

HULUMTIMI I VEPRIMIT ANTIOKSIDUES TË KOFEINËS NDAJ
OKSIDIMIT TË LIPIDEVE NË VAJRA USHQIMORE

TEMA PËR TITULLIN BACHELOR I SHKENCËS NË INXHINIERI DHE
TEKNOLOGJI USHQIMORE

NGA

ARJANITA CËRNOVERI



UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”
FAKULTETI I TEKNOLOGJISË USHQIMORE
DEPARTAMENTI I TEKNOLOGJISË

MITROVICË

DHJETOR, 2020

STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COFFEINE ON LIPID
OXIDATION IN EDIBLE OILS

THESIS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN FOOD
ENGINEERING AND TECHNOLOGY

BY

ARJANITA CËRNOVERI



UNIVERSITY OF MITROVICA “ISA BOLETINI”
FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF TECHNOLOGY

MITROVICË

DECEMBER, 2020

HULUMTIMI I VEPRIMIT ANTIOKSIDUES TË KOFEINËS NDAJ OKSIDIMIT TË
LIPIDEVE NË VAJRA USHQIMORE

TEMA E PREZANTUAR

NGA

ARJANITA CËRNOVERI

NË

DEPARTAMENTIN E TEKNOLOGJISË

NË PLOTËSIMIN E PJESSHËM TË OBLIGIMEVE PËR TË FITUAR TITULLIN
BACHELOR I SHKENCËS NË INXHINIERI DHE TEKNOLOGJI USHQIMORE

DHJETOR, 2020



UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”
FAKULTETI I TEKNOLOGJISË USHQIMORE
DEPARTAMENTI I TEKNOLOGJISË

Aprovuar nga komisioni:

_____ Kryetar
Aziz Behrami, Prof. Dr.

_____ Mentor
Fatos Rexhepi, Prof. Asoc. Dr.

_____ Anëtar
Malësore Pllana, Ass.

Data e aprovimit: _____

STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COFFEINE ON LIPID OXIDATION IN
EDIBLE OILS

A THESIS PRESENTED

BY

ARJANITA CËRNOVERI

IN

DEPARTMENT OF TECHNOLOGY

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR BACHELOR OF SCIENCE
IN ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGY

DECEMBER 2020



UNIVERSITY OF MITROVICA "ISA BOLETINI"
FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF TECHNOLOGY

Approved from Commission:

_____ Chairman
Aziz Behrami, Prof. Dr.

_____ Mentor
Fatos Rexhepi, Prof. Asoc. Dr.

_____ Member
Malësore Pllana, Ass.

Date of approval: _____

DEDIKIMI

Punimin e diplomës të gradës bachelor ua dedikoj me respektin dhe dashurinë më të madhe familjes time dhe bashkëshortit tim.

FALENDERIMI

Shpreh mirënjohje dhe falënderim të veçantë për mentorin Prof.Asoc.Dr. Fatos Rexhepi, kryetarin e komisionit Prof.Dr. Aziz Behrami dhe anëtarin Ass. Malësore Pllana, të cilët me kontributin, përkushtimin, profesionalizmin si dhe mbështetjen e tyre të plotë më mundësuan të përfundoj me rezultate të suksesshme këtë punim.

Falënderoj përzemërsisht familjen time dhe bashkëshortin tim për mbështetjen morale dhe emocionale gjithashtu edhe për inkurajimin gjatë këtij rrugëtimi të vështirë, të bukur e atraktiv për mua si inxhinjere dhe teknologe e ushqimit.

Abstrakt i Punimit

Hulumtimi i veprimit antioksidues të kofeinës ndaj oksidimit të lipideve në vajra ushqimore

Nga

Arjanita Cërnoveri

Bachelor i Shkencës në Inxhinieri e Teknologji Ushqimore

Fakulteti i Teknologjisë Ushqimore , Mitrovicë, 2020

Prof.Asoc.Dr.Fatos Rexhepi, Mentor

Ky studim është realizuar në mënyrë që të tregojë efektin dhe stabilitetin termik të vajit të lulediellit me kafeinë dhe pa kafeinë. Për këtë analizë janë përdorur: vaji luledielli komercial dhe Kafeinë (Sigma Aldrich). Mostrat e grupuara në 2 sisteme janë përcjellur për hulumtim. Këto dy sisteme janë nxehur për 0, 5, 10 dhe 15 minuta deri në tymosje. Puna eksperimentale është realizuar duke përdorur aparaturën FT-IR përmes së cilës është bërë inçizimi dhe analiza e spektrave të mostrave dhe metoda e Refraktomerisë. Rezolucioni i punës së instrumentit ka qenë 4 cm^{-1} dhe numri i skanimeve ka qenë 14, ku në fund të skenimit është bërë mbimbulimi i spektrave për krahasim. Për inçizim të spektrave në regjionin $1000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ dhe krahasim të tyre të marra për shqyrtim është marrë një sasi e vogël e mostrës dhe është vendosur në mes dy dritareve të CaF_2 , duke krijuar kështu një shtresë të hollë, e cila pastaj është vendosur brenda aparaturës të Spektrit infra të kuq. Nisur nga spektrat bazë të tyre vërejmë dallime dhe zhvendosje të frekuencave të cilat janë shumë të rëndësishme sepse përfaqësojnë ndryshime të caktuara në strukturën e tyre dhe kjo është dëshmi më se e mjaftueshme për identifikim dhe konfirmim të interaksionit kimik. Në rastet e vajit me kafeinë përgjatë analizimit të raporteve mes frekuencës së karbonit me lidhje dyfishe 3008 cm^{-1} me grupet në të cilat konvertohet lidhja dyfishe. Në rastin e vajit me kafeinë kemi zvogëlim të raportit që e nënkuptojmë me zvogëlimin e lidhjeve dyfishe, ky raport rritet lehtë përgjatë trajtimit termik tek vaji me kafeinë qka na lë të kuptojmë se në këtë rast lipidet kanë stabilitet dukshëm më të lartë. Kjo dëshmon për mobilitetin kimik të kafeinës.

Abstract of the thesis

Study of antioxidant activity of coffeeine on lipid oxidation in edible oils

By

Arjanita Cërnoveri

Bachelor of Science in Food Engineering and Technology

Faculty of Food Technology, Mitrovic, 2020

Prof.Asoc.Dr.Fatos Rexhepi, Mentor

This study was conducted in order to show the effect and thermal stability of decaffeinated and caffeinated sunflower oil. Commercial sunflower oil and Caffeine (Sigma Aldrich) were used for this analysis. Samples grouped in 2 systems were sent for research. These two systems are heated for 0, 5, 10 and 15 minutes until smoked. The experimental work was performed using the FT-IR apparatus through which the spectra of the samples were recorded and analyzed and the Refractometry. The working resolution of the instrument was 4cm^{-1} and the number of scans was 14, where at the end of the scan the spectra were overlaid for comparison. For the recording of spectra in the region $1000\text{-}4000\text{cm}^{-1}$ and their comparison taken for examination a small amount of sample was taken and placed between two CaF_2 windows, thus creating a thin layer, which is then located inside the infrared spectrum apparatus. Based on their basic spectra, we notice differences and frequency shifts which are very important because they represent certain changes in their structure and this is more than enough evidence to identify and confirm the chemical interaction. In cases of caffeine oil along analyzing the ratios between the carbon frequency with double bond 3008 cm^{-1} with the groups to which the double bond is converted. In the case of caffeine oil we have a reduction of the ratio which we mean by the reduction of double bonds, this ratio increases slightly during the thermal treatment of the oil with caffeine which suggests that in this case the lipids have significantly higher stability. This is confirmation for the chemical mobility of caffeine.

PËRMBAJTJA

DEDIKIMI.....	V
FALENDERIMI	VI
Abstrakt i Punimit	VII
Abstract of the thesis	VIII
PËRMBAJTJA.....	IX
LISTA E FIGURAVE.....	XI
LISTA E TABELAVE	XIII
KAPITULLI I	1
1.HYRJE	1
KAPITULLI II.....	3
2.NJOHURITË E PËRGJITHSHME.....	3
2.1 Kafeina	3
2.1.1 Struktura.....	3
2.1.2 Vetitë dhe efektet e Kafeinës	4
2.1.3 Mbidoza	5
2.2 Lipidet	5
2.2.1 Oksidimi i lipideve	6
2.2.2 Stabiliteti termik i vajit	7
2.2.3 Njohuri për vajra ushqimore	8
2.2.4 Stabiliteti i vajrave ushqimore.....	10
2.2.5 Vaji i lulediellit	10
2.2.6 Përbërja kimike e vajit të lulediellit	11
2.2.7 Vetia antioksiduese e kafeinës ndaj oksidimit të lipideve	12
2.2.8 Metodat për monitorimin e vajrave	13
2.3 Spektrofotometria në zonën infra të kuqe	14
2.4 Spektrofotometria IK me transformim Furier (FT-IR)	15

2.4.1 Analiza cilësore me SIK.	17
2.4.2 Analiza sasiore me SIK.....	19
2.5 Parimet teorike te Refraktometrisë	20
KAPITULLI III.....	23
3.METODOLOGJIA E PUNËS	23
3.1 Aparatura dhe pajisjet e përdorura.....	23
3.1.1 Materialet dhe reagjentët e përdorur	24
3.1.2 Përgatitja e mostrave.....	24
3.2 Ecuria e punës eksperimentale	25
KAPITULLI IV	33
4.DISKUTIMI I REZULTATEVE.....	33
KAPITULLI V.....	36
5.PËRFUNDIMET.....	36
CONCLUSSIONS	37
REFERENCAT.....	38

LISTA E FIGURAVE

Figura 2.1: Kafeina (1,3,7-trimetil ksantina)	4
Figura 2.2: Formula strukturale e një trigliceroli.....	11
Figura 2.3: Aparatura e spektroskopisë infra e kuqe me transformim Fourier (FTIR).....	15
Figura 2.4 :Thyerja e dritës në sipërfaqen kufitare midis dy ambienteve	21
Figura 2.5 :Refraktometri i Abe-ut.....	22
Figura 2.6 :a) Fushë e nriçuar dhe e errët ,b) vlera e indeksit të refraksionit.....	22
Figura 3.1 : Ndryshimi i vlerës së numrit jodik tek vaji me kafeinë dhe pa kafeinë përgjatë trajtimit termik për 0, 5, 10 dhe 15 minuta.	27
Figura 3.2: Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 5min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1}	27
Figura 3.3: Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 1500 cm^{-1}	28
Figura 3.4: Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1}	28
Figura 3.5: Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 15min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 1500 cm^{-1}	29
Figura 3.6: Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht Për 15min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1}	29
Figura 3.7: Raporti mes intensitetit $3008\text{ cm}^{-1}/2953\text{ cm}^{-1}$	30
Figura 3.8: Raporti mes intensitetit $3008\text{ cm}^{-1}/2853\text{ cm}^{-1}$	30
Figura.3.9: Raporti mes intensitetit $3008\text{ cm}^{-1}/1745\text{ cm}^{-1}$	31
Figura 3.10: Intensiteti i pikut 1718cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë	31
Figura 3.11: Intensiteti i pikut 1701cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë.....	32

Figura 3.12: Intensiteti i pikut 1653 cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë..... 32

LISTA E TABELAVE

Tabela 2.1: Përmbajtja e përgjithshme e acideve yndyrore në disa lloje të vajrave ushqimorë.....	9
Tabela 2.2: Frekuencat kryesore të grupeve funksionale për lipide.....	18
Tabela 3.1: Rezultatet e indeksit të refraksionit dhe numrit jodik për vajin pa kafeinë.....	26
Tabela 3.2: Rezultatet e indeksit të refraksionit dhe numrit jodik për vajin me kafeinë.....	26

KAPITULLI I

1.HYRJE

Vaji i lulediellit është një ndër vajrat bimorë më të përdorura për shkak të vlerave dhe dobive që posedon mirëpo edhe shkak i çmimit të përballueshëm për blerje. Ky vaj përdoret për qëllime të ndryshme në industrinë ushqimore për fërgim, në sallata mirëpo edhe në industrinë farmaceutike përdoret si zbutës i produkteve kozmetike. Shkak i përqindjes së lartë të acideve yndyrore të pangopura në strukturën e tij e bënë këtë vaj më të ndjeshëm ndaj përkeqësimit me ç'rast e bënë edhe jo fort të përshtatshëm për përdorime të tij ku përfshihet trajtimi termik, për shkak të degradimit të tij. Përdorimi kryesor i vajit bimor lidhet me tiganisjen, e cila është zhytja e ushqimit në vaj të nxehtë (150-190°C). Ngrohja luan një rol të rëndësishëm në proceset e oksidimit; sapo prania e oksigjenit lidhet me temperaturë të lartë dhe dritë, ajo promovon një sërë reagimesh kimike në vajrat bimor. Shembuj të këtyre reaksioneve janë hidroliza, oksidimi i acideve yndyrore të pangopura, izomerizimi cis/trans, produktet e peroksidimit dhe polimerizimi i lipideve të oksiduara. Produktet e këtyre reaksioneve shkaktojnë ndryshime në aromën dhe cilësinë ushqyese të vajrave. Kafeina dhe molekulat e tjera të pranishme në farat e kafeinës ose vetë kafeja veprojnë si lavaman i këtyre radikaleve të lira të cilat shkaktojnë aromë dhe cilësi jo të dëshirueshme në vajra duke kapur specie reaktive të krijuara gjatë ngrohjes. Studimet tregojnë se kafeina në përqëndrime milimolare është një antioksidant i fuqishëm dhe i aftë të parandalojë oksidimin e lipideve të indukuar në kushte laboratorike nga speciet reaktive të përbëra nga oksigjeni si; OH, ROO dhe 1O_2 [17]. Prandaj, duke parë rezultatet e studimeve të ndryshme lidhur me vajin e lulediellit pamë të nevojshme që përmes këtij studimi të tregohet degradimi që shënon nxehja e tij në dy raste specifike

(vaji me kafeinë dhe vaji pa kafeinë) në kohë trajtimi termik për 0, 5, 10 dhe 15 minuta. Qëllimi i këtij punimi konsiston në studimin e stabilitetit termik të vajit përgjatë trajtimit në të dy sistemet e mostrave të ndara. Dhe hulumtimin e veprimit antioksidues të kafeinës përgjatë trajtimit termik të vajit në kohë të caktuar.

KAPITULLI II

2.NJOHURITË E PËRGJITHSHME

2.1 Kafeina

Kafeina është një purinë e bardhë kristallore me shije të hidhur, po ashtu është një alkaloid metilksantinë dhe është e lidhur kimikisht në bazat e adeninës dhe guaninës së acidit deoksirinobukleik (ADN) dhe acidit ribonukleik (ARN). Ajo gjendet në farat ose gjethet e një numri bimësh vendase në Afrikë, Azinë Lindore dhe Amerikën e Jugut, dhe i ndihmon për ti mbrojtur ato nga insektet grabitqare [1]. Kafeina ose 1,3,7 trimetil ksantina është përbërës i pijeve të cilat përdoren si ndihmës analgjezik në kombinim me ilaqe si acetaminofeni, aspirina dhe ibobrufeni [2,3]. Edhe pse është treguar se ka efekte të dobishme farmakologjike gjithashtu konsiderohet edhe si një stabilizues i dëmtimit ose radiosensibilizues në bazë të vetisë së saj frenuese në riparimin e AND në tipe të ndryshme qelizash [4]. Më vonë u tregua se efekti radioprotektiv i kafeinës mund të ishte si shkak i aftësisë së saj të largoj apo pastrojë dhe potencialisht të dëmtoj gr OH dhe elektronet [5,6].

2.1.1 Struktura

Emri mjekësor i marrë nga struktura e tij molekulare është 1,3,7-trimetilksantinë. Është i njohur gjithashtu si kafeinë, teinë, mateinë, guaraninë, ose metiltheobrominë. Formula e saj kimike është $C_8H_{10}N_4O_2$. Kjo do të thotë se është bërë nga 8 atome karboni, 10 atome hidrogjeni, 4 atome azoti dhe 2 atome oksigjeni.

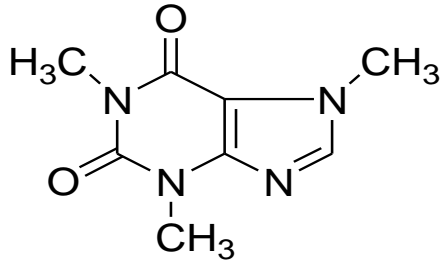


Figura 2.1- Kafeina (1,3,7-trimetil ksantina)

2.1.2 Vetitë dhe efektet e Kafeinës

Kafeina është një stimules i sistemit nervorë qendror që zvogëlon lodhjen dhe përgjumjen [7]. Në doza normale kafeina ka efekte të ndryshme në të mësuar dhe në kujtesë, por përgjithësisht përmirson kohën e reagimit dhe përqëndrimin. Sasia e kafeinës së nevojshme për të prodhuar këto efekte ndryshon nga personi dhe në bazë të madhësisë së trupit por gjithashtu edhe tolerancës ndaj saj. Efektet e dëshiruara arrihen përafërsisht 1 orë pas konsumimit dhe efektet e dëshiruara të një doze zakonisht bien ose zvogëlohen pas 3 ose 4 orësh. Kafeina gjithashtu përmirson performancën atletike në kushte aerobe (sidomos sportet e qëndrueshmërisë) duke ndikuar në vonimin e lodhjes së muskujve dhe sistemit qendror nervor [8].

2.1.3 Mbidoza

Konsumimi i 1-1.5g (1000-1500mg) kafeinë në ditë shoqërohet me një gjendje të njohur si kafeizëm, ndërkaq kafeizmi zakonisht manifestohet me varësinë nga kafeina duke u shoqëruar me një gamë të gjerë të simptomave të pakëndëshme dhe të padëshirueshme si nervozizmi, pagjumësia dhimbje të kokës etj. Mbidoza apo kafeizmi mund të rezultoj në një gjendje të stimulimit të tepërt të sistemit nervor qëndror e njohur si dehja nga kafeina. Kjo sindrom zakonisht ndodhë vetëm pas marrjes së sasive të mëdha të kafeinës , shumë më tepër se sa që gjenden në pijet tipike me kafeinë (kafe, çaj, pije të gazuara etj) apo edhe nga përdorimi i tepruar i tabletave të kafeinës në sasi të kafeinës më shumë se 400-500mg në të njëjtën kohë.

2.2 Lipidet

Lipidet konsiderohen si substanca organike që nuk treten në ujë, por janë të tretshme në tretës organikë (alkool, eter etj). Funkcionet e lipideve përfshijnë ruajtjen e energjisë, sinjalizimin dhe veprimin si përbërës strukturorë të membranave qelizore. Lipidet kanë aplikime në industrinë kozmetike dhe ushqimore, si dhe në nanoteknologji. Megjithëse termi lipid ndonjëherë përdoret si sinonim i yndyrnave, yndyrnat janë një nëngrup i lipideve të quajtur trigliceride. Lipidet gjithashtu përfshijnë molekula të tilla si acidet yndyrore dhe derivatet e tyre (përfshirë tri-, di-, monogliceridet, dhe fosfolipidet), si dhe metabolitë të tjerë që përmbajnë sterol si kolesterolin. Edhe pse njerëzit dhe gjitarët e tjerë përdorin rrugë të ndryshme biosintetike për të sintetizuar lipidet, disa lipide thelbësore nuk mund të sintetizohen në këtë mënyrë dhe duhet të merren nga dietat ushqimore. Grupet kryesore të lipideve përfshijnë acidet yndyrore, fosfolipidet, steroidet dhe dyllërat. Lipidet kanë glicerinë pos tri acideve yndyrore. Struktura e acideve yndyrore përcakton nëse dhjami konsiderohet i ngopur ose jo. Fosfolipidet kanë katër përbërës kryesorë: acide yndyrore, një përbërës të glicerinës, një grup fosfat dhe një

molekulë polare. Steroidët më së shpeshti kanë një strukturë unaze me katër fuzione. Dyllërat përbëhen nga alkooli dhe një acid yndyror. Bimët shpesh kanë mbështjellës nga dylli që i ndihmojnë ato të ruajnë ujin.

2.2.1 Oksidimi i lipideve

Oksidimi i lipideve është degradimi oksidativ i lipideve. Oksidimi i yndyrave rezulton nga zëvendësimi i një joni oksigjen me një jon hidrogjen në molekulën e acidit yndyror. Ky zëvendësim çrregullon molekulën dhe e atë të mundshme për plotësim me pjesëza kimike që të lidhen përgjatë këtij zinxhiri. Faktorët që shpejtojnë oksidimin e yndyrës janë metalet (si hekuri, zinku, bakri), kripa, drita, uji, bakteret dhe myshqet. Rrjedhimisht, yndyrnat e ngopura (pa lidhje të dyfishta) janë rezistente ndaj nxehtësisë së lartë, ndërkohë që yndyrnat polio-të-pangopura janë të ndjeshme dhe dëmtohen. Produkte të tilla kimike njihen si perokside lipidesh ose si produkte të oksidimit të lipideve. Yndyrnat dhe vajrat oksidohen kur ato bien në kontakt me oksigjenin. Produktet e oksidimit kanë aromë dhe erë të pakëndshme dhe mund të ndikojnë negativisht në vlerën ushqyese të vajit. Oksidimi fillimisht ndodh në yndyrat e pangopura, me anë të një procesi ndërmjetës me radikalet e lira. Radikalet e lira, të formuara nga acidet yndyrore, veprojnë me oksigjenin dhe gjenerojnë perokside që hyjnë në reaksione të shumta, duke prodhuar një numër kompozimesh të tilla, si aldehide, ketone, acide, estere dhe yndyra të polimerizuara. Produktet e këtyre reaksioneve shkaktajnë ndryshime në aromën dhe cilësinë ushqyese të vajrave.

Acidet esenciale yndyrore si acidi linoleik dhe linolenik shkatërrohen dhe disa vitamina të tretshme në yndyrë largohen. Sa më i oksiduar dhe i vjetruar të jetë vaji, aq më shumë perokside janë të pranishme. Oksidimi i acideve yndyrore të pangopura është reagimi kryesor që është përgjegjës për degradimin e lipideve. Degradimi oksidativ i vajrave mund të rritet duke ngrohur mbi 100°C lipidin [9].

Gjatë nxehtësisë së vajit zakonisht temperaturat arrijnë 170-220°C, e në prani të oksigjenit të ajrit, në vaj ndodhin reaksione kimike, si hidrolizë, oksidim dhe polimerizim. Produktet e

zberthimit mund të përfshijnë acidet yndyrore të lira, hidroperoksidet dhe trigliceridet e polimerizuara. Viskoziteti i vajit rritet, ngjyra e tij bëhet me e errët dhe fillon të zhvillohet hidhërimi, djegia në grykë apo ndryshe rancidimi. Rancidimi është zberthimi i yndyrave nëpërmjet oksidimit.

Stabiliteti oksidativ i vajrave varet nga përbërja e tyre dhe kryesisht lidhet me përmbajtjen e zinxhirëve të pangopur të triglicerideve. Sa më i lartë niveli i pangopshmërisë, aq më i lartë do të jetë degradimi oksidativ i nxitur nga ngrohja.

Vajrat vegjetale si vaj soje, luledielli, misri e të tjerë, shpesh gjykohen si vajra shumë të paqëndrueshëm për tiganisje të vazhdueshme për shkak të përmbajtjes së tyre të acideve yndyrore të pangopura. Nga ana tjetër, prania e substancave natyrore siç janë tokoferolet, orizanolit, fraksioni sterol, etj, rrit stabilitetin e tyre në temperatura më të larta.

Oksidimi i vajrave