



ЧЛАНЦИ



Бранимир ЈОВАНЧИЋЕВИЋ, Хемијски факултет, Универзитет у Београду
(е-пошта: bjovanci@chem.bg.ac.yu)

ОД ФОТОСИНТЕЗЕ ДО БЕНЗИНСКЕ ПУМПЕ

(Предавање - "Априлски дани просветник радника Србије", Хемијски факултет, 21. април 2009.)

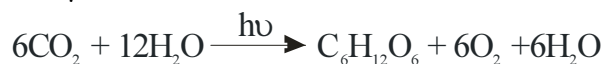
Бензин је најважнији производ прераде нафте у рафинерији. У процесу ректификације из једне врло сложене смеше угљоводоника (фракционом десублијацијом, ректификацијом), изолује се фракција која десублиује у опсегу од 50 до 200 °С. Принос фракције повећава се процесом каталитичког краковања, а квалитет бензина се побољшава каталитичким реформовањем.

Оваква историја почела су да се развијају од половине деветнаестог века. Од тада до данашњих дана достигао су врло висок технолошки ниво. Међутим, истовремено нафта као сировина за добивање бензина од петролеума, сложених лиганда, лигана, угљених хидрата, и других диолимерних сложених једињења изумрлих живих организима враћа нас мноштво више у прошлост. Враћа нас у геолошку прошлост која се мери милионима година. Сматра се да је шаложене органске супстанце биосфере у седиментне геосфере почело у шоку Камбријума, најстарије епохе Палеозоика, пре око 600 милиона година. Такође, имајући у виду да је нафта само један од облика органске супстанце геосфере, а да целокупна органска супстанца води порекло из биосфере, праве прекурсоре бензина, односно нафте наћи ћемо у још дубљој прошлости, у оним временима када се развијала планета Земља и када су на њој еволуирали аутотрофни организми. Другим речима праве корене налазимо у временима од пре око две милијарде година када је почео да се развија процес фотосинтезе, једини процес у природи којим се од неорганских једињења стварају органска.

УВОД

Бензин је угљоводонична смеша која се добија ректификацијом нафте као фракција у опсегу 50-200 °С. Служи као гориво за моторе са унутрашњим сагоревањем. Сматра се једним од најважнијих производа данашњице. Фотосинтеза је основни процес који доприноси масовној производњи органске супстанце на Земљи. У историји Земље појава овог

процеса се сматра једним од најважнијих догађаја. У овом процесу енергија сунчеве светлости се претвара у хемијску енергију, при чему водоник из воде са угљен-диоксидом из атмосфере гради органску супстанцу (глюкозу), уз ослобађање кисеоника, као споредног производа. Ослобођени кисеоник потиче из молекула воде:



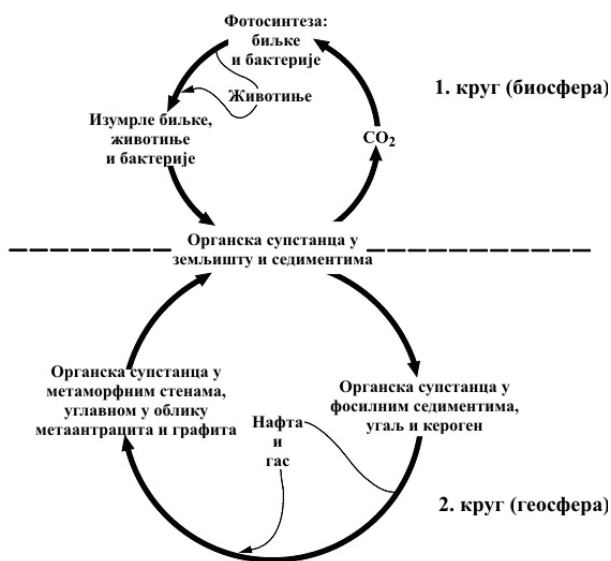
Аутотрофни организми, као што су зелене биљке, из глюкозе синтетизују полисахариде, целулозу и скроб, а и све друге за себе потребне састојке.

На изглед бензин и фотосинтеза су производ и процес између којих је тешко успоставити везу. Међутим, она је врло природна, и у овом тексту учиниће се покушај да се детаљно објасни. Имајући у виду да је бензин производ прераде нафте, задатак се своди на тражење везе између нафте и фотосинтезе.

Нафта представља само један од облика органске супстанце у геосфери. Може се рећи да су знања о пореклу, количини и облицима органске супстанце геосфере добрим делом резултат тражења одговора на једно од најстаријих питања органске геохемије, питање о пореклу нафте. Трудећи се да што боље дефинишу порекло и начин постанка нафте, органски геохемијари су доказали да су органске супстанце земљине коре врло разноврсне по саставу, начину постанка и старости и да представљају део органског материјала биосфере који се уградио у седименте, а затим се и даље физичким, биохемијским и хемијским процесима мењао. Другим речима, доказано је да целокупна органска супстанца геосфере потиче од органске супстанце из биосфере, и да заједно припадају циклусу угљеника у природи (Слика 1).

