanović cared most for Medical Chemistry and Biochemistry, so it is not surprising that almost all of his scientific papers belon to this area. His legacy is immense, he wrote 23 scientific papers, several promotional books, several university and high school textbooks and over 200 different professional articles. My graduation thesis also contains a teaching part aimed at learners in an interesting way of a mini project that follows the work of professor Bubanović. Title of the mini project is "The key chemical building blocks of every organism" and its aim is to on an interesting way, by means of number laboratory experiments, learners handle all those chemical building blocks containing each organism.

Thesis includes: 49 pages, 15 figures, 3 tables, 31 references

Original in: Croatian

Keywords: Biochemistry/ chemical building blocks/ Fran Bubanović/ Medical Chemistry/ mini project/ popularizer

Thesis defence: January XXII, 2015

Reviewers:

1. Snježana Paušek-Baždar, prof. dr.sc.
2. Ivan Vicković, prof. dr. sc.
3. Berislav Marković, doc. dr. sc.

Thesis deposited in:Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**,** Library of PTF Franje Kuhača 20, 31000 Osijek

POPIS SLIKA

Slika 1. Fran Bubanović – utemeljitelj kemijske sredine u Hrvatskoj……... 2
Slika 2. Zgrada Kraljevske realne gimnazije u Bjelovaru iz 1902. godine……..... 3
Slika 3. J. H. Hamburger – ugledni nizozemski fiziolog i njegov rad o osmotskom tlaku, koji su Bubanoviću odredili znanstveni put…….. 4
Slika 4. Nobelovac Svante Arrhenius i naslovnica veoma zapaženog rada iz područja hemolize kojeg je objavio skupa s Bubanovićem……. 5
Slika 5. Jedno od ukupno 11 pisama koja su Arrhenius i Bubanović napisali u razdoblju od 1912. – 1916. godine……..... 8
Slika 6. Naslovnice Bubanovićevih udžbenika, s lijeva na desno; *Praktikum medicinske kemije* iz 1939. i *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije* iz 1930…… 13
Slika 7. Naslovnice Bubanovićevih popularnih knjiga, redom s lijeva na desno; *Kemija živih bića* iz 1918., *Kemijski sastav čovječjeg tijela* iz 1946., *Što se sve dobiva iz zraka?* iz 1949. i *Slike iz kemije* iz 1917. godine…….. 15
Slika 8. Zgrada Medicinskog fakulteta u Zagrebu na Šalati……... 18
Slika 9. Podjela ugljikohidrata na monosaharide, disaharide i polisaharide…….. 32
Slika 10. Prikaz otopine glukoze u tijeku i nakon reakcije……. 36
Slika 11. Umjetni med – rezultat uspješno provedenog pokusa……. 37
Slika 12. Biuret – reakcija…….. 39
Slika 13. Ksantoproteinska reakcija……... 41
Slika 14. Jezgra oraha i suncokretove sjemenke sadrže masti i ulja…….. 42
Slika 15. Nastali sapun u gornjem sloju čaše……. 43

POPIS TABLICA

Tablica 1: Učenička predznanja potrebna za izvođenje mini-projekta i očekivana postignuća nakon provedenog mini-projekta…….. 34

Tablica 2. Aktivnosti za ostvarenje teme……... 35

Tablica 3. Vrjednovanje mini-projekta (bodovi i ocjena)…….. 45

Sadržaj:

IZJAVA…… i

ZAHVALA…….. ii

SAŽETAK…… iii

SUMMARY…… v

POPIS SLIKA…….. vii

POPIS TABLICA…… viii

1. Uvod……. **1**

2. Fran Bubanović – utemeljitelj kemijske sredine u Hrvatskoj…… **2**

2.1. Podrijetlo i školovanje…….. 2

2.1.1. Prva služba i usavršavanje u inozemstvu…….. 3

2.1.2. Osnivanje Medicinskog fakulteta u Zagrebu i ponovni boravak u inozemstvu……. 5

2.1.3. Bubanovićevo umirovljenje……... 6

2.2. Veza Bubanović – Hamburger – Arrhenius……. 6

2.2.1. Dopisivanje Arrheniusa i Bubanovića……... 7

3. Znanstveni rad profesora Bubanovića……. **9**

3.1. „O permeabilnosti crvenih krvnih tjelešaca prema kationima“……... 10

3.2. „O utjecaju kloroforma, jodoforma i ostalih drugih u masti topljivih tvari na fagocitozu“……. 10

3.3. „Podjela, smetnje i ubrzanje hemolize“……..... 11

3.4. „Studija o utjecaju difuzije u galertama“……. 12

4. Nastavna aktivnost, popularizacija znanosti i filozofska gledišta……. **13**

4.1. Sveučilišni udžbenici i Bubanovićeva nastavna aktivnost……... 13

4.2. Popularne publikacije……... 14

4.3. Filozofska gledišta……... 16

5. Medicinski fakultet u Zagrebu – nekada i danas…… **18**

5.1. Osnivanje Medicinskog fakulteta……. 18

5.2. Osnivanje Zavoda za primijenjenu liječničku kemiju…….. 19

5.3. Medicinski fakultet danas…… 19

6. Popis publikacija profesora Frana Bubanovića……... **21**

6.1. Znanstveni radovi……. 21

6.2. Stručni radovi……... 22

6.3. Sveučilišni udžbenici……... 23

6.4. Udžbenici za srednje škole……... 25

6.5. Knjige sabranih eseja i članaka…… 25
6.6. Popularni članci iz kemije, ostalih prirodnih znanosti i filozofije objavljeni u revijama i novinama…… 26
7. Zaključak……. 30
8. Metodički dio……... 31
8.1. Mini projekt – „Ključni gradivni kemijski elementi svakog organizma“…… 31
8.1.1. Upute učenicima……. 31
8.1.2.Priprema za izvođenje nastavnoga sata……... 34
8.1.3. Prijedlog praktičnog dijela mini projekta – pokusi…… 36
8.1.4.Evaluacija mini-projekta……. 45
8.1.5. Zaključak…… 45
9. Literatura…… 46
10. Životopis…… 48

1. Uvod

U radu su prikazani život i djelo prof. dr. Frana Bubanovića – od podrijetla i školovanja do znanstvenog doprinosa i umirovljenja. Fran Bubanović osnovao je katedru za medicinsku kemiju na Medicinskom fakultetu u Zagrebu. Može se reći da je bio veliki pionir kemije u Hrvatskoj u razdoblju kada se u zemlji odvijaju mnoge kulturne i naučne revolucije, kada kemija doživljava svoj procvat ne samo u užim krugovima školovane gospode, već i među širim pukom.

Naime, Bubanović je želio približiti kemiju svima i izbrisati predrasude o njoj kao „znanosti o bombama i otrovima“. Njegov životni put bio je šarolik, pored kemije zanimao se i za medicinu, fiziku, filozofiju, politiku, a volio je i napisati pokoju pjesmu ili osvrt na mnoga društveno - politička pitanja koja su bila aktualna u Hrvatskoj u razdoblju između dva svjetska rata.

Njegovo nasljeđe je golemo. Pored utemeljenja „moderne kemije“ u Hrvatskoj, napisao je i puno stručno – popularnih članaka iz područja kemije i biologije. On je također autor 23 znanstvena rada, koji obuhvaćaju one najuobičajenije teme iz područja medicine, kemije i biologije, do onih najapstraktnijih tema koje su se u to vrijeme tek počele proučavati na mnogim sveučilištima u stranim središtima. Pored znanstveno – istraživačkog rada ne smije se zaboraviti i njegov edukacijski doprinos. Autor je mnogih udžbenika za kemičare, biologe, farmaceute i medicinare, a mnoge vježbe opisane u tim udžbenicima se još i danas izvode na pojedinim fakultetima.

Cilj mog diplomskog rada je prije svega prikazati Bubanovića kao jednu svestranu osobu, istražiti njegov znanstveni doprinos kemiji i prikazati njegova područja interesa kroz analizu i problematiku njegovih znanstvenih, stručnih i popularnih radova.

2. Fran Bubanović – utemeljitelj kemijske sredine u Hrvatskoj



Slika 1. Fran Bubanović – utemeljitelj kemijske sredine u Hrvatskoj

2.1. Podrijetlo i školovanje

Fran Bubanović rođen je u Sisku 19. studenog 1883. godine kao sin Antonije Bubanović, rođene Škavić i Antona Škerjanca, gradskog vrtlara. Imao je dvije godine starijeg brata i četiri godine mlađu sestru, oboje rođeni Škavić. Bubanović je u maticu krštenih upisan kao Franjo Škavić po majci. [1]

Osnovnu školu pohađao je u rodnom gradu, a Klasičnu gimnaziju u Zagrebu, 1901./1902. dolazi u Sjemenište zagrebačko u 7. razred nadbiskupskog liceja. Kao izvrstan đak maturira 1903. godine. Po završetku mature upisuje se na Kraljevsko sveučilište zagrebačko kao slušač filozofije i to za kemiju i prirodne nauke, nakon što mu je odbijena molba za stipendiranje studija germanistike u Beču. [1]

2.1.1. Prva služba i usavršavanje u inozemstvu

Završetkom studija, 1905. godine, postaje asistentom profesora Gustava Janečeka u sveučilišnom Kemijskom zavodu u Zagrebu, čime je započeo svoju nastavničku karijeru. Godine 1907. polaže ispit za srednjoškolskog profesora iz kemije i prirodopisa. Za vrijeme velikog studentskog štrajka premješten je za profesora kemije u Prvu gimnaziju u Zagrebu i u tadašnju Kraljevsku realnu gimnaziju u Bjelovaru. [1,2]



Slika 2. Zgrada Kraljevske realne gimnazije u Bjelovaru iz 1902. godine

Bjelovar je bio poveznica za njegovo međunarodno usavršavanje. Godine 1909. zahvaljujući bjelovarskom županu Toši Georgijeviću i ljekarniku Josipu Werkleinu dobiva stipendiju za usavršavanje u Nizozemskoj kod uglednog fiziološkog kemičara Hartoga Hamburgera.[1] Postoje, naime, dva razloga zbog kojih je Bubanović odabrao usavršavanje kod Hamburgera: suradnja sa Srećkom Bošnjakovićem koji ga je i uputio na netom objavljeni rad Hartoga Hamburgera *Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medizinischen Wissenschaften* (Osmotski tlak i nauka o ionima u medicinskoj znanosti) i Bubanovićeva

[1] Ugledni kemičar zaslužan je za prvu primjenu fiziološke otopine kojoj je 1896. godine prvi utvrdio sastav.

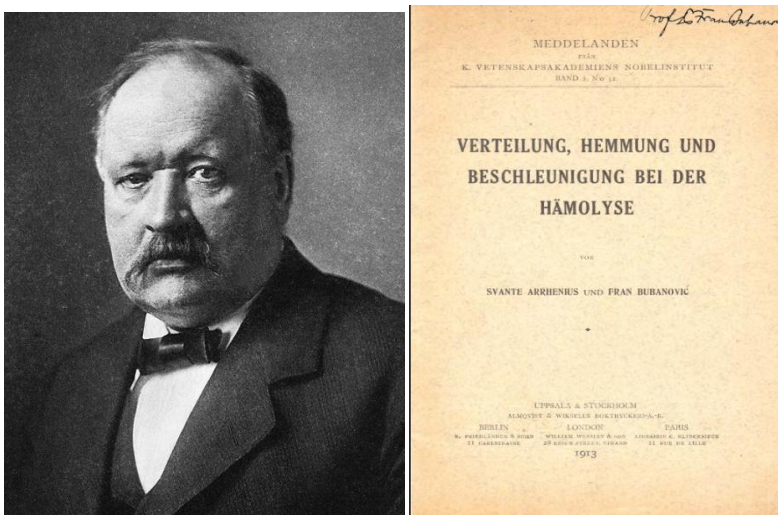
vizija za potrebe budućeg Medicinskog fakulteta i problematike Hamburgerova istraživanja. [1-4]



Slika 3. H. J. Hamburger – ugledni nizozemski fiziolog i njegov rad o osmotskom tlaku, koji su Bubanoviću odredili znanstveni put

Godine 1910. upravo s Hamburgerom objavljuje svoj prvi rad *La perméabilité physiologique des globules rouges, spécialement vis-a-vis des cations* (O permeabilnosti crvenih krvnih tjelešaca prema kationima),koji je iste godine u Beču prihvaćen kao doktorska disertacija. U Nizozemskoj je objavio još dva zapažena rada: *L'influence de l'iodoforme, du chloroforme et d'autres substances solubles dans la graisse sur la phagocytose* (O utjecaju jodoforma, kloroforma i drugih u masti topljivih tvari na fagocitozu) i *Über den Blutfarbstoffaustritt unter dem Einfluss des Kohlenmonoxydes* (O utjecaju ugljikovog monoksida na izlazak krvne boje iz eritrocita), oba rada objavljena su 1911. godine. [3]

Potkraj Bubanovićevog usavršavanja u Nizozemskoj u Zavod je navratio, na povratku iz Amerike (gdje je bio gostujući profesor) nobelovac Svante Arrhenius, jedan od utemeljitelja fizikalne kemije. Bubanović se s njim upoznao i zamolio ga da dođe k njemu u *Nobelov institut* u Stockholm. Zahvaljujući svojim radovima Bubanović odlazi u *Nobelov institut* gdje boravi više od godinu dana (za to vrijeme mu je u Bjelovaru dodijeljen dopust). U doba boravka u Stockholmu, Bubanovićev odnos s Arrheniusom pretvorio se u prisno prijateljstvo o čemu svjedoče mnoga pisma koja su njih dvojica izmijenili. U tom periodu, Arrhenius i Bubanović napisali su 1913. godine zapažen rad o hemolizi, *Podjela, smetnje i ubrzanje hemolize.* [1,3]



Slika 4. Nobelovac Svante Arrhenius i naslovnica veoma zapaženog rada iz područja hemolize kojeg je objavio skupa s Bubanovićem

2.1.2. Osnivanje Medicinskog fakulteta u Zagrebu i ponovni boravak u inozemstvu

Nakon usavršavanja u Stockholmu, Bubanović je nastavio predavati u gimnaziji do osnutka Medicinskog fakulteta 1917. godine. U svrhu pripremanja za vođenje Medicinsko – kemijskog instituta poslan je u Beč kod profesora Otta von Fürtha s kojim je 1918. godine objavio nekoliko radova o difuziji elektrolita u galertama, te samostalan rad u kojem je pokazao da je sadržaj karnozina u srčanom mišiću čovjeka veoma postojan *(O udjelu karnozina normalnog i patološki promijenjenog ljudskog srčanog mišića).* Na temelju tih radova, Bubanović je imenovan za izvanrednog profesora 1919., te redovnog profesora medicinske kemije 1920. godine na novoosnovanom Medicinskom fakultetu u Zagrebu. U službu dekana izabran je 1921./1922. i ponovno 1930./1931. [1-3]

S obzirom da se Bubanović smatra prvim profesorom medicinske kemiju i njezinim osnivačem u Hrvatskoj (tadašnjoj Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca), napisao je 1921. godine prvi udžbenik za medicinare *Kemiju za medicinare.* Nakon izdanja udžbenika za medicinare, napisao je još brojne druge sveučilišne udžbenike za farmaceute, medicinare, kemičare i slušače veterine. Razdoblje od osnutka Medicinskog fakulteta smatra se manje

produktivnim u njegovom znanstveno – istraživačkom radu, ali zato njegov nastavni rad doživljava procvat. [4,5]

2.1.3. Bubanovićevo umirovljenje

S početkom drugog svjetskog rata 1941. godine, Bubanović prisilno odlazi u mirovinu zbog pripadništva masonskom redu [2] iako je iz njega samovoljno istupio 1939. godine. Završetkom rata 1945. godine, Bubanović se ponovno vraća na Medicinski fakultet i obavlja svoju službu kao redoviti sveučilišni profesor. Godine 1952. postavljen je za predstojnika Fiziološkog zavoda Medicinskog fakulteta gdje djeluje sve do 1954. godine, kada je potpuno umirovljen. Zadnju publikaciju objavio je 1953. godine. Bio je to prikaz u časopisu *Priroda* o Jakobu Henriku van´t Hoffu. Bubanović je preminuo u Zagrebu 6. veljače 1956. godine, a pokopan je na groblju Mirogoj. [1,3]

2.2. Veza Bubanović – Hamburger – Arrhenius

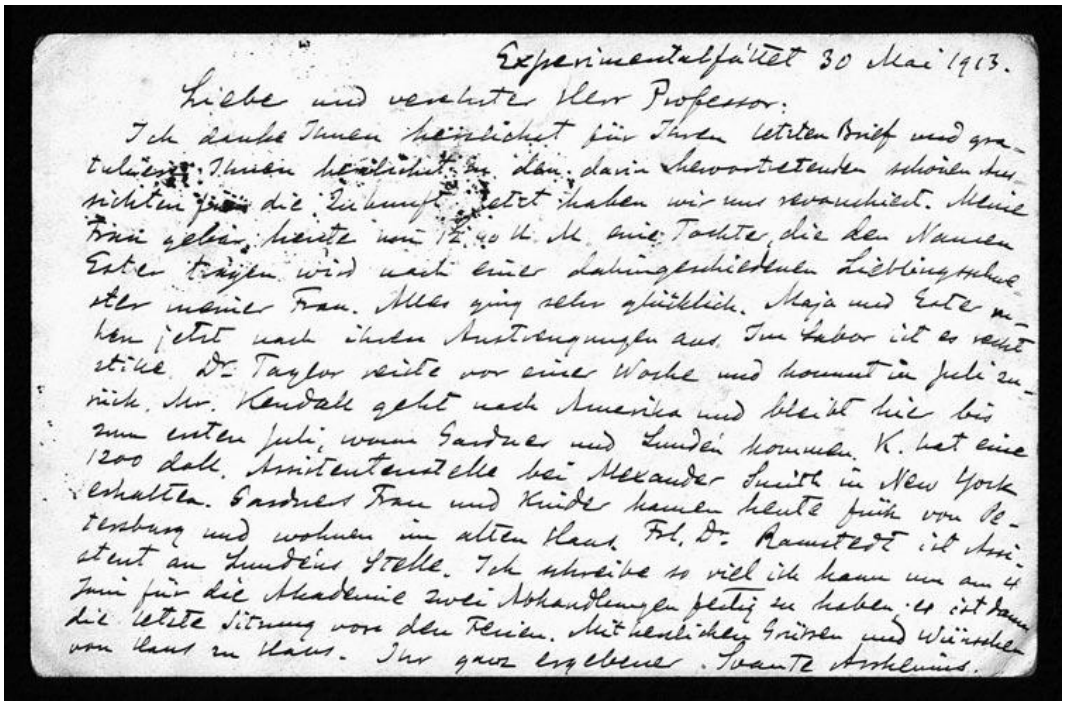
Godina 1909. za Bubanovića je bila presudna za njegovo usmjerenje ka medicinsko – kemijskom istraživanju i usavršavanju. Život u Nizozemskoj i rad uz uglednog i vrlo stručnog fiziologa H. J. Hamburgera otvaraju mu poglede na modernu kemiju kakvu još nije upoznao. U to vrijeme Hamburger se bavi problemima permeabilnosti ili propustljivosti stanica, naročito krvnih tjelešaca, pa je i sam Bubanović imao prilike surađivati s njim na tom problemu. Također, Hamburger se bavi problemima fagocitoze, tj. sposobnosti bijelih krvnih tjelešaca (leukocita) da proždiru (fagocitiraju) druga tijela poput bakterija i njihovih otrova. Hamburger nije ni slutio da je tim istraživanjima došao do velikih otkrića i da je postavio temelje u istraživanju imunološkog sustava. Ta istraživanja kulminirala su Bubanovićevim opredjeljenjem za medicinsku kemiju i za objavu njegova prvog znanstvenog rada koji je ujedno bio i doktorska disertacija. [6]

[2] Godine 1915., Bubanović ulazi u masonsku ložu *„Perun“*, a 1926. godine u ložu *„Maksimilijan Vrhovac“*. U ložu *„Libertas“* ulazi 1938. godine, samo godinu dana prije potpunog istupa iz masonskog reda. [23]

Bubanoviću se sreća ponovno osmjehnula, potkraj njegovog usavršavanja u Nizozemskoj. U institut je navratio ugledni znanstvenik, fizikalni kemičar Svante Arrhenius kako bi održao predavanje iz fizikalne kemije. Budući da je Bubanović izrazio želju da mu se produži boravak u inozemstvu, zamolio je Arrheniusa da mu odobri dolazak u njegov institut u Stockholmu. Hamburger je Arrheniusa uputio na Bubanovićeva istraživanja i objavljene radove, te ga je Arrhenius odlučio pozvati u Švedsku. Svante Arrhenius je protagonist modernog razdoblja u razvitku kemije u kojem su fizika i matematika digle kemiju do najsuptilnijih vrhunaca njezine egzaktnosti. Arrhenius je iz područja fiziologije izradio mnogo stručnih radova, opisivao je imunitet, hemolizu, resorpciju hrane i sl. Upravo to područje njegovog istraživanja interesiralo je i Bubanovića pa su skupa objavili znanstveni rad iz područja hemolize krvi 1913. godine. Iako je Bubanovićev boravak u Švedskoj bio svega godinu dana, njegovo prijateljstvo s Arrheniusom je potrajalo sve do njegove smrti. [6,7]

2.2.1. Pisma Arrheniusa i Bubanovića

Postoje naime, pisma, konkretno 11 pisama u Bubanovićevoj ostavštini koja je Arrhenius uputio svome đaku. Njihovo razdoblje dopisivanja trajalo je četiri godine (1912 – 1916). U pismima su popraćeni tekući događaji kako u znanstveno – istraživačkom radu tako i u osobnom životu obojice. Iako su na istom institutu obojica usko surađivala samo jednu godinu, kroz pisma se može vidjeti da se njihov istraživački odnos proširio kros cijeli period njihovog dopisivanja. Svoja istraživanja Bubanović je komentirao s Arreniusom, često tražio savjete kako bi što bolje shvatio i opisao svoje teze. Blizak odnos Arrheniusa i Bubanovića kulminirao je kumstvom Bubanovićevoj kćerki Svei koja je rođena 1913. godine u Stockholmu. Nesumnjivo, dvojicu velikana zbližila je duševna bliskost i bliskost naravi. Obojica su bili dobronamjerni ljudi, uvijek spremni svima pomoći, obojica su se bavila popularizacijom znanosti, a njihov široki interes daleko je nadmašivao njihovu struku. Pisma svjedoče o jednom divnom periodu, o prijateljstvu koje je potrajalo sve do smrti. [7-9]



Experimentalfältet 30 Maj 1913.

Liebe und verehrte Herr Professor:

Ich danke Ihnen herzlichst für Ihren letzten Brief und gratuliere Ihnen herzlichst zu dem darin hervortretenden schönen Erfolge. Für die Einladung jetzt haben wir uns revanchiert. Meine Frau gebar heute um 12.40 h. M. eine Tochter, die den Namen Esther tragen wird nach einer dahingeschiedenen Lieblingsschwester meiner Frau. Alles ging sehr glücklich. Maja und Esther befinden sich jetzt nach ihren Anstrengungen gut. Im Labor ist es recht still. Dr. Taylor reiste vor einer Woche und kommt in Juli zurück. Mr. Kendall geht nach Amerika und bleibt hier bis zum ersten Juli, wenn Sandner und Lundén kommen. K. hat eine 1200 dollr. Assistentstelle bei Alexander Smith in New York erhalten. Sandners Frau und Kinder kamen heute früh von Petersburg und wohnen im alten Haus. Fil. Dr. Ramstedt ist Assistent an Lundéns Stelle. Ich schreibe so viel ich kann um am 4 Juni für die Akademie zwei Abhandlungen fertig zu haben. Es ist dann die letzte Sitzung vor den Ferien. Mit herzlichen Grüssen und Wünschen von Haus zu Haus. Ihr ganz ergebener Svante Arrhenius.

Slika 5. Jedno od ukupno 11 pisama koja su Arrhenius i Bubanović napisali u razdoblju od 1912. – 1916. godine

3. Znanstveni rad profesora Bubanovića

Prema navodima Tomislava Pintera, iz razdoblja 1904. – 1910. godine, Bubanović je objavio tridesetak članaka, od toga najviše u *Pokretu*. Iz perioda 1910. – 1918. godine objavio je petnaest znanstvenih radova, šest referata iz kemije i pedesetak ostalih članaka. Iz razdoblja osnutka Medicinskog fakulteta 1918. godine do zaključno 1953. objavio je osam znanstvenih radova, deset referata iz kemije i stotinu i deset ostalih članaka. Njegov znanstveni rad možemo podijeliti u tri grupe:

1) Fizikalna kemija tekućeg stanja

2) Fizikalna kemija žive stanice i problem membrana

3) Analitički rad na području kemije i biokemije

Prema Bubanovićevoj bibliografiji radova (vidi 6. poglavlje), u suradnji s fiziologom Hamburgerom objavio je radove pod rednim brojem 1, 2 i 3, u suradnji s nobelovcem Arrheniusom objavio je značajan rad iz područja hemolize, rad pod rednim brojem 9. S bečkim profesorom O. von Fürthom objavio je radove 14 i 15, a radove pod brojevima 17, 20, 21 i 22 objavio je s mladim suradnicima, Josipom Mikšićem i Adolfom Režekom. Objavio je ukupno trinaest radova na njemačkom i francuskom jeziku u suradnji s Hamburgerom, Arrheniusom i Fürthom, a deset na hrvatskom jeziku. [10,11]

Sudjelovao je na tri stručna kongresa; St. Petersburg 1911. *II. Mendeljejevski kongres* s referatom o svojoj disertaciji, *II. Sjezd prirodoslovaca i liječnika* 1914. godine u Pragu s dva stručna referata i na *Kongresu* 1952. godine u Zagrebu s referatom o povijesti Kemijskog zavoda. [1]

U ovom poglavlju ću ukratko opisati pojedina istraživanja i znanstvene radove profesora Bubanovića.

3.1. „O permeabilnosti crvenih krvnih tjelešaca prema kationima“

Rad je objavljen 1910. godine s H. J. Hamburgerom, tiskan je na nizozemskom i engleskom jeziku u nizozemskoj akademiji znanosti u Amsterdamu, a kao njemački manuskript primljen je za disertaciju na institutu u Beču, gdje je Bubanović i doktorirao. U eksperimentalnom radu je trebalo kvantitativno odrediti fine razlike u koncentraciji iona u crvenim krvnim tjelešcima i u serumu pod utjecajem izazvanih promjena. Iz eksperimentalnog dijela rada možemo zaključiti da dodatkom 0,2 % natrijeva klorida serumu, natrij, magnezij i kalcij prodiru u krvna tjelešca, dok kalij iz njih izlazi. Ako se serum razrijedi sa 10 % vode, natrij će ulaziti u tjelešca, a kalij, magnezij i kalcij će iz njih izlaziti. Ostalim pokusima pokazao je i da kalcij isto tako prodire u krvna tjelešca ako se krvi dodaju male količine 5 % ugljične kiseline i da se to prodiranje pojačava ako se krvi doda još malo natrijeva klorida. Dodavanje natrijeva klorida i vode doprinosi gibanju kationa i aniona (dodavanjem natrijeva klorida serumu može se ustanoviti prodiranje klora u unutrašnjost krvnih tjelešaca, a dodavanje vode serumu može uzrokovati izlaženje klora). Rezultati ovih pokusa pokazali su da crvena krvna tjelešca dopuštaju permeabilnost u jednakim količinama i kationima i anionima. Također je utvrđeno da se ne može razlikovati stupanj permeabilnosti, jer su stanice ili propusne za ione ili nisu. [10,11]

3.2. „O utjecaju kloroforma, jodoforma i drugih u masti topljivih tvari na fagocitozu“

Rad je objavljen 1911. godine u suautorstvu s H. J. Hamburgerom, a tiskan je u Nizozemskoj akademiji znanosti u Amsterdamu na nizozemskom i engleskom jeziku. U njemu je opisana sposobnost bijelih krvnih tjelešaca (leukocita) da uzimaju u svoje stanično tijelo čestice različitih tvari. Fagocitoza [3] je važna u obrani imunološkog sustava, fagociti

[3] Fagocitoza (doslovno značenje riječi je proces u kojem stanica jede) je proces razaranja i intracelularne probave stranih krutih čestica, koje različiti jednostanični organizmi i pojedine stanice višestaničnih organizama uklapaju u svoje stanično tijelo. Neke praživotinje se na taj način hrane, a ostale višestanične životinje eliminiraju sve nepotrebne i štetne tvari u organizmu. Fagociti napadaju, razaraju i apsorbiraju različite stanice, organe i tkiva, koji organizmu više nisu potrebni. Fagociti imaju veliku ulogu pri upalnim procesima i ozljedama, npr. izlučeni gnoj kod upalnog procesa najvećim dijelom se sastoji od raspalih fagocita koji su obavili svoju funkciju. [24]

proždiru bakterije i tako brane organizam od infekcija. Za eksperimentalno istraživanje koristili su leukocite iz konjske krvi. Za proučavanje fagocitoze koristili su fino smrvljeni ugljen, promatrali su koliko je po sto fagocita uzelo u svoje tijelo ugljena. Također, promatrali su i utjecaj jodoforma (trijodmetan) na fagocitozu jer je već od prije bilo poznato da jodoform djeluje povoljno na zacjeljivanje rana. Pokusima je utvrđeno da jodoform u velikoj mjeri potiče fagocitozu, te dolazi do ubrzanja ameboidnog gibanja fagocita. Također je utvrđeno da i najmanja koncentracija jodoforma ima značajan utjecaj na fagocitozu. Do ubrzanja ameboidnog gibanja leukocita dolazi stoga što se jodoform otapa u lipoidnoj membrani leukocita, omekšava je i time olakšava ameboidalno gibanje leukocita. [11]

3.3. „Podjela, smetnje i ubrzanje hemolize“

Rad je objavljen 1913. godine u suradnji s Arrheniusom, a tiskan je na njemačkom jeziku u Stockholmu. Autori su ispitivali utjecaj zemnoalkalijskih soli, kalijeva oksalata i natrijeva fluorida na hemolizu [4] pomoću različitih tvari. Kod hemolize, crvena krvna tjelešca se oštećuju na taj način da boja (hemoglobin) izlazi iz njih u medij u kojem se nalaze. U ovom radu prvo je ispitivan utjecaj zemnoalkalijskih soli na hemolizu amonijevim kloridom. Utvrđeno je da kalcijeva sol djeluje najjače, a barijeva najslabije, stroncijeva sol ima srednje djelovanje na hemolizu. U hipotoničnoj otopini zemnoalkalijske soli pojačavaju hemolizu amonijevim kloridom, a u izotoničnoj otopini pojačavaju hemolizu izoamilnim alkoholom. Osmotski tlak hipotonične otopine je manji od osmotskog tlaka u krvnim tjelešcima, dok je osmotski tlak kod izotonične otopine jednak osmotskom tlaku u crvenim krvnim tjelešcima. Amonijev klorid i izoamilni alkohol uzajamno se podupiru u hemolitičkom djelovanju u izotoničnoj otopini. Kalijev oksalat snižava hemolitičko djelovanje kloroforma i amonijeva klorida u hipotoničnoj otopini. Nije zabilježen zamjetan utjecaj na hemolitičko djelovanje izoamilnog alkohola i acetona u izotoničnoj otopini, također, natrijev fluorid isto ne utječe na hemolizu izoamilnim alkoholom u izotoničnoj otopini. Također, autori su zaključili da same

[4] Hemoliza (grč. *haima* krv, *lisis* rastapanje) je proces razgradnje ovojnice eritrocita koji rezultira izlaskom hemoglobina u izvanstaničnu tekućinu unutar krvnih žila ili u tkiva. Može biti izazvana bakterijskim otrovima (hemolizinima), životinjskim (posebno zmijskim) otrovima, protutijelima, hipotoničnom otopinom ili raznim defektima u ovojnici eritrocita. [25]

hipotonične otopine djeluju hemolitički, ako hipotoničnim otopinama dodamo kloroform, etileter, amilni alkohol, metilni alkohol i benzol (svi sami po sebi djeluju hemolitički). Nakon dodatka, hipotonična otopina soli će slabije hemolizirati. [11,12]

3.4. „Studija o utjecaju difuzije u galertama“

Rad je objavljen 1918. godine u Berlinu, u suradnji s O. von Fürthom. Proučavali su relacije koje se javljaju između puta što ga elektrolit prevali kod difuzije u galertu[5]. Također su proučavali koncentracije i duljine trajanja pokusa. Pokusima je pokazao da elektroliti često difundiraju u vodenoj otopini slabije nego što se to od njih očekuje. Difuzija u galerti odvija se drugačije od slobodne difuzije u vodenoj otopini i ovisi o svojstvu same galerte. Kiseline, baze i polimerizirane soli prodiru manje u galertu nego što se to od njih očekuje prema ionskoj gibljivosti. Otkrili su zanimljivu činjenicu da jako hidrolizirane soli imaju potpuno drugačije djelovanje. Njihova difuzija se odvija puno brže nego kod slobodne difuzije. [10-11]

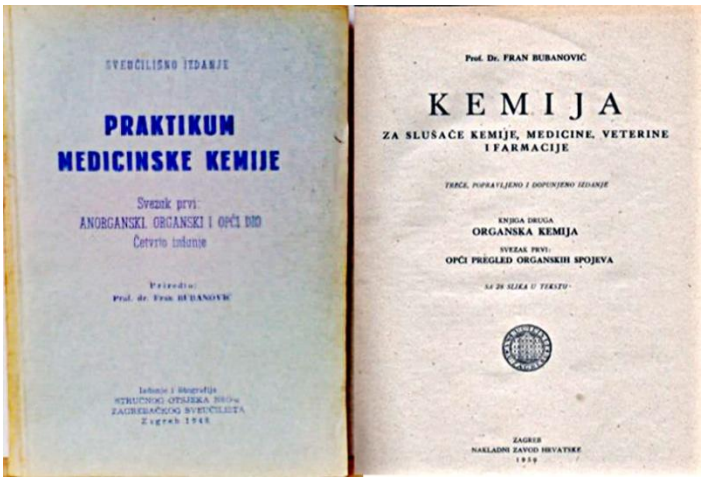
Iako je napisao mali broj znanstvenih radova, njegovi radovi su bili značajni i zapaženi. Možemo reći da je ušao u srž problematike tadašnjih istraživanja na području medicinske kemije i da je eksperimentalnim dijelom uspio potkrijepiti svoje hipoteze. Također možemo zaključiti da je Bubanović bio veliki znalac u svojoj struci. Pratio je suvremenu znanstvenu literaturu i uvijek bio u toku s najnovijim događanjima na znanstvenoj sceni. U vrijeme kada su nastali njegovi najzapaženiji znanstveni radovi, o stanici nisu bile poznate sve znanstvene činjenice i nije bila potpuno istražena. Također, nisu bile poznate sve njezine funkcije. Stoga, možemo reći da je Bubanović u nekim svojim istraživanjima prije svih uspio predvidjeti određene reakcije koje su tek puno godina poslije objave njegovih radova postale poznate.

[5] Galerta (njem.) je prozirna, elastična koloidna masa. Nastaje zagrijavanjem i hlađenjem želatinastih tvari (tutkala, želatine, agara) s vodom. [26]

4. Nastavna aktivnost, popularizacija znanosti i filozofska gledišta

4.1. Sveučilišni udžbenici i Bubanovićeva nastavna aktivnost

Nakon osnutka Zavoda za primijenjenu liječničku kemiju, Bubanović se okreće nastavnoj djelatnosti, a znanstvenu gotovo potpuno zanemaruje. U tom periodu napisao je iznimno kvalitetne sveučilišne udžbenike koji se još dan danas koriste na pojedinim fakultetima. Dakako, profesor Bubanović bio je prije svega veliki popularizator kemije i izvanredan profesor. Kažu da su njegova predavanja bila jasna i lako shvatljiva, a pokusi uvijek efektni. Bubanović je predavanju pristupao kao Aristotel, ujutro je održavao predavanja za svoje učenike, a poslijepodne je govorio za svakoga tko ga je htio slušati. [3,13]



Slika 6. Naslovnice Bubanovićevih udžbenika, s lijeva na desno; *Praktikum medicinske kemije* iz 1939. i *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije* iz 1930.

Godine 1921. izdaje svoj prvi udžbenik *Kemija za medicinare*, a 1930. godine *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije* u nakladi Farmaceutskog vjesnika. Taj udžbenik je doživio još dva izdanja (1946. – 1948., 1948. – 1950.). Čine ga dvije knjige, a svaka od njih je sastavljena još od dva dijela. Prva knjiga sadrži opću i anorgansku kemiju, a druga organsku i biokemiju. Godine 1949. udžbenik je nagrađen Nagradom Savezne vlade Jugoslavije. Za studente medicine napisao je još 1937. godine *Praktikum medicinske kemije*,

koji je doživio još četiri izdanja (1939., 1946., 1948., 1952.). Pored sveučilišnih udžbenika napisao je i četiri udžbenika za srednje škole s poznatim mineralogom Franom Tućanom. To su bili udžbenici za treći i četvrti razred građanskih škola zanatsko – industrijskog smjera i poljoprivrednog smjera i za četvrti razred realnih gimnazija. [3,5,10]

4.2. Popularne publikacije

Iako je kemija kao znanost uvijek bila zahtjevna, može se reći da je često bila neshvaćena, Bubanović je uvelike pridonio njezinoj popularnosti. Kroz preko stotinu svojih popularnih knjiga prikazao je kemiju privlačnom i potrebnom svim segmentima društva. Njegove popularne publikacije namijenjene su široj populaciji. Pisao je jednostavnim jezikom i jasno opisivao svakidašnje pojave i promjene tako da budu jasne svakom školovanom čovjeku. Upravo zbog takvog načina pisanja naziva se našim velikim popularizatorom i promicateljem kemije. Godine 1917. izlazi Bubanovićeva prva popularna knjiga *Slike iz kemije*. U predgovoru knjige Bubanović jasno iskazuje svoj cilj i svrhu pisanja takve knjige:

„…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…A kad tamo kemija je jedna od najsolidnijih osnova, na kojoj počiva moderno kulturno nastojanje čovječanstva.“ [14]

Samo godinu dana kasnije, 1918. godine izlazi njegova druga znanstveno – popularna knjiga *Kemija živih bića,* u kojoj opisuje biokemiju i općenito fiziološku kemiju koja je i njegova uža specijalnost. Knjiga je nagrađena iz zaklade *J. N. Draškovića,* a posvećena je profesorima Hamburgeru i Arrheniusu. Treću popularnu knjigu izdao je 1929. godine *Iz moderne kemije* te kako sam naslov kaže u toj knjizi on je opisao najnovija kemijska dostignuća u tom razdoblju: Haber – Boschov postupak, otkriće plemenitih plinova, izotope, sastav ljudskog mozga i mnoge druge tada popularne kemijske sadržaje. Pored ove tri najznačajnije knjige, napisao je još dosta vrijednih znanstveno – popularnih knjiga. Neke od njih su: *Kemijo hvala ti!* (1939.), *Kemijski sastav čovječjeg tijela* (1946.), i *Zašto jedemo* (1948.). [5,10, 13]



Slika 7. Naslovnice Bubanovićevih popularnih knjiga, redom s lijeva na desno; *Kemija živih bića* iz 1918., *Kemijski sastav čovječjeg tijela* iz 1946., *Što se sve dobiva iz zraka?* iz 1949. i *Slike iz kemije* iz 1917. godine

4.3. Filozofska gledišta

Bubanovića možemo opisati kao jednu veoma svestranu osobu. Bavio se znanstvenim radom te popularizacijom prirodnih znanosti, ali također ga je zanimao smisao veze prirodnih znanosti, književnosti i filozofije. U periodu između dva svjetska rata, širile su se pseudoznanosti, posebno antropozofska, okultistička i teozofska gledišta. Budući da su pojedinci iskoristili neznanje i naivnost tadašnjeg društva između dva rata, Bubanović je oštro osudio takav pothvat i pokušao kroz svoje članke probuditi svijest hrvatskog društva.

Krajem 19. stoljeća, u Hrvatskoj cvijeta spiritualističko – mistična doktrina, osobito teozofija. Kao područje teozofije promovira se antropozofija i njezin predstavnik Rudolf Steiner [6]. Hrvatski antropozofi stvaraju razne teorije koristeći se prirodoslovnim tvrdnjama i mističnim vjerovanjima s elementima kršćanstva i idealističke filozofije. Bubanovića ljuti činjenica da isti ti antropozofi iskrivljuju neke prirodne zakonitosti i da žele svoja vjerovanja nametnuti intelektualnoj sredini kao vodeći znanstveni pokret. [15,16, 19]

Godine 1925. u *Liječničkom vjesniku* pojavili su se tekstovi u kojima se tvrdi da je antropozofija u medicini i kemiji postigla mnogo veće rezultate nego li službena znanost. Bubanović je žestoko osudio takav stav i odgovorio je da se medicina oslanja na kemiju i fiziku i da joj nije dovoljna „iskrena težnja za spoznajom“ kako navode antropozofi u svojim člancima. Bubanović govori kako se sva otkrića, opažanja i tvrdnje moraju potkrijepiti teorijskim i eksperimentalnim činjenicama i da je upravo ta harmonija „jamstvo egzaktnosti prirodnih znanosti“. [15,16]

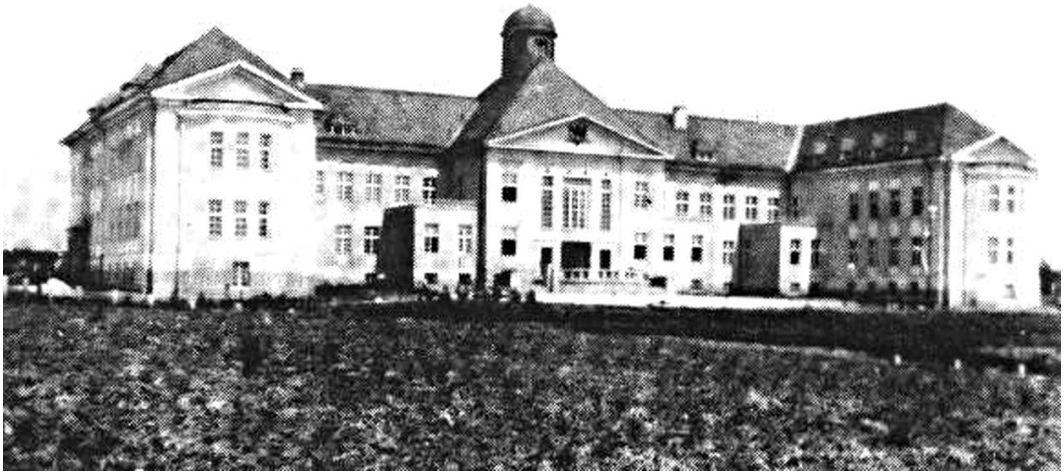
[6] Rudolf Steiner, austrijski znanstvenik, erudita i istraživač, utemeljitelj waldorfske pedagogije i biodinamičke poljoprivrede, rođen je u Hrvatskoj, u Kraljevcu kod Čakovca. Steiner osniva nauk o astralnom čovjekovom duhu i njegova gledišta prodiru u hrvatske prirodoznanstvene krugove, a osobito u kemiju, farmaciju i medicinu. *„Koristeći se mističnim vjerovanjima s elementima kršćanstva i idealističke filozofije, hrvatski antropozofi stvaraju prirodoznanstveno-religiozne teorije o navodnim vezama s kozmološkim duhom, pomoću kojeg se uspostavlja harmonija fizičkog i duhovnog.“* [19]

„ …Sva ostala nastojanja, bila ona ne znam kako interesantna po svojoj magičnoj, mističnoj, superduševnoj itd. formi za koja se makar i činilo, da su od velikog značenja za čovječji život itd., ako se njihovi rezultati i njihove predodžbe u prirodi i čovjeku izmiču gore apostrofiranoj harmoničnoj eksperimentalnoj i teorijskoj kritici medicine, kemije, fizike itd., mogu se nazvati ne znam kako lijepim imenima, ali kemija i fizika nijesu. Kemija je samo jedna, i antropozofske kemije nema.“ [17]

Bubanović, također diskutira o duši i tijelu. Od 1915. do 1917. godine vodila se polemika između Zimmermanna i Bubanovića oko odnosa duše i tijela. Bubanović je zastupao materijalizam i evolucionizam. Govorio je da filozofija bez činjenica i rezultata prirodnih znanosti ne može opstati, a Zimmermann je smatrao da je filozofija neovisna o prirodnim znanostima. Iz zaključka polemike može se reći da je suština rasprave pitanje trebali li se filozofija osloniti na rezultate suvremenih prirodnih znanosti ili se treba nastaviti filozofirati na klasičan način kako navodi Zimmermann. [18]

5. Medicinski fakultet u Zagrebu – nekada i danas

Uoči sloma Austro – Ugarske monarhije, osnovan je Medicinski fakultet 1917. godine u Zagrebu, u zgradi bivšeg plemićkog konvikta na Šalati.



Slika 8. Zgrada Medicinskog fakulteta u Zagrebu na Šalati

5.1. Osnivanje Medicinskog fakulteta

Godine 1917., 13. studenog, Hrvatski sabor donosi odluku o osnivanju Medicinskog fakulteta, te predlaže Dvorskoj kancelariji u Beču 3 profesora-osnivača sa zadaćom da urede Fakultet: dr. Theodora Wickerhausera, dr. Miroslava Čaćkovića i dr. Dragutina Mašeka. Potkraj prosinca iste godine obavljene su sve pripreme za upis u prvi semestar i Medicinski fakultet mogao je započeti s radom. U svibnju 1918. godine održana je prva sjednica na kojoj je za prvog dekana postavljen dr. Miroslav Čaćković. U zgradu bivšeg plemićkog konvikta smješta se *Anatomski zavod* i *Zavod za opću i eksperimentalnu patologiju i farmakologiju*, a u zgradu bivše gimnazije *Morfološko-biološki*, *Fiziološki* i *Medicinsko-kemijski zavod*. [20,21]

5.2. Osnivanje *Zavoda za primijenjenu liječničku kemiju*

Zavod za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, osnovan je 1918. godine i od osnutka više puta mu se mijenjao naziv: *Zavod za primijenjenu liječničku kemiju*, *Medicinski kemijski zavod*, *Zavod za primijenjenu kemiju* i napokon *Zavod za kemiju i biokemiju*. Nastavu kemije na Medicinskom fakultetu osnovali su prof. Gustav Janeček (Eksperimentalna lučba) i prof. Fran Bubanović (Liječnička kemija). Profesor Bubanović je osnovao *Zavod za primijenjenu liječničku kemiju* na kojem je 1919. godine izabran u zvanje izvanrednog profesora, a godinu poslije redovitog profesora medicinske kemije. Bubanović je bio predstojnik zavoda od 1918. – 1940. godine i ponovno od 1946. – 1954. U dva navrata izabran je i za dekana Medicinskog fakulteta (1921. – 1922. i 1930. – 1931.). Predavao je opću, anorgansku, organsku kemiju i biokemiju. Prvi asistenti su mu bili dr. Josip Mikšić, Marija Belavić i akademik Tomislav Pinter. Nakon Bubanovićevog umirovljenja 1954. godine, predstojnik i njegov nasljednik postaje akademik Tomislav Pinter koji obnaša dužnost sve do 1970. godine kada ga nasljeđuje akademik Mihovil Proštenik. [21,22]

Prema opisu prof. Josipa Mikšića koji je također bio djelatnik Medicinskog fakulteta možemo vidjeti da je u to vrijeme Kemijski zavod bio najmoderniji fakultetski zavod u Hrvatskoj s predavaonicom, laboratorijima i knjižnicom. Velika predavaonica ima 170 mjesta za sjedenje, a vježbe su se odvijale u laboratorijima za analitiku, biokemiju i fizikalnu kemiju. Vježbama su prisustvovali studenti medicine, farmacije, kemije, biologije i veterine. [2]

5.3. Medicinski fakultet danas

Danas, Medicinski fakultet jedan je od vodećih fakulteta prirodoslovno – medicinskih znanosti u svijetu. Sastoji se od ukupno 35 stručnih zavoda i katedri. Sadašnji *Zavod za kemiju i biokemiju* je znanstvena jedinica u okviru koje djeluje *Katedra za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju*. Nastavnici zavoda sudjeluju u izvođenju obaveznih i elektivnih kolegija i znanstvenih projekata. Nastava na Zavodu izvodi se iz predmeta *Medicinska kemija i biokemija* (*Medicinska kemija i biokemija I* i *Medicinska kemija i biokemija II*) i iz predmeta *Klinička biokemija*. Također, kao i nekada, održava se nastava iz predmeta *Kemija* i

Biokemija za studente Stomatološkog fakulteta i Zdravstvenog veleučilišta. Trenutna predstojnica, od 2006. godine, *Zavoda za kemiju i biokemiju* i pročelnica *Katedre za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju* je prof. dr. sc. Jasna Lovrić. [21,22]

U spomen osnivaču *Medicinske kemije* u Hrvatskoj, prof. Franu Bubanoviću, od 2013. godine obilježava se *Dan Frana Bubanovića*. U povodu 130. godišnjice njegovog rođenja i u njegovu čast, predavaonica Zavoda za kemiju i biokemiju nosi njegovo ime.

6. Popis publikacija profesora Frana Bubanovića

6.1. Znanstveni radovi:

1. La perméabilité physiologique des globules rouges, spécialement vis-a-vis des cations, *Arch. intern. de physiol.* V. X. F. 1. god. (1910) (objavljen s H. J. Hamburgerom).

2. On the permeability of red bloodcorpuscules in physiological conditions, more especially to alkali and earthalkali metals, *Koninkl. Akad. Wetenschap. Amsterdam,* 19 (1910) 216 (objavljen s H. J. Hamburgerom).

3. L'influence de l'iodoforme, du chloroforme et d'autres substances solubles dans la graisse sur la phagocytose, *Arch. néerl. sci*., Série III B, Tome I (1911) (objavljen s H. J. Hamburgerom i J. de Haanom; isti je rad objavljen na engleskom (982-1002) i na nizozemskom jeziku (894-914)).

4. Über den Blutfarbstoffaustritt unter dem Einfluss des Kohlenmonoxydes, *Biochem. Z.* 37 (1911) 139.

5. Einige Kapillaritätsbestimmungen zwischen Olivenol und wässerigen Lösungen der Fettöslichen Substanzen, *Medd. Vetenskapakademiens Nobelinst,* Vol. 2, No 17. (1911).

6. Über den Einfluss der Fettöslichen Stoffe auf die Viskosität und die Oberglächenspannung des Olivenöls, *Z. Chem. u. Ind. Kolloide,* 10 (1912) H. 4.

7. J. Traube's Theorie des Haftdrucks (Oberflächendrucks), *Arch. ges. Physiol*., 146 (1912) 484.

8. O djelovanju jodoforma u vodenoj otopini, *Liječnički Vjesnik* 34 (1912).

9. Verteilung, Hemmung und Beschleunigung bei der Hëmolyse, *Medd. Vetenskapakademiens Nobelinst*., Vol. 2, No 32. (1913) (objavljen sa S. Arrheniusom).

10. Nekoji fizikalno-kemijski nazori o protoplazmičkoj granici stanica, *Glasnik hrv. prir. društva* 25 (1913) 50.

11. Über Molekülkomplexe in Lösungen und über die Verteilung einiger Körper zwischen Benzol und Wasser, *Medd. Vetenskapakademiens Nobelinst*., Vol. 2, No 33. (1913).

12. O hidratima u otopini, *Věstník V. sjezdu českých přirodozpytců a lékařů* v Praze (1914).

13. Über den Carnosingehalt des normalen und pathologisch veränderten menschlichen Herzmuskels, *Biochem Z.* 92 (1918) 125.

14. Untersuchungen über die Diffusion von Elektrolyten in Gallerten. I. Über die Abhängigkeit des Diffusionsweges von der Konzentrazions, *Biochem. Z.* 90 (1918) 265 (objavljen s O. V. Fürthom).

15. Untersuchung über Diffusionvorgänge in Gallerten. II. Über die Abhängigkeit des Diffusionvermögens von der Ionenbeweglichkeit sowie von der Hydratation und Polymerisation der Moleküle, *Biochem. Z.* 92 (1918) 139 (objavljen s O. V. Fürthom).

16. Fizikalna kemija i medicinska nauka, Nastupno predavanje u Medicinskom fakultetu, *Liječnički vjesnik* 41 (1919) 191.

17. Radioaktivnost termalne vode kupališta Laško, *Liječnički vjesnik* 46 (1924).

18. Kemijski sastav čovječjeg mozga, *Liječnički vjesnik* 46 (1924) 127.

19. Untersuchungen über die Gehirnlipoide in der Oellösung. I. Mitteilung, *Liječnički vjesnik* 50 (1928) 835.

20. Otrovnost arsena specijalno u zemljanim bojama, *Liječnički vjesnik* 51 (1929) (objavljen s J. Mikšićem i A. Režekom).

21. Naša bezalkoholna pića, *Liječnički vjesnik* 52 (1930) 1 (objavljen s J. Mikšićem).

22. Jedno naše bezalkoholno piće voćnog podrijetla, *Farmaceutski vjesnik* 20 (1930) (objavljen s J. Mikšićem).

23. Biokemijske promjene u protoplazmi u ekscitacijskom stadiju i u narkozi, *Glasnik hem. društva* 49 (1950).

6.2. Stručni radovi:

1. Nauka o osmotičkom tlaku i teorija elektrolitičke disocijacije, *Farmaceutski vjesnik* 1 (1907).

2. Uloga fizikalne kemije u biologiji, *Nastavni vjesnik* 19 (1910).

3. Savremeno stanje imunokemije, *Liječnički vjesnik* 35 (1913).

4. H. J. Hamburger: Physikalisch-chemische Untersuchungen über Phagozyten, *Liječnički vjesnik* 35 (1913) 391.

5. Enzimokemija, *Liječnički vjesnik* 35 (1913) 469.

6. Umjetna hrana, *Liječnički vjesnik* 36 (1914).

7. Termodinamika u kemiji, *Glasnik hrv. prir. društva* (1915).

8. Kemija kao prirodna nauka, *Nastavni vjesnik* 25 (1917) 397.

9. Ljekarnički stalež i ljekarnička izobrazba, *Vjesnik ljekarnika* 1 (1919) 221.

10. O izotopiji kemijskih elemenata, *Liječnički vjesnik* 45 (1923) 461.

11. O kemijskoj reakciji mokraće, *Farmaceutski vjesnik* 14 (1924).

12. Nacionalni karakter i naučni rad, *Farmaceutski vjesnik* 15 (1925).

13. O kemijskoj konstituciji proteina, *Farmaceutski vjesnik* 16 (1926).

14. Pitanje izobrazbe kemičara, *Farmaceutski vjesnik* 17 (1927).

15. O Marcelinu Berthelotu i njegovu radu, *Arhiv Hem. i Farm.* 4 (1927).

16. Oko apotekarske nastave, *Farmaceutski vjesnik* 18 (1928).

17. Kemija na zagrebačkom univerzitetu, *Farmaceutski vjesnik* 18 (1928).

18. Dojmovi s ekskurzije po Njemačkoj, *Farmaceutski vjesnik* 18 (1928).

19. Ovogodišnja ekskurzija naših farmaceuta, *Farmaceutski vjesnik* 19 (1929).

20. Organska kemija, *Farmaceutski vjesnik* 20 (1930).

21. L. Kaul i A. Riedle: Uloga atomske energije u ishrani životinja i bilja, *Liječnički vjesnik* 54 (1932).

22. Život i djela D. I. Mendeljejeva, *Farmaceutski vjesnik* 24 (1934).

23. Moji učitelji kemije, *Farmaceutski vjesnik* 26 (1936).

24. Knjiga o životu D. I. Mendeljejeva, *Farmaceutski Glasnik* 4 (1938) 115, 149, 177, 200.

6.3. Sveučilišni udžbenici:

1. Kemija za medicinare. Naklada Jugoslavenske znanstvene knjižare, Zagreb 1921.

- Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije. I. izdanje. Naklada Farmaceutskog vjesnika.

2. Knjiga prva: I. Teorijski ili opći dio. II. Anorganska kemija. 107 slika u tekstu i 2 obojene tabele. XVI + 618 strana. Zagreb 1930.

3. Knjiga druga: I. Organska kemija. II. Biokemija. 70 slika u tekstu. XII + 717 strana. Zagreb 1931.

4. Knjiga treća: Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije. Knjiga prva (s T. Pinterom i M. Mladenovićem). I. Kemijske analitičke vježbe. II. Kemijska analiza mokraće. 56 slika u tekstu i 8 tabela. XVII + 461 strana. Zagreb 1930.

- ❖ Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije. II. izdanje. Izdanje nakladnog zavoda Hrvatske.

5. Knjiga prva: Anorganska kemija, svezak prvi: Opći dio anorganske kemije, Zagreb 1946.
6. Knjiga prva: Anorganska kemija, svezak drugi: Specijalni dio anorganske kemije X + 392. Zagreb 1947.
7. Knjiga druga: Organska kemija, svezak prvi: Opći pregled organskih spojeva. VIII + 348. Zagreb 1948.
8. Knjiga druga: Organska kemija, svezak drugi: Specijalni organski spojevi (biokemija). X + 371. Zagreb 1948.

- ❖ Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije. III. izdanje.

9. Knjiga prva: Anorganska kemija, svezak prvi: Opći dio anorganske kemije. X + 456. Zagreb 1948.
10. Knjiga druga, svezak prvi: Opći pregled organskih spojeva. VII + 302. Zagreb 1950.
11. Knjiga druga, svezak drugi: Specijalni organski spojevi (biokemija). X + 325. Zagreb 1950.

- ❖ Praktikumi medicinske kemije.

Praktikum medicinske kemije. Svezak prvi.

12. Prvo izdanje, Zagreb 1937.
13. Drugo izdanje, Zagreb 1939.
14. Treće izdanje, Zagreb 1946.
15. Četvrto izdanje, Zagreb 1948.
16. Peto izdanje, Zagreb 1952.

Praktikum medicinske kemije. Svezak drugi.

17. Prvo izdanje, Zagreb 1937.

18. Drugo izdanje, Zagreb 1939.

19. Treće izdanje, Zagreb 1946.

20. Četvrto izdanje, Zagreb 1949.

21. Peto izdanje, Zagreb 1952.

6.4. Udžbenici za srednje škole:

1. F. Tućan i F. Bubanović, Mineralogija i hemija s tehnologijom za III. razred građanskih škola zanatsko-industrijskog smjera, izdanje Toma Jovanović i Vujić, Beograd 1938.

2. F. Tućan i F. Bubanović, Mineralogija i hemija s tehnologijom za IV. razred građanskih škola zanatsko-industrijskog smjera, izdanje Toma Jovanović i Vujić, Beograd 1939.

3. F. Tućan i F. Bubanović, Mineralogija i hemija s tehnologijom za IV. razred građanskih škola poljoprivrednoga smjera, izdanje Toma Jovanović i Vujić, Beograd 1939.

4. F. Tućan i F. Bubanović, Hemija s mineralogijom za IV. razred realnih gimnazija, izdanje Toma Jovanović i Vujić, Beograd 1939.

6.5. Knjige sabranih eseja i članaka:

1. Slike iz kemije, Matica hrvatska, Zagreb 1917.

2. Kemija živih bića

- Prvo izdanje, Matica hrvatska, Zagreb 1918.
- Drugo izdanje, Hrv. prir. Društvo, Zagreb 1929.

3. Iz moderne kemije, Matica hrvatska, Zagreb 1929.

4. Značaj hemije, Luča, Beograd 1934.

5. Priroda i dijalektika, Geca Kon, Beograd 1936.

6. Kemijo hvala ti!, Tomo Jovanović i Vujić, Beograd 1939.

7. Kemijski sastav čovječjeg tijela, Knjižnica prirode, Zagreb 1946.

8. Zašto jedemo?, Mala naučna knjižnica Hrv. prir. društva, svezak 39, Zagreb 1948.

9. Što se sve dobiva iz zraka, Mala naučna knjižnica Hrv. prir. društva, svezak 41, Zagreb 1949.

6.6. Popularni članci iz kemije, ostalih prirodnih znanosti i filozofije objavljeni u revijama i novinama:

1. Korist i potreba pučke prosvjete, *Pokret* 1904.

2. Misao evolucije, *Pokret* 1904.

3. Sloboda znanosti, *Pokret* 1905.

4. K reformi naučne osnove za naše srednje škole, *Pokret* 1905.

5. Još k reformi naših srednjih škola, *Pokret* 1905.

6. Mrtva i živa priroda, *Pokret* 1905.

7. Popularizacija prirodnih nauka, *Pokret* 1905.

8. Značenje krapinskog čovjeka, *Pokret* 1905.

9. Znamenovanje kemije za descendentalnu teoriju, *Obzor* 1906.

10. Spiro Brusina, *Savremenik* 1907.

11. Wilchelm Bolsche, *Hrvatski đak*, 1907.

12. Moderno shvaćanje materije, *Farmaceutski vjesnik* i *Pokret*, 1907.

13. Umjetna partenogeneza, *Obzor* 1907.

14. Wilchelm Bolsche: Budućnost čovjeka, prijevod, *Obzor* 1907.

15. Transmutacija elemenata, *Savremenik* 1908.

16. Ernest Haeckel, *Savremenik* 1908.

17. Problem materije, *Savremenik* 1910.

18. Popularizacija kemijske nauke, *Kolo M. H.* 1910.

19. Jakob Henrik van't Hoff, *Vijenac* 1911.

20. Otvorenje jednog holandeskog naučnog instituta, *Narodne novine* 1911.

21. Nobelfest, *Agr. Tagblatt* 1911.

22. Prirodne nauke nakon bankrota, *Narodne novine* 1912.

23. O narkozi, *Obzor* 1912.

24. Nov nazor o svijetu, *Savremenik* 1912.

25. Cirkulacije elemenata u živoj prirodi, *Priroda* 1913.

26. O eksistenciji molekula, *Priroda* 1913.

27. W. Ostwald (prijevod G. Fleischera): Uputa u kemiju za svakoga, *Napredak* 1913.

28. O kemijskim elementima, *Hrvatska* 1913.

29. Pokusi Carrelovi, *Priroda* 1913.

30. O beskonačnosti svijeta, *Savremenik* 1913.

31. Soli kao hrana, *Priroda* 1914.

32. Krvna srodnost, *Priroda* 1914.

33. Vodik kao praelemenat, *Priroda* 1914.

34. Zašto u mrtvom moru nema životinja?, *Priroda* 1914.

35. Fizičar Boltzmann kao učitelj, *Priroda* 1914.

36. Salvarsan i neosalvarsan, *Priroda* 1914.

37. Voda kao praizvor sveta, *Priroda* 1914.

38. Mehanici i vitalizam, *Priroda* 1914.

39. Čovjek i pas, *Priroda* 1914.

40. Naša narodna nastava, *Hrvatski pokret* 1914.

41. Prirodne nauke i filozofija, *Priroda* 1914.

42. Naša hrana, nadopunjeni otisak iz *Narodnih novina* 1915.

43. Ginkgo Biloba, *Priroda* 1915.

44. Oenothera Lamarokiana, *Priroda* 1915.

45. Moderni materijalisti, *Priroda* 1915.

46. Prirodne nauke, prirodna filozofija i popularizacija prirodnih nauka, *Priroda* 1915.

47. Mrtvi plin, *Obzor* 1915.

48. Nahrung aus der Luft, *Strefleurs Militarblatt* 1916

49. Saharin i slador, *Novosti* 1916.

50. Kuhinjska sol kao hrana, *Obzor* 1916.

51. Sunce i život, *Priroda* 1917.

52. Pavao Ehrlich i Ilija Mečnikov, *Hrvatska njiva* 1917.

53. Bergson i vitalizam, *Hrvatska njiva* 1917.

54. Dr. V. Rotkvić: priroda i kultura, *Hrvatska njiva* 1917.

55. Značenje Maeterlickova života pčela, *Hrvatska njiva* 1917.

56. O čemu ovisi život na našoj zemlji, *Invalidski kalendar* 1917.

57. Helij, *Priroda* 1917.

58. Vanjski i nutarnji svijet, otisak iz *Hrvatske njive* 1917.

59. O zadaći Sveučilišta, *Hrvatska njiva* 1917.

60. Biokemija čovjeka, *Priroda* 1918.

61. Rad naše akademije i odnos njezin prema narodu, *Jugoslavenska njiva* 1919.

62. Značenje kemijske ravnoteže u prirodi i životu, *Priroda* 1920.

63. Pasteur kao kemik, *Jugoslavenska njiva* i *Vjesnik ljekarnika* 1920.

64. Ciljevi kemijske sinteze, *Mladost* 1924.

65. Kupalište Laško, *Novosti* 1925.

66. O pravljenju zlata iz žive, *Novosti* 1927.

67. Svante Arrhenius 3. X. 1927, *Riječ* 1927, i *Farmaceutski vjesnik* 1927.

68. Okulistička kemija, *Novosti* 1927.

69. Fran Tućan, naš mineralog, *Riječ* 1928.

70. Zemlja hraniteljica naša, Kalendar *„Narodno kolo“* za godinu 1931.

71. Prirodne nauke i Slaveni, Kalendar *„Sv. Sava“* za godinu 1931.

72. Studij kemije u Med. Kem. institutu, *Novosti* 1931.

73. Hrana iz uzduha, *Novosti* 1931.

74. Preveliki broj studenata u univerzitetima i visokim školama, *Novosti* 1931.

75. Naučenjak i pronalazač, *Novosti* 1931.

76. Fran Tućan: Mišo Kišpatić, *Novosti* 1931.

77. Dr. Fran Tućan: Po našem jugu, *Novosti* 1931.

78. Da li su naši zubi živi?, *Novosti* 1931.

79. U najnovije vrijeme otkriveni elementi, *Novosti* 1931.

80. O relativnom i apsolutnom, *Novosti* 1931.

81. Misao o razvoju elemenata, *Novosti* 1931.

82. Poljoprivredno i medicinsko značenje malenih količina nekih elemenata, *Novosti* 1932.

83. Nekoliko riječi o studijama na univerzitetu, *Sv. Sava* 1932.

84. Tajanstveni faktori naše hrane, Kalendar *„Narodno kolo“* za godinu 1932.

85. Sunce i život, narodna čitanka, *Sv. Sava* 1933.

86. Kako se otkrivaju kemijski elementi, 1933.

87. O značenju gvožđa za život, Kalendar *Sv. Sava* za godinu 1934.

88. Ivan Djaja: Tragom života i nauke, *Novosti* 1933.

89. Značaj prirodnih nauka i dijalektika, *Narodna omladina* 1934.

90. V. A. Reko: Magični otrovi, *Novosti* 1935.

91. E. Radošević: fiziologija i patologija zuba, *Novosti* 1935.

92. Život i civilizacija u shvaćanju jednog jugoslavenskog prirodoslovca, *Javnost* 1936.

93. Nazori jugoslavenskih prirodoslovaca o svijetu i životu, *Priroda* 1936.

94. Nacija i nauka, *Mladost* 1937.

95. Zadaci univerzitetskoga studija, *Novosti* 1937.

96. Prirodne nauke i filozofija, *Novosti* 1937.

97. Kemijski sastav svijeta, *Novosti* 1937.

98. Dvije naše značajne knjige (I. Gjaja: Pasteur i I. Gjaja: Niz vodu), *Novosti* 1938.

99. Dijalektički materijalizam, *Krug* 1938.

100. Mrtva i živa materija, *Novosti* 1939.

101. Čovjek kao kemijski dinamski stroj, *Novosti* 1939.

102. Louis Pasteur kao kemičar (povodom 50-te godišnjice njegove smrti), *Priroda* 1945.

103. Fosfor i život, *Priroda* 1946.

104. Biljka pretvara mrtvu materiju u živu, *Priroda* 1946.

105. Disanje u našim stanicama, *Priroda* 1946.

106. Dmitrij Ivanovič Mendeljejev (povodom 40-te godišnjice smrti), *Priroda* 1948.

107. Uzduh kao najjeftinija tvornička sirovina*, Zadružni kalendar* 1948.

108. Iz laboratorija žive stanice, *Priroda* 1949.

109. Elementi najneznatnijih količina, bez kojih nema života, *Priroda* 1950.

110. Uloga fosforne kiseline u našem tijelu, *Priroda* 1951.

111. Amonijak u našem tijelu, *Priroda* 1951.

112. Magnezij kao biogeni elemenat, *Priroda* 1953.

113. Jakob Henrik van't Hoff (u povodu stogodišnjice rođenja), *Priroda* 1953. [3,10]

7. Zaključak

Kroz ovaj diplomski rad možemo upoznati Frana Bubanovića ne samo kao znanstvenika i sveučilišnog profesora, već i kao jednu svestranu i toplu osobu koja je imala mnogo životnih interesa te koja je ostala i trajno će ostati zapamćena u povijesti hrvatske znanosti, osobito kemije. Upravo sam zbog te činjenice htjela pobliže upoznati profesora Bubanovića i napraviti prikaz njegovog života i njegova znanstveno – popularnog rada. Kroz navedena poglavlja smo upoznali Bubanovićev znanstveni, nastavnički i popularni rad kao i njegova filozofska gledišta, te njegove profesore, koji su znatno utjecali na odabir njegovih interesa i na njegov životni put.

Bubanović se s razlogom zove velikim popularizatorom i promicateljem kemije u Hrvatskoj, u razdoblju prve polovice 20. stoljeća. Kroz popularne članke i predavanja, koja je držao za sve koji su ga htjeli slušati, ostavio je neizbrisiv trag. Bio je poznat po veoma efektnim predavanjima i besprijekorno izvedenim pokusima, koja su mnogi gledali i komentirali s oduševljenjem. Njegovu veličinu potvrđuje i činjenica da se od osnutka Medicinskog fakulteta i utemeljenja *Zavoda za liječničku kemiju* na studij prijavilo preko 400 studenata, što je bio ogroman broj s obzirom da je samo nekoliko godina ranije isti studij pohađalo 30 – tak studenata.

8. Metodički dio

Za izvođenje metodičkog dijela uz diplomski rad odabrala sam zaokružiti cijelu priču o profesoru Bubanoviću koji je kroz svoje radove opisao i proučavao sve gradivne elemente organizma, pa ću kroz jedan opsežan mini projekt obuhvatiti cijelo područje uz mnoštvo pokusa i zanimljivosti iz svakodnevnog života. Mini projekt sam zamislila kao samostalan učenički projekt u sklopu *Dana Frana Bubanovića* koji se svake godine održava na Medicinskom fakultetu u Zagrebu.

8.1. Mini projekt – „Ključni gradivni kemijski elementi svakog organizma“

Cilj ovog mini projekta je potaknuti učenike na samostalno istraživanje i realizaciju zadane teme. Smatram da bi na ovaj način učenicima dala maksimalnu slobodu u realizaciji i provođenju čitavog projekta te na taj način pokazala da kemija može biti vrlo zanimljiva. Također, smatram da bi nastava trebala češće ovako izgledati, ne moraju to uvijek biti veći projekti, mogu biti projekti u trajanju od 45 minuta koliko traje jedan školski sat, ali bi se na taj način učenici osjećali posebno jer su samostalno istražili o nekoj temi iz kemije koja ih zanima.

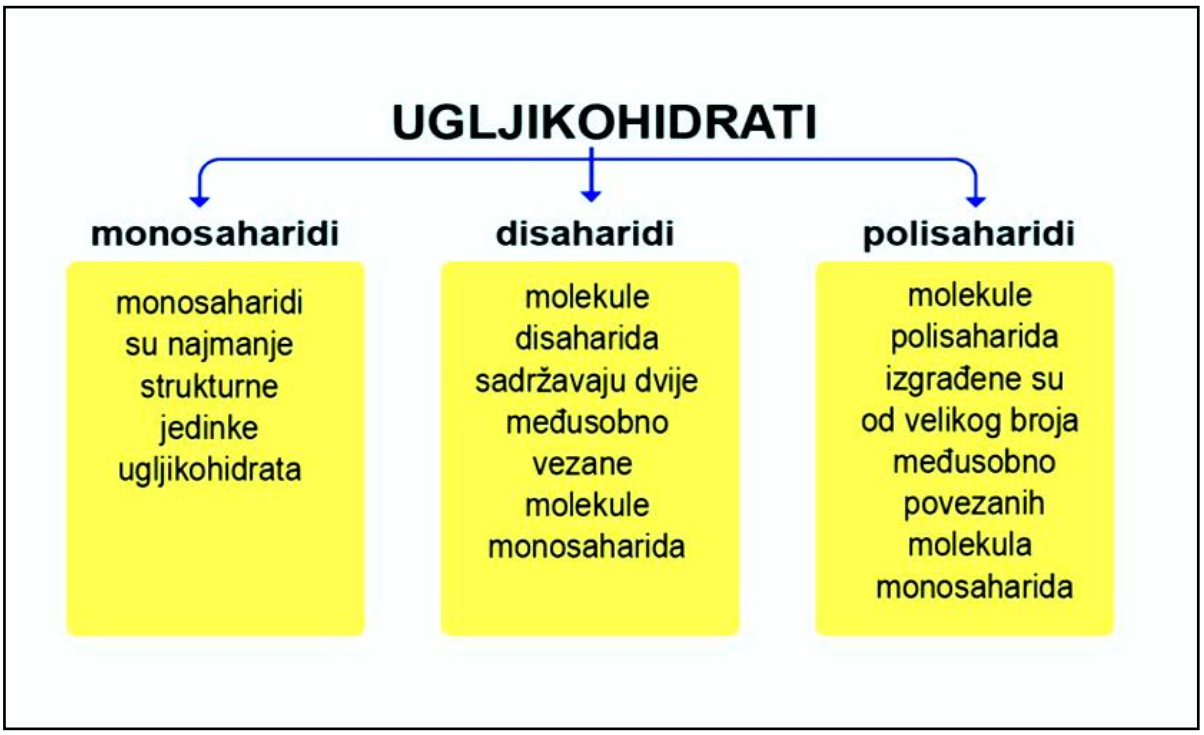
Mini projekt se može izvoditi u svim školama u kojima se pohađa nastava kemije, a traži prethodna znanja o ugljikohidratima, mastima i bjelančevinama pa je zbog toga pogodan za izvođenje u 4. razredu srednje škole. Predložila bih učenicima više pokusa, a oni bi odabrali koje pokuse će izvoditi i prezentirati drugima.

8.1.1. Upute učenicima

Učenici će se moći koristiti svom literaturom koju su prethodno pronašli. Podijelit ću ih u 3 grupe i svaka grupa će imati svog predstavnika koji će ujedno biti i glasnogovornik svoje grupe. Svaki učenik će dobiti svoja zaduženja u projektu i ravnopravno raditi kao ostali

članovi grupe. Također, svaka grupa će dobiti kratki „šalabahter“ o temi koju proučava i prigodne pokuse od kojih će izabrati dva pokusa koja će prezentirati ostalima.

Ugljikohidrati su velika skupina organskih spojeva prisutna u svim živim organizmima i sastavni su dio prehrambenih namirnica koje svakodnevno unosimo u organizam. Organizmu su najvažniji izvor energije. Glavni gradivni elementi su im ugljik, vodik i kisik.



Slika 9. Podjela ugljikohidrata na monosaharide, disaharide i polisaharide

Jednostavnim ugljikohidratima nazivamo monosaharide i disaharide. Glukoza (krvni šećer, grožđani šećer) i fruktoza (voćni šećer) su monosaharidi, a saharoza (konzumni šećer) i laktoza (mliječni šećer) pripadaju disaharidima. Glukoza je glavni predstavnik jednostavnih ugljikohidrata i izvor je energije za sve organe i mišiće, a posebno mozak. Razina glukoze u krvi regulira se hormonima; inzulinom, koji snižava njenu razinu u krvi, i glukagonom, koji je povećava.

U šećernoj trsci i šećernoj repi se nalazi najviše saharoze, pa se ona i dobiva njihovom preradom. Saharoza je dobro topljiva u vodi. Grijanjem na temperaturi do 200 ˚C tali se i prelazi u karamel smeđu boju koja se koristi u proizvodnji slatkiša i pića. Laktoza kao drugi poznati disaharid nalazi se u mlijeku sisavaca pa se zato i naziva mliječni šećer. Od svih vrsta

mlijeka, majčino mlijeko sadrži najviše laktoze (oko 7%). Laktoza je mnogo manje slatka od saharoze i za razliku od saharoze laktoza je reducirajući šećer.

U složene ugljikohidrate ili polisaharide ubrajamo celulozu, škrob i glikogen. Škrob je najčešći složeni ugljikohidrat u ljudskoj prehrani, a služi biljkama kao skladište energije. Ljudski organizam skladišti ugljikohidrate (glukozu) u obliku glikogena, a najviše ga ima u jetri i mišićima. Glavni izvori ugljikohidrata su voće, povrće, žitarice, krumpir, kruh, tjestenina, mlijeko, mliječni proizvodi, šećer i med. [27]

Proteini ili bjelančevine prirodni su polipeptidi (polimeri). Gradivne jedinice su im aminokiseline. Brojimo dvadeset različitih aminokiselina koje izgrađuju sve proteine živoga svijeta, a mnogobrojne aminokiseline povezane su peptidnom vezom u dugačke lance. Proteini su glavni izvor tvari za izgradnju mišića, krvi, kože, kose, noktiju, unutarnjih organa, uključujući srce i mozak, a uključene su u gotovo sve biokemijske procese stanica. Podjela proteina je na jednostavne (histoni i protamini) i složene (glikoproteini, kromoproteini i različiti enzimi). [28]

Masti, ulja i voskovi su esteri masnih kiselina i alkohola. U mastima i uljima koji se upotrebljavaju u prehrani, kao alkohol dolazi glicerol. Glicerol je alkohol s tri –OH skupine, a sve tri –OH skupine čine esterske veze s masnim kiselinama. Nakon ugljikohidrata, masti su glavni i rezervni izvor energije za naš organizam, osim toga, omogućuju apsorpciju tvari topljivih u mastima, posebno vitamina A, D, E i K. Također, sudjeluju u izgradnji stanica, štite naše organe i organizam od ekstremnih temperatura te bitan su izvor masnih kiselina. Masne kiseline sadržavaju samo jednu karboksilnu skupinu, pa ih zato nazivamo monokarboksilnim kiselinama. Dobiju se hidrolizom masti i ulja. Sve prirodne masne kiseline imaju paran broj ugljikovih atoma vezanih u nerazgranati lanac. Tri najčešće masne kiseline u prirodi su:

a) **palmitinska** (16 C-atoma)

b) **stearinska** (18 C-atoma)

c) **oleinska** (18 C-atoma) [29]

8.1.2. Priprema za izvođenje nastavnoga sata

Tablica 1: Učenička predznanja potrebna za izvođenje mini-projekta i očekivana postignuća nakon provedenog mini-projekta

Prethodno potrebna znanja, vještine i sposobnosti učenika	➢ **Poznavanje gradiva o ugljikohidratima** ➢ **Poznavanje gradiva o bjelančevinama (proteinima)** ➢ **Poznavanje gradiva o mastima** ➢ **Primjena kemije u svakodnevnom životu** ➢ **Snalaženje s različitom literaturom** ➢ **Kreativnost pri izboru i obradi zadane teme** ➢ **Samostalnost pri izradi zadane teme**
Postignuća učenika nakon provedbe mini-projekta	➢ **Učenici će steći samopouzdanje pri izvođenju pokusa i iznošenju rezultata** ➢ **Učenici će usvojiti potrebne vještine za timski rad** ➢ **Učenici će poticati kreativnost jedni kod drugih i razvijati svoju kreativnost još više** ➢ **Učenici će naučiti izdvojiti bitne od nebitnih informacija** ➢ **Učenici će znati primijeniti naučeno gradivo u svakodnevnom životu**

Tablica 2. Aktivnosti za ostvarenje teme

Etapa	Aktivnosti	Strategije, metode i postupci	Nastavna sredstva i pomagala
I. **(15 min)** **(45 min)** **(ukupno 150 minuta)**	➢ **Učenici će izraditi plakat o Franu Bubanoviću i ukratko prikazati njegov život i rad. Plakat će biti predstavljen u sklopu *Dana Frana Bubanovića*.** ➢ **Nakon kratkog uvodnog dijela o Bubanoviću, učenici će u grupama izvoditi demonstracijske pokuse posjetiteljima, a svaki predstavnik svoje grupe će imati kratko uvodno predavanje (10 minuta) o temi koju obrađuju i ukratko će objašnjavati tijek pokusa i zaključke na temelju izvedenih pokusa. Za svaku temu predviđeno je ukupno 45 minuta vremena za prezentiranje i izvođenje zadanih pokusa.** ➢ **Teme koje će se obrađivati: ugljikohidrati, proteini, masti.** ➢ **Nakon izrađenih pokusa, svaki predstavnik svoje grupe će iznijeti njihove zaključke na temelju izvedenih pokusa. Svaki pokus i radni listić bit će vrjednovani.**	**Heurističko poučavanje** **Problemsko poučavanje** **Učenje otkrivanjem** **Laboratorijski rad** **Grupni rad**	**Pripremljen plakat** **Pripremljena Power Point prezentacija** **Stručni tekstovi** **Laboratorijski pribor potreban za izvođenje pokusa**

8.1.3. Prijedlog praktičnog dijela mini projekta – pokusi

POKUS 1: Dokazivanje glukoze Fehlingovim reagensom

Pribor i kemikalije: epruveta, drvena hvataljka, plamenik, otopina glukoze, Fehlingov reagens, čaša od 200 mL.

Tijek pokusa:

U epruvetu uliti 2 mL Fehlingovog reagensa i 2 mL otopine glukoze. Boja otopine je svijetlo plava. Epruvetu staviti u prethodno zagrijanu vodu u čaši i promatrati promjene.

Opažanja:

Otopina glukoze s reagensom polako mijenja boju preko zeleno-smeđe, do crveno-smeđe.



Slika 10. Prikaz otopine glukoze u tijeku i nakon reakcije

Jednadžba:

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 2Cu^{2+}(aq) + 4OH^-(aq) \rightarrow C_6H_{12}O_7(aq) + Cu_2O(s) + 2H_2O(l)$$

glukoza	bakrov(II) – ion (Fehlingova otopina)	glukonska kiselina	crveno - smeđi talog bakrova(I) – oksida

Zaključak:

Pomoću Fehlingovog reagensa uspjeli smo dokazati da je glukoza reducirajući šećer. [30,31]

POKUS 2: Dobivanje umjetnog meda

Pribor i kemikalije: Erlenmeyerova tikvica od 200 mL, stakleni štapić, vodena kupelj, šećer, limunska kiselina

Tijek pokusa:

Pripremiti 100 ml otopine konzumnog šećera u obliku najgušćeg sirupa i dobivenoj otopini dodati 1 g limunske kiseline. Smjesu zagrijavati 40 do 45 minuta na vodenoj kupelji. U smjesu još po želji možemo dodati nekoliko kapi nekog eteričnog ulja za bolju aromu i miris.

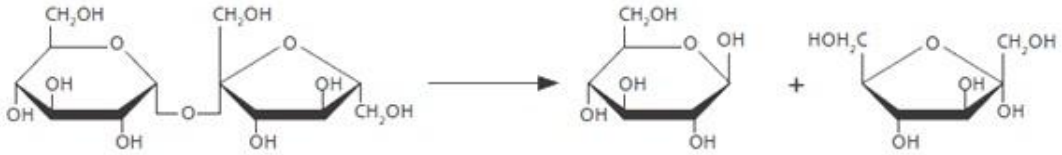
Opažanja:

Nakon 45 minuta kuhanja smjese, dobili smo gusti viskozni sirup, umjetni med koji na prvi pogled ne možemo razlikovati od pravog, domaćeg meda.



Slika 11. Umjetni med – rezultat uspješno provedenog pokusa

Jednadžba:



saharoza **glukoza** **fruktoza**

Zaključak:

Iz izvedenog pokusa možemo zaključiti da djelovanjem limunske kiseline pri povišenoj temperaturi dolazi do hidrolize saharoze. Dobiveni med je potpuno bezvrijedan jer ne sadrži enzime, minerale i druge sastojke pravog meda. Pravi pčelinji med sadrži pored ugljikohidrata monosaharida (glukoze i fruktoze), disaharida (maltoze i saharoze), vodu (oko 15 %), te niz organskih kiselina (mravlju, oksalnu, jantarnu, limunsku, vinsku, mliječnu, itd.) i bjelančevina (albumina, globulina). Pravi med, također sadrži ne zamjenjive sastojke kao što su vitamini i minerali, a njihov sadržaj upravo ovisi o pojedinoj vrsti bilja koja utječe na kvalitetu pčelinjeg nektara. [30,31]

POKUS 3: Dokazivanje proteina biuret – reakcijom

Pribor i kemikalije: epruveta, kapalica s gumicom, otopina bjelanjka, otopina natrijeva hidroksida w(NaOH) ≈ 10 %, razrijeđena otopina bakrova(II) sulfata.

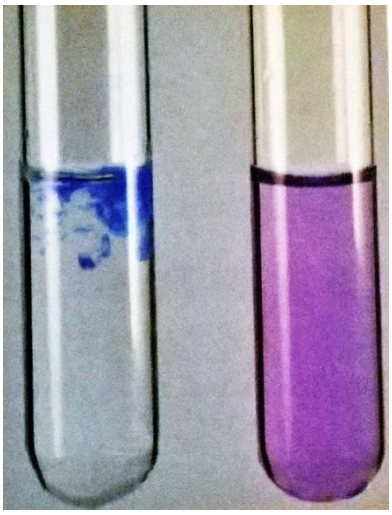
Tijek pokusa:

Uliti u epruvetu oko 2 mL otopine bjelanjka i isto toliko otopine natrijeva hidroksida. Dobro promućkati sadržaj epruvete i dodati jednu kap otopine bakrova(II) sulfata. Sadržaj epruvete ponovno promućkati. Nakon ovog testa možete ispitati različite namirnice biuret – testom kao što su mlijeko, maslac, sir i gumeni bomboni da biste ustanovili koja od tih namirnica sadrži

proteine. Biuret - reakcija je karakteristična za sve bjelančevine jer ovisi o prisutnosti peptidnih veza (-CO-NH-). Pozitivnu reakciju daju i polipeptidi od tripeptida na dalje. Ime je dobila po kondenzacijskom produktu dviju molekula uree - ***biuretu*** - koji također daje pozitivnu reakciju.

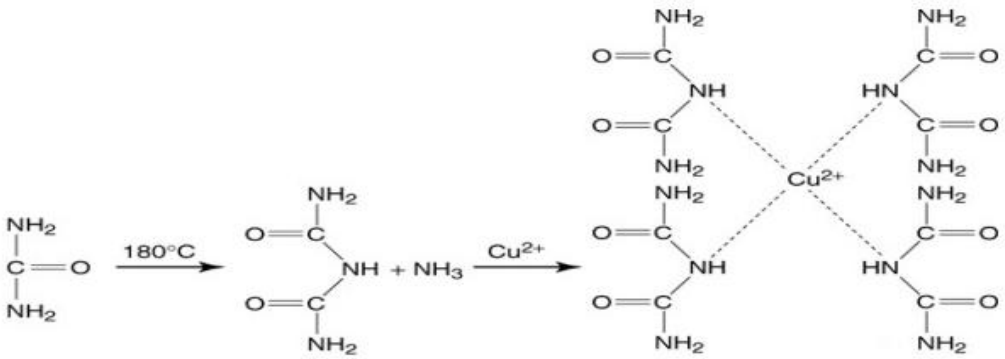
Opažanja:

Nakon dodavanja bakrova(II) sulfata zaluženoj otopini bjelanjka nastalo je ljubičasto obojenje otopine koje je karakteristično za dokaz proteina. U lužnatoj sredini, proteini se hidroliziraju na aminokiseline koje s Cu^{2+} ionima daju ljubičasto obojenje.



Slika 12. Biuret – reakcija

Jednadžba:



urea biuret bakrov kompleks

Zaključak:

Pomoću biuret – reakcije uspjeli smo dokazati postojanje proteina u bjelanjku. [30,31]

POKUS 4: Dokazivanje proteina ksantoproteinskom reakcijom

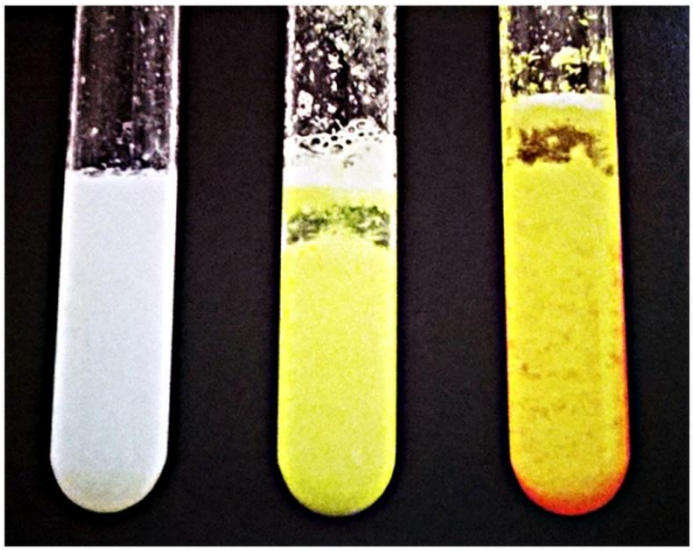
Pribor i kemikalije: epruveta, plamenik, drvena hvataljka, kapalice, otopina bjelanjka, koncentrirana dušična kiselina, razrijeđena otopina amonijaka.

Tijek pokusa:

Uliti u epruvetu oko 1 mL vodene otopine bjelanjka i pažljivo dodati nekoliko kapi koncentrirane dušične kiseline. Bjelanjak se zgrušava, nastaje talog kojeg treba pažljivo zagrijavati. Nakon zagrijavanja nastaje žuto obojenje. Ohladiti sadržaj epruvete i neutralizirati ga razrijeđenom otopinom amonijaka nakon koje se mijenja boja taloga iz žute u narančastu.

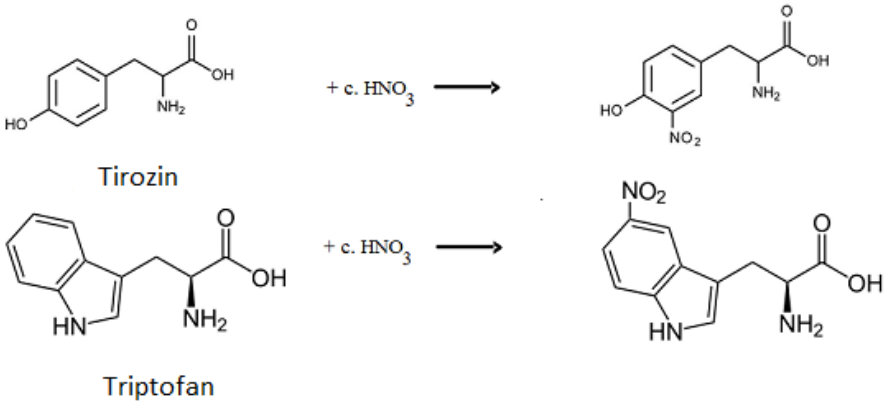
Opažanja:

Nakon dodatka koncentrirane dušične kiseline bjelanjku, stvorio se talog, bjelanjak se zgrušao, zagrijavanjem sadržaja epruvete nastalo je žuto obojenje. Žuta boja potječe od produkata reakcije dušične kiseline i onih aminokiselina u polipeptidnom lancu koje sadržavaju benzenske jezgre. Spojevi koji nastaju djelovanjem dušične kiseline na tvari koje sadržavaju benzenske jezgre općenito su žuti. Dodatkom amonijaka žuta boja otopine promijeni se u narančastu, jer se u lužnatoj otopini apsorpcijski maksimum pomiče prema većoj valnoj duljini vidljive svjetlosti.



Slika 13. Ksantoproteinska reakcija

Jednadžba:



Zaključak:

Ovim pokusom smo dokazali prisutnost benzenske jezgre u bjelanjku. Općepoznato nam je da bjelanjak sadrži gotovo sve potrebne esencijalne aminokiseline. [30,31]

POKUS 5: Prirodni izvori masti i ulja

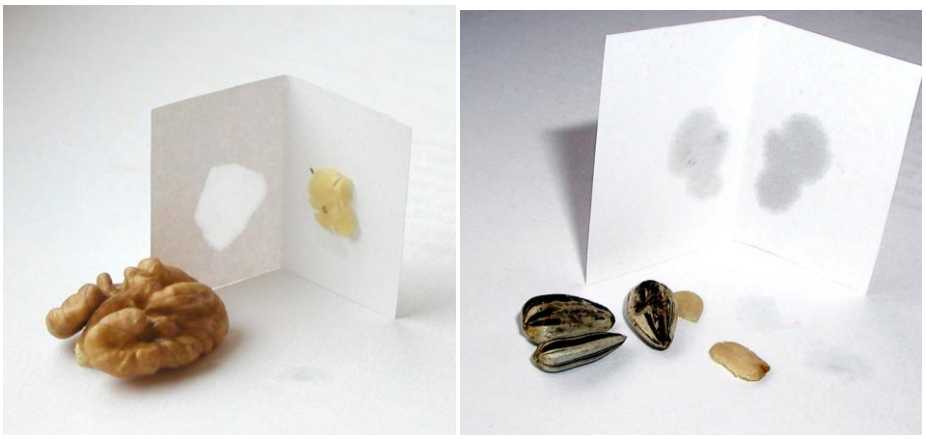
Pribor i kemikalije: nekoliko bijelih papira, različite sjemenke orašastih plodova, zrela maslina, riža i slične namirnice.

Tijek pokusa:

Na listić bijelog papira postaviti sjemenku, presaviti listić papira tako da se prekrije sjemenka. Tupom stranom olovke čvrsto pritisnuti sjemenku između papira. Ustanoviti koje namirnice sadržavaju ulja i masti, a koje ne sadržavaju.

Opažanja:

Većina ispitivanih namirnica sadržavaju ulja i masti. Riža nije ostavila nikakav trag na papiru.



Slika 14. Jezgra oraha i suncokretove sjemenke sadrže masti i ulja

Zaključak:

Iz pokusa jasno se može vidjeti koje namirnice sadrže masti i ulja, sve osim riže pokazale su da sadrže ulja i masti. [30,31]

POKUS 6: Saponifikacija masti i ulja

Pribor i kemikalije: epruveta za demonstraciju, 2 obične epruvete, plamenik, kapaljka, jestivo ulje ili mast, koncentrirana otopina natrijevog hidroksida, destilirana voda, zasićena otopina natrijevog klorida, čaša, električni grijač, menzura, stakleni štapić.

Tijek pokusa:

U demonstracijsku epruvetu staviti malo ulja ili masti, dodati dvostruku količinu otopine natrijevog hidroksida i kratko vrijeme zagrijavati. Kraj reakcije utvrditi tako da se testira malo dobivene reakcijske smjese s toplom destiliranom vodom u drugoj epruveti. Ako se smjesa otopi reakcija je završena. Nakon toga vruću reakcijsku smjesu izliti u čašu s 20 mL zasićene otopine natrijevog klorida i sve skupa zagrijavati dok se ne izdvoji gusta masa. Uzeti malo te dobivene mase i staviti u epruvetu s destiliranom vodom i dobro promućkati, nastaje pjena.

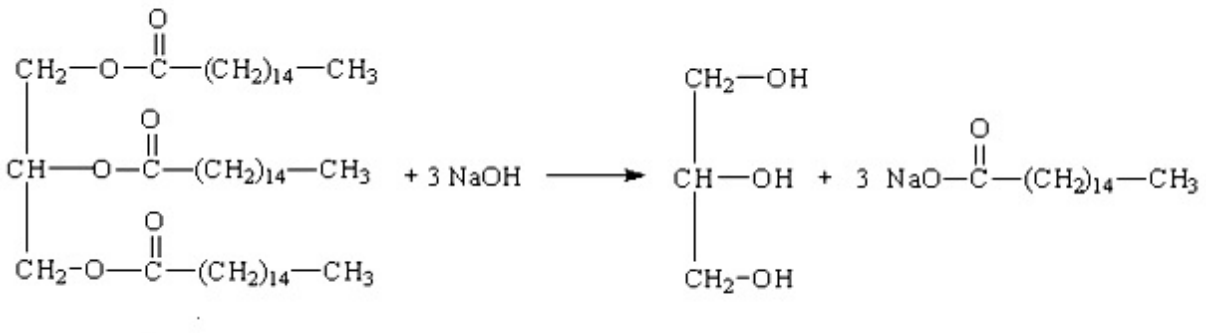
Opažanja:

Dodavanjem dobivene smjese zasićenoj otopini natrijeva klorida i zagrijavanjem, izdvojila se gusta smjesa – sapun. Smjesa izmućkana s vodom počinje se pjeniti, to je dokaz da smo dobili sapun.



Slika 15. Nastali sapun u gornjem sloju čaše

Jednadžba:



glicerol - tripalmitat **glicerol** **natrijev palmitat (sapun)**

Zaključak:

Možemo zaključiti da alkalnom hidrolizom ili saponifikacijom ulja i masti dobiju se glicerol i soli viših masnih kiselina – sapuni. Pomoću isoljavanja dobili smo naš konačni produkt jer zasićena otopina natrijevog klorida oduzima vodu nastalom produktu pa dolazi do koagulacije i izdvajanja sapuna kao guste smjese. [30,31]

8.1.4. Evaluacija mini-projekta

Tablica 3. Evaluacija mini-projekta (bodovi i ocjena)

Bodovi	Ocjena
90-100	Izvrstan
80-89	Vrlo dobar
70-79	Dobar
60-69	Dovoljan
0-59	Nedovoljan

8.1.5. Zaključak

Mini projekt je odličan način za poticanje kreativnosti, kritičkog razmišljanja i samostalnosti učenika. Učenici pored ovih vrijednosti razvijaju i smisao za timski rad i imaju veću odgovornost prema ostalim članovima grupe jer grupa mora funkcionirati kao jedna cjelina. Mini projekti su novi način koncipiranja nastave kakva bi trebala uvijek biti jer na takav način postiže se maksimalna kreativnost za ostvarenje teme i kod učenika potiče radoznalost i spremnost samostalnog istraživanja.

9. Literatura

1. *A. Lutkić*, Fran Bubanović (Sisak, 1883. – Zagreb, 1956.), *Prirodoslovlje* **7** (1–2) (2007) 33–46.
2. *J. Mikšić*, Povodom pedesetogodišnjice Prof. Dr. Frana Bubanovića, *Farm. Vjes*. **22** (1933) 1 – 8.
3. *K. Mlinac,* Povodom 130. godišnjice rođenja Prof. Dr. Frana Bubanovića,Arhiva Zavoda za kemiju i biokemiju
4. *D. Grdenić*, Fran Bubanović, Povodom sedamdesetgodišnjice života, *Priroda* **40** (10) (1953) 369–374.
5. *N. Trinajstić i S. Paušek-Baždar*: Hrvatska kemija u XX. stoljeću. I., *Kem. Ind.* **56** (7–8) 403–416 (2007)
6. *F. Bubanović,* Moji učitelji kemije, *Farm. Vjes.***26** (1936) 68 – 82.
7. *F. Bubanović,* Svante Arrhenius. Povodom njegove smrti 3. X. 1927, *Farm. Vjes.***22** (1927) 831 – 837.
8. *N. Raos*, Bubanović i Arrhenius, *Kem. Ind* **54** (2005) 320–322.
9. *Nenad Raos*: Letters of Svante Arrhenius to his former Croatian student, *Bulletin for the History of Chemistry* **33** (1), 2008.
10. *T. Pinter*, Nekrolog – Prof. Dr. Fran Bubanović 1883.–1956.,*Croat. Chem. Acta* **29** (1957) 53–62.
11. *T. Pinter*, Naučni rad prof. Bubanovića, *Farm. Vjes.***22** (1933) 3 – 19.
12. *F. Bubanović,* Verteilung, Hemmung und Beschleunigung bei der Hëmolyse, *Medd. Vetenskapakademiens Nobelinst*., Vol. 2, No 32. (1913)
13. *Nenad Raos:* Povijesni osvrt na popularizaciju kemije u Hrvatskoj, *Kem. Ind.* **61** (5-6) 281–288 (2012)
14. *F. Bubanović*, Slike iz kemije, Matica hrvatska, Zagreb, 1917.
15. *Snježana Paušek Baždar*: Fran Bubanović i njegova osuda antropozofije, *Priroda* **95** (932) Zagreb (2005) 20-21.

16. *Snježana Paušek Baždar*: Mjesto i uloga prirodoslovca Frana Bubanovića u hrvatskoj intelektualnoj sredini. Rad u knjizi *„Dani hvarskog kazališta“* (urednici N. Batušić i drugi). HAZU i Književni krug –Split, Zagreb – Split 2004.
17. *F. Bubanović*, Kemija i antropozofija, *Iz moderne kemije*, Matica hrvatska, Zagreb,1929, str. 231-249.
18. *Hanžek, Lj.,* Bubanović i Zimmermann o duši i tijelu, *Prilozi* **75** (2012), str. 105–121
19. *Snježana Paušek Baždar*: Rudolf Steiner i antropozofija u hrvatskom prirodoznanstvenom krugu, *Godišnjak Njemačke narodnosne zajednice* (1331-7172) **12** (2005), 12; 117 – 121
20. http://www.mef.unizg.hr/druga.php?grupa=010400000000 (citirano 2.12.2014.)
21. http://www.mef.unizg.hr/druga.php?grupa=020316000000 (citirano 2.12.2014.)
22. http://www.mef.unizg.hr/druga.php?grupa=020316080000 (citirano 2.12.2014.)
23. *Ivan Mužić*, Masonstvo u Hrvata, 6. izd. – Split: Laus, 2000.
24. Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda (1977), 2. izdanje (osam svezaka)
25. http://proleksis.lzmk.hr/25975/ (citirano 2.12.2014.)
26. http://proleksis.lzmk.hr/22513/ (citirano 2.12.2014.)
27. http://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/ugljikohidrati/ (citirano 9.12.2014.)
28. http://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/bjelancevine/ (citirano 9.12.2014.)
29. http://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/masti/ (citirano 9.12.2014.)
30. *M. Sikirica*, Zbirka kemijskih pokusa za osnovnu i srednju školu, ŠK Zagreb, 2011., 656 – 673
31. http://www.skole.hr/nastavnimaterijali/materijal?nm_action=get_materijal_detaljno&id=468 (citirano 9.12.2014.)

10. ŽIVOTOPIS

IME I PREZIME	Dorotea Ratić
DATUM I MJESTO ROĐENJA	01. 08. 1987, Osijek
ADRESA BORAVKA	Zadarska 22, 31000 Osijek, Hrvatska
	tel: 385 31 373 393
	mobitel: 099 673 59 75
	e-mail: dora.ratic@gmail.com
NACIONALNOST	Hrvatica
DRŽAVLJANSTVO	Hrvatsko

OBRAZOVANJE	**1994 – 2002** Osnovnoškolsko obrazovanje, Osijek
	2002 – 2006 III. gimnazija, glazbeni razred, Osijek
	2007 – 2012 Preddiplomski studij kemije, Odjel za kemiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
	2012 – 2014 Diplomski nastavnički studij kemije, Odjel za kemiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
DIPLOME/SVJEDODŽBE	**2006 –** Maturalna svjedodžba (glazbena umjetnost)
	2006 – Svjedodžba o položenim razlikovnim ispitima iz predmeta: kemija, fizika, biologija
	2012 – Diploma univ.bacc.chem.

JEZICI engleski

talijanski

DRUGA ZNANJA

I SPOSOBNOSTI **Informatičko znanje** – aktivna primjena svih programskih aplikacija Windows okružja,

Glazbeno znanje – višegodišnje usavršavanje iz glasovira, teoretskih glazbenih predmeta, te solo i zborskog pjevanja

Dobre komunikacijske sposobnosti;

sposobnost brzog učenja i prijenosa znanja;

dobre organizacijske sposobnosti

INTERESI Interes za daljim usavršavanjem i edukacijom u struci i informatičkom usavršavanju