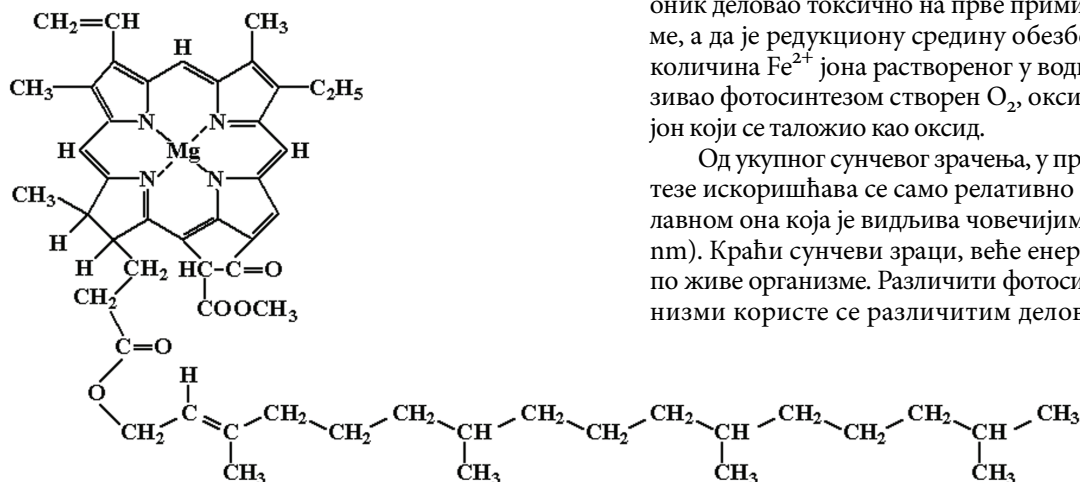
Кружење угљеника у природи се може представити помоћу два кружна тока. У првом, мањем кругу (1), који се односи на биосферу, учествује око 2,7-3,0·10¹⁵ kg угљеника, са полувременом кружења које се мери понекад данима, али некад и деценијама, што зависи од животног века биопопулација. Други, већи круг (2), који се односи на геосферу, обухвата количину од око

6,4·10¹⁸ kg угљеника са полувременом кружења од неколико милиона година. Ова два круга спојена су танком везом од око 0,01 – 0,1 % органског угљеника из биосфере који се трајно уграђује у седименте и улази у геоциклус. Са становишта органске геохемије, а нарочито геохемије нафте, други циклус је од веће важности. Када органска супстанца доспе у седимент, на њену даљу судбину утичу брзина седиментовања и различити тектонски поремећаји. Наиме, слегање и спуштање седимента на веће дубине, или издизање и ерозија, одредиће да ли ће органска супстанца да остане очувана, или ће да буде оксидована. Органска супстанца која у оквиру геоциклуса непрекидним повећањем дебљине наслага доспе на веће дубине бива изложена дијагенези, катагенези, метагенези и коначно метаморфизму.



Слика 1. Кружење угљеника у природи.

Имајући у виду везу по пореклу између органске супстанце геосфере и органске супстанце биосфере, долази се до закључка да је основни процес за продукцију органске супстанце у биосфери, заправо и основни процес за органску супстанцу геосфере.



Слика 2. Молекул хлорофила.

ФОТОСИНТЕЗА

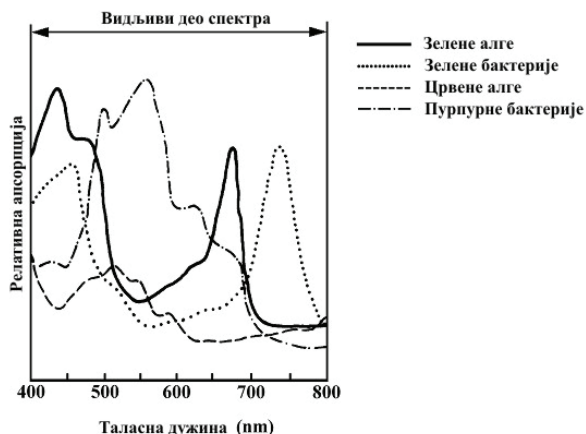
Први примитивни организми који су допринели масовној производњи органске супстанце били су аутоτροφне, фотосинтетичке бактерије и модрозелене алге, које у својим ћелијама садрже релативно слободан, зелени пигмент хлорофил (Слика 2), способан да апсорбује сунчеву енергију. У биљкама на вишем еволуционом ступњу хлорофил је сконцентрисан у хлоропластима зеленог лишћа. Хлоропласти су нека врста фотосинтетичких "фабрика".

Иако су најстарији фосили бактерија и алги нађени у јужноафричким стенама старим око 3,2 милијарде година, сматра се да је тек пре око 2 милијарде година дошло до знатније производње фотосинтетичке органске супстанце широм Земље. До тада су се примитивни фотосинтетички организми јављали само местимично. Од тог периода почиње абиогена или хемијска еволуција, уз синтезу органских молекула. Први примитивни организми су се као извором енергије за одржавање свог метаболизма вероватно користили абиогеним путем синтетизованим органским молекулима. То су, дакле, били хетеротрофни организми, јер су за своју "исхрану" употребљавали органску супстанцу створену абиогеним путем. Са порастом популације хетеротрофних организама смањивала се количина органске супстанце синтетизоване абиогеним путем, па је фотосинтеза постепено постала нови извор енергије. Другим речима, хетеротрофни организми постају способни да се користе енергијом сунчевих зрака као допунским извором енергије. Овакве особине међу првима су показале неке пурпурне бактерије које и данас постоје. Најстарије фотосинтетичке бактерије биле су анаеробне. То значи да у току првих фаза развоја фотосинтезе споредни производ није био кисеоник. Анаеробне бактерије употребљавале су водоник-сулфид као извор водоника, па се као споредни производ ослобађао сумпор.

Захваљујући фотосинтези, односно фотосинтетичким организмима чије су популације почеле нагло да запоседају водене средине планете, постепено је расла и количина кисеоника у земљиној атмосфери, која се до тог периода махом састојала од водоника, метана, амонијака, азота и воде. Сматра се да је кисеоник деловао токсично на прве примитивне организме, а да је редукциону средину обезбеђивала знатна количина Fe²⁺ јона раствореног у води. Fe²⁺ јон је везивао фотосинтезом створен O₂, оксидујући се у Fe³⁺ јон који се таложио као оксид.

Од укупног сунчевог зрачења, у процесу фотосинтезе искоришћава се само релативно уска област, углавном она која је видљива човечијим оком (400-800 nm). Краћи сунчеви зраци, веће енергије, штетни су по живе организме. Различити фотосинтетички организми користе се различитим деловима видљивог

спектра, што омогућава да у воденом стубу на различитим дубинама живе различити организми. Слика 3 показује којим деловима видљивог спектра се у процесу фотосинтезе користе, на пример, зелене алге, зелене бактерије, црвене алге и пурпурне бактерије.



Слика 3. Делови сунчевог спектра којима се користе поједине фотосинтетичке алге и бактерије.

Неке модрозелене алге, постале еволуцијом из фотосинтетичких бактерија, сматрају се првим организмима који су производили кисеоник као споредни производ фотосинтезе. Мада је познат већи број фотосинтетичких пигмената, ниједан није имао значај као хлорофил. Пошто су аутотрофни, фотосинтетички организми, супериорнији од хетеротрофних организама, они су убрзо постали доминантни у биолошком свету, а када је, као што је речено, пре око 2 милијарде година, фотосинтеза широм Земље постала распрострањена, створили су се услови и за еволуцију у више облике живота. Количина слободног кисеоника у земљиној атмосфери бивала је све већа.

НАГОМИЛАВАЊЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ГЕОСФЕРИ

Да би се проценила укупна количина угљеника која је учествовала у фотосинтези у току земљине историје, потребно је сабрати сву количину органског угљеника на Земљи, у океанској води и у седиментима. Још је 1970. године процењено да је укупна количина органског угљеника и графита (који потиче од органског угљеника из седимената) око $6,4 \cdot 10^{18}$ kg. По једној другој процени, из 1972. године, количина органског угљеника је скоро два пута већа. Међутим, она обухвата и "органски" угљеник из базалта и других вулканских стена, као и из гранита и свих метаморфних стена, чије је биолошко порекло неизвесно.

Скоро целокупна количина органског угљеника на Земљи сконцентрисана је у седиментним стенама. Она чини знатно мањи део од укупне количине угљеника, само око 18 %. Знатно већи део (око 82 %) неоргански је, карбонатни угљеник. Између органског и карбонатног угљеника свакако да постоји веза: угљендиоксид из атмосфере је у равнотежи са угљендиоксидом хидросфере. Из водене средине карбонати се

могу сталожити хемијским путем или у облику неких водених организама са карбонатним скелетом (љуштуре шкољки и др.), градећи карбонатне седimente. С друге стране, карбонатне стене се растварају у води, захваљујући равнотежним реакцијама између CO_3^{2-} , HCO_3^- и CO_2 . Примарна органска супстанца постаје фотосинтезом, било директно од атмосферског CO_2 , у сувоземним биљкама, или од CO_2 хидросфере, у воденим биљкама. Сувоземна и моринска органска супстанца, с друге стране, у великој мери се оксидују, па се CO_2 враћа у атмосферу. Само занемарљиво мали део органског угљеника земљине коре, укључујући хидросферу, налази се у живим организмима и у раствореном облику. Највећи део органског угљеника (око $5,0 \cdot 10^{18}$ kg) налази се у седиментима у везаном облику. Знатан, али ипак мањи део (око $1,4 \cdot 10^{18}$ kg) налази се у метаморфним стенама у облику материјала сличног графиту или метаантрациту (Табела 1).

Табела 1. Органски угљеник земљине коре

Порекло	Количина у 10^{18} kg
Организми и растворан органски угљеник	0,003
Седименти	5,0
Метаморфне стене седиментног порекла (60 % од свих метаморфних стена)	1,4
Укупни органски угљеник	6,4

На основу податка о укупној количини органског угљеника у периоду од када је фотосинтеза узела маха, може се доћи и до процене о брзини акумулације органског угљеника у седиментима на годишњем нивоу. Процењено је да је просечна годишња акумулација органског угљеника у геосфери од постанка живота на Земљи до данас била $3,2 \cdot 10^8$ kg, што у односу на просечну годишњу производњу органског угљеника представља свега око 0,01 %. Сматра се да би максимална количина органске супстанце која се уграђивала у седименте могла да буде и до 0,1 %. Највећи део се враћао, деградовао се биохемијским или физичко-хемијским процесима, и тако рециркулисао, одлазећи углавном у горње слојеве воде океана.

ФОРМИРАЊЕ СЕДИМЕНАТА БОГАТИХ ОРГАНСКОМ СУПСТАНЦОМ

Као што је већ речено, врло мали део органске супстанце биосфере (0,01-0,1 %) успева да се "задржи", односно да се "очува" у седиментним стенама геосфере. Као резултат интензивног оксидационог разлагања изумрле органске супстанце, потпомогнутог дејством микроорганизама, далеко највећи део враћа се у биолошки циклус. Међутим, и поред тога, мали део који је избегао биолошки циклус у току врло дугог геолошког времена, нагомилао се у виду огромне количине органског материјала, највећим делом диспергованог у ситнозрним седиментним стенама. Три су главна фактора који утичу на количину органске супстанце која се уграђује у седиментне стене. То су биопродукција, очување и "разблаживање".

Неки од фактора који утичу на биопродуктивност јесу: исхрана, јачина светлости, топлота, количина

карбоната и вода. Сваки од ових фактора може се даље ращчланити. На пример, исхрана зависи од циркулације воде, стварања стена и њихове ерозије, вулканске активности, палеоклиме и рецикловања производа органског распадања.

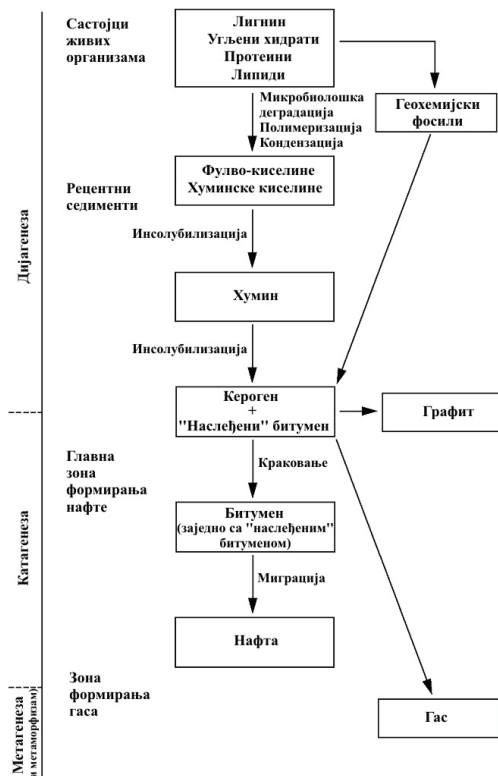
Да би се формирале стене богате у органској супстанци, мора да се сталожити знатна количина органског материјала, а затим да она избегне процесе који га враћају у биосферу. Фактори који утичу на очување органске супстанце су: концентрација и природа оксидационих агенаса, тип седиментне органске супстанце и брзина акумулације седимента. Од ова три фактора највећи значај имају концентрација и природа оксидационих агенаса. Неколико примера средина повољних за очување органске супстанце у седиментима дати су на слици 4.

Мада велика брзина нагомилавања и седиментовања доприноси очувању органског материјала, при врло великим брзинама акумулације "разблаживање" седимента минералним материјалом може бити значајније. Разблаживањем се не смањује укупна количина органског материјала, али се смањује њена концентрација у седименту. Крајњи исход је мања вредност укупног органског угљеника у седименту.

ТРАНСФОРМАЦИЈА ОРГАНСКЕ СУПСТАНЦЕ У СЕДИМЕНТНИМ СТЕНАМА

Трансформација органске супстанце геосфере одиграва се у фазама које се називају дијагенеза, катагенеза, метагенеза и метаморфизам. На самом почетку дијагенеза обухвата промене највећег дела органске супстанце, оног који се враћа у биосферу, а тек касније преостали знатно мањи део који се очуван задржава у

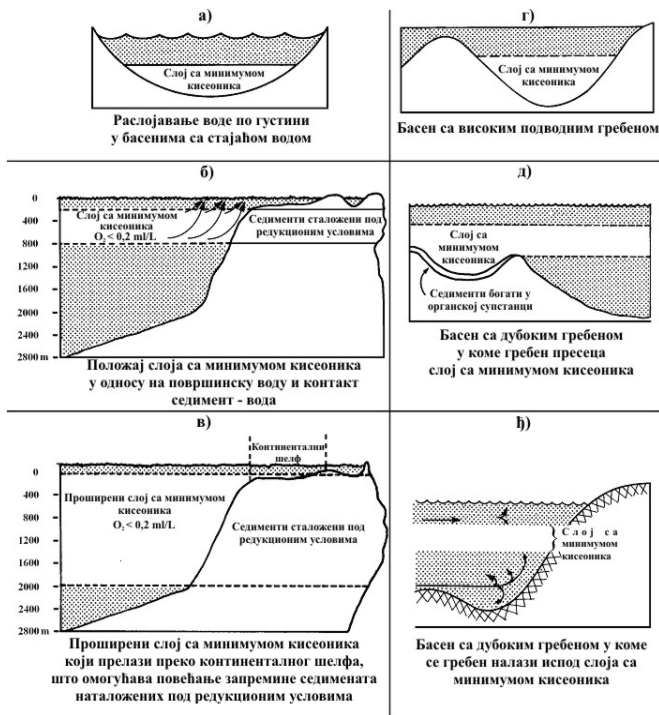
седиментним стенама. Због тога се неки аутори користе појмовима "рана" и "касна" дијагенеза. Катагенеза и метагенеза су фазе које се односе само на органску супстанцу седиментних стена. Упрошћена шема поменутих трансформација приказана је на слици 5.



Слика 5. Упрошћена шема трансформација органске супстанце у земљиној кори.

У првој фази, раној дијагенези, промене органске супстанце се дешавају у благим условима за које нису карактеристичне повишене температуре и притисци, а најинтензивнија је микробиолошка активност. Основне компоненте изумрлих организама, угљени хидрати, протеини, липиди и лигнин, по таложењу, на малим дубинама, разлажу се углавном дејством микроорганизама. Степен разлагања зависи од средине у којој се седимент таложи, нарочито од њених редокс-особина, али зависи и од токсичности средине, као и брзине хемијских трансформација (нпр. поликондензације) и заштитног дејства минерала.

Највећи део производа разлагања, олиго- и моносахариде, аминокиселине и липиде, микроорганизми искоришћавају као своју храну. На тај начин се угљеник, односно CO_2 као производ метаболичких процеса, враћа у биолошки циклус. Поред CO_2 производи метаболичких процеса су и H_2O , CH_4 , NH_3 , N_2 и H_2S . Један део производа разлагања органске супстанце даљом оксидацијом или неким другим хемијским процесом такође се претвара у горе наведене деградационе производе. Знатно мањи део избегава биолошко рецикловање или хемијске промене, не разлаже се већ се утрађује у седименте. Овај део представља основни извор седиментне органске



Слика 4. Примери средина са аноксичним условима.

супстанце. Његова трансформација у геосфери започиње од нивоа створених геомономера.

У даљој, касној дијагенези, геомономери се полимеризују или поликондензују у производе типа фулво- и хуминских киселина, а затим и хумина све веће молекулске масе. Даљом инсолубилизацијом, ослобађањем угљен-диоксида, воде, амонијака и метана, из интермедијарних геополимера постаје кероген. Његов настанак означава крај дијагенезе.

Крајњи и главни производ дијагенетских промена, кероген, нерастворни је део органске супстанце седиментних стена. Поред њега, у количински знатно мање заступљеном, растворном делу (Слика 5), могу се наћи слободни угљоводоници и нека друга липидна једињења, као и супстанце које потичу од пигмената (изопреноиди, порфирины) или других метаболита (стероиди, терпеноиди), који су "избегли" полимеризационе процесе. У току таложења и дијагенезе ова једињења у великој мери задржавају хемијску структуру једињења из живог света, носећи на тај начин највише "генетских информација" о прекурсорском органском материјалу. Због тога се она називају молекулским фосилима или биомаркерима. Растворни део органске супстанце седиментних стена назива се "наслеђеним" битуменом.

Слегањем првобитно наталожених слојева и њиховим даљим спуштањем и прекривањем новим седиментима, органска супстанца доспева на веће дубине, где бива изложена вишим притисцима и температурама, а и дејству минералних катализатора. Даље промене, обично на дубинама већим од хиљаду метара, на температурама 50-150 °C и притисцима 300-1700 бара, карактеришу другу фазу еволуције органске супстанце седиментних стена која се назива катагенезом. Под наведеним условима долази до деградације макромолекулског керогена у производе који се састоје од мањих молекула, растворних у органским растварачима, и назива општим именом битумен. Тако створени битумен меша се са наслеђеним битуменом. При деградацији керогена постаје и знатна количина гаса. Молекули мање молекулске масе производ су разлагања C-C веза, као и кондензационих и дефункционализационих реакција.

Нагомилавањем битумена у седиментним стенама стварају се услови за његово покретање - миграцију. Под повољним условима битумен напушта матични седимент и мигрира до резервоарских стена где се акумулира. Битумен акумулиран у овим стенама је нафта.

Седиментне стене у којима се ствара, у којима би могла да се створи, или у којима се некад створила за миграцију довољна количина битумена називају се изворним стенама за нафту. Стене у којима се битумен акумулира, као што је речено, јесу резервоарске стене за нафту.

У завршној фази трансформације органске супстанце литосфере, метагенези и метаморфизму, на дубинама и до десет хиљада метара, и у условима врло високих температура и притисака, долази до завршне

деградације керогена и ослобађања гаса, претежно метана. Остатак керогена се претвара у графит, што представља и крај последње фазе трансформације органске супстанце геосфере.

САСТАВ НАФТЕ

Нафта је сложена смеша различитих органских једињења. Највећим делом су то угљоводоници, тако да нафту у просеку чине и до 95% угљеник и водоник. У преосталих 5% могу се наћи сви елементи периодног система. Међутим, међу њима доминирају азот, сумпор и кисеоник. На хиљаде, па и на десетине хиљада једињења може се идентификовати у овом облику органске супстанце геосфере. Међу истраживачима, органским геохемичарима, идентификација неког новог једињења и данас представља велики истраживачки изазов. Она захтева примену најсавременијих инструменталних метода органске анализе. Најважније међу њима су гасна хроматографија (GC) и систем гасне хроматографије и масене спектрометрије (GC-MS). Постоји мишљење по коме интензивни развој инструменталних метода у органској хемији уопште највише дугује нафтним компанијама, јер су оне биле те које су највише новца улагале у развој, са циљем да се што боље дефинише састав нафте, али и других облика органске супстанце геосфере.

Овог пута немогуће је детаљније говорити о једињењима која се у нафти налазе. Због тога су у табели 2 дате само најважније фракције и њихови најважнији састојци.

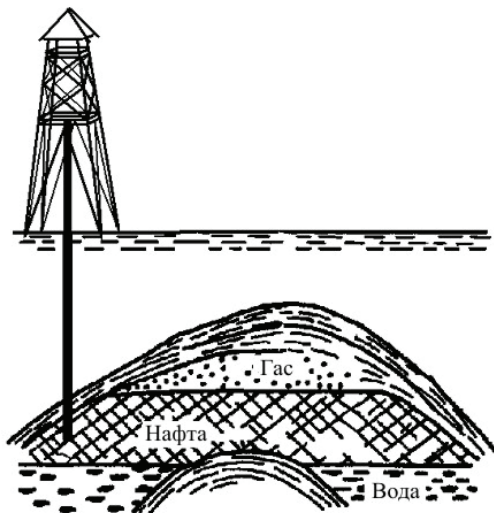
Табела 2. Фракције нафте и њихови најважнији састојци

Фракција	Састојци
Засићени угљоводоници	<i>n</i> -Алкани; Изопреноидни алкани и угљоводоници са рачвастим низом; Алициклични алкани, укључујући стеране, дитерпане и тритерпане
Ароматични угљоводоници	Ароматични угљоводоници; Нафтенароматични угљоводоници; Мањи молекули са сумпором
Смоле (НСО-поларна фракција)	Порфирины; Више масне киселине и алкохоли; Алифатични и циклични кетони; Сумпорна алифатична и ароматична једињења
Асфалтени	Кондензована ароматична једињења са великим бројем хетероатома

ОД РЕЗЕРВОАРСКЕ СТЕНЕ ДО РАФИНЕРИЈЕ

У резервоарској стени за нафту најчешће се налази слој воде који је специфично најтежи, затим слој нафте која је нешто лакша, и коначно најлакши гас (Слика 6). Редовни пратилац је и суспендовани чврсти материјал. Проналажење лежишта нафте и гаса резултат је, пре свега, геолошких, геофизичких и геохемијских истраживања. Пошто се резервоарска стена дефинише и пошто се до ње допре системом цеви (нафтна бушотина), сирова нафта на првршину може

да доспе без додатног дејства (еруптивне бушотине) или пак помоћу притиска. Више нафтних бушотина чине једно нафтно поље. У оквиру нафтног поља постоји најчешће „сабирна станица“ са резервоарима у којима се исталожи специфично тежа вода и суспендовани чврсти материјал. Сирова нафта ослобођена од ових материјала траспортује се до фабрика за прераду нафте које се називају рафинерије. Начини транспорт могу бити различити. Најчешће се употребљавају нафтоводи и бродови-танкери, а ређе ауто и возне цистерне.



Слика 6. Упрошћен приказ резервоарске стене за нафту.

ПРЕРАДА НАФТЕ У РАФИНЕРИЈИ

Као што је већ речено, нафта представља сложена угљоводоничну смешу, тако да се њена прерада своди на атмосферску фракциону дестилацију (ректификацију). На тај начин изолују се поједине фракције, при чему свака од њих представља одређени производ. Главни производи прераде нафте у рафинерији могу се класификовати у неколико група. То су: течна горива, затим мазива, битумен (асфалтни остатак), гасови, чврсти производи и петрохемијски производи (Табела 3).

Сам процес ректификације изводи се тако што се нафта пошто прође кроз систем измењивача топлоте загреје у цевној пећи на температуру од око 400 °С. Температура саме пећи је знатно виша и износи чак 1300 °С. Нафта кроз такву цевну пећ пролази под притиском од 7-8 атмосфера. Загрејана одлази у ректификационој колони која представља високи цилиндар подељен на већи број „подова“, ситастих решетке које пропуштају пару, а задржавају течност до нивоа одводних сливника који враћају течност на нижи под. Пара и течност имају супротне токове што омогућава размену топлоте (рефлуковање). Сваки под има температуру која одговара тачки кључања течности која се на њему налази. Један део паре приспеле на под се хлади, ослобађа топлоту и кондензује се; ослобођена топлота се преноси на течност и омогућава да из ње

испаре лакше фракције и оду навише. Значи, пара се идући ка врху колоне стално обогаћује лакше испарљивим састојцима, а течност, идући ка дну колоне се обогаћује теже испарљивим састојцима.

Табела 3. Најважнији производи прераде нафте у рафинерији.

Течна горива	Мазива	Битумен	Гасови	Чврсти остатак	Петрохемијски производи
Бензин, 50-200 °С, гориво за моторе са унутрашњим сагоревањем	Уља и масти за подмазивање, > 350 °С		Пратећи гас (C ₁ -C ₄)	Петроп-кокс	Ацетилен
Петролеум, 200-280 °С, гориво за млазне моторе	Мазут, за ложење		Крекинг гасови	Чађ	Олефини C ₂ -C ₄
Гасно уље (уље за ложење), 280-350 °С, гориво за дизел моторе			Реформинг гасови	Парафин	Ароматични угљоводоници

Пара која напушта колону представља најлакшу фракцију. Она се ван колоне хлади. Део кондензата се враћа у горњи део колоне као рефлукс. Течне фракције на појединим деловима колоне имају различити сложен састав, па се додатно фракционишу у мање сложене фракције у помоћним колонама које се популарно називају „стрипери“.

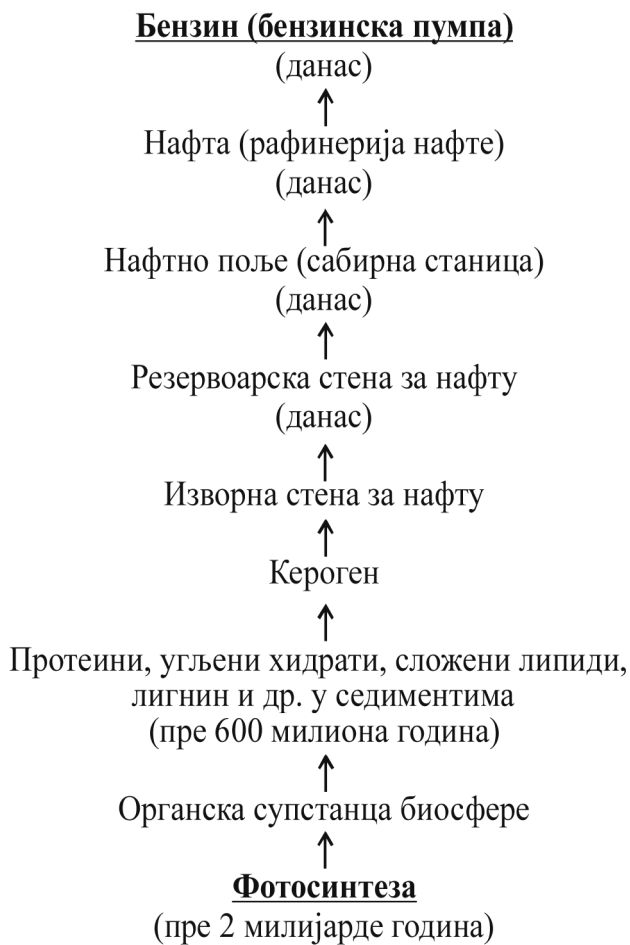
У рафинеријама је могућно добити различите производе. Могућно је конструисати рафинерије на такав начин да се фаворизује добивање одређеног производа. Најчешће је то бензин. Он се сматра најважнијим рафинеријским производом, и због тога се перманентно улажу напори да се повећа принос бензинске фракције, и да се побољша њен квалитет. За повећање приноса примењују се процеси краковања, а за побољшање квалитета, процеси реформовања.

У новије време краковање се изводи искључиво у присуству одређеног катализатора (на пример Cr₂O₃ + Al₂O₃, зеолити, молибден силикати, флуорна једињења). Овим процесом изводи се разлагање једињења велике молекулске масе на производе ниже молекулске масе. Могућне пратеће реакције су циклизација, ароматизација, дехидрогенизација, изомеризација, полимеризација. Процес се најчешће изводи на 400-500 °С, и при притиску од једне атмосфере. Може се изводити и у присуству водоника. Такав процес назива се хидрокраковање.

Реформовање је врста благог термичко-каталитичког краковања при коме се сировина не распада већ се само мења структура састојака. Овим процесом се повећава количина ароматичних, рачвастих и олефинских угљоводоника, јер долази до циклизације и изомеризације. Изводи се на 450-550 °С, на притиску 15-50 атмосфера и у присуству платине као катализатора. Може се изводити и у присуству водоника. Такав процес назива се хидрореформовање.

На овај начин завршава се дуг пут органске супстанце од њеног формирања процесом фотосинтезе

до добивања бензина прерадом нафте у рафинерији (Слика 7).



Слика 7. Пут органске супстанце од фотосинтезе до бензинске пумпе.

Abstract

FROM PHOTOSYNTHESIS TO PETROL STATION

Branimir JOVANIĆEVIĆ, Faculty of Chemistry, University of Belgrade

A search for the origin of oil is one of the oldest tasks of organic geochemistry. In their efforts to assess the origin and formation of oil, organic geochemists have revealed the extreme heterogeneity of sedimentary organic matter, with regard to its composition, genesis, as well as maturity, at the same time corroborating the assumption that it originated from biological material, altered by physical, biochemical and chemical transformation processes in the crust of the Earth.

In this paper organic matter transformation from photosynthesis to oil production and gasoline, the main product in oil refinery, is explained.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. M. Hunt, *Petroleum Geochemistry and Geology*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1979
2. D. Waples, *Organic Geochemistry For Exploration Geologists*, International Human Resources Development Corporation, Boston, 1982
3. B.P. Tissot and D.H. Welte, *Petroleum Formation and Occurrence, A New Approach to Oil and Gas Exploration*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1978; Second Revised and Enlarged Edition, 1984
4. A. Hollerbach, *Grundlagen der organischen Geochemie*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1985
5. R.P. Philp, *Fossil Fuel Biomarkers. Applications and Spectra*, Elsevier, Amsterdam, 1985
6. D.W. Waples, *Geochemistry in Petroleum Exploration*, D. Reidel Publishing Company, 1985
7. K.E. Peters, C.C. Walters and J.M. Moldowan, *The Biomarker Guide. Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005



Иван ГУТМАН, Горица ЂЕЛИЋ, Аца МАРКОВИЋ, Јелена ЂУРЂЕВИЋ

Природно-математички факултет Крагујевац (е-пошта: gutman@kg.ac.rs)

ХЕМИЈА ПАПРИКЕ

О ПАПРИЦИ

Паприка је свима позната биљка, а њен плод има значајну улогу у нашој исхрани. У овом чланку излажемо хемијске дејства који су у вези са две ујадљиве и веома варијабилне особине паприке: њеном љушчином и њеном дојом. Љуштина паприке постоји од групе једињења званих кайсаицини, који су амиди неке органске киселине и ванилинамина. Пре сазревања паприка има зелену боју која постоји од хлорофила. У паприкама чија боја приликом сазревања постоје жути, наранџаста и/или црвена, смештају се мноштво обојена једињења из групе каротиноида.

Биолози паприку називају *Capsicum annuum L.*, и убрајају је у породицу *Solanaceae*. У исту породицу спадају још и кромпир, парадајз, дукан и буника. Паприка је пореклом из Јужне Америке, а у нашим крајевима појавила се релативно недавно. (У јужне делове Србије донели су је Турци, у северне Мађари.) Српски назив "паприка" води порекло од грчког "пепери" и латинског "пипер", које означавају бибер. Стари назив за паприку био је "пиперка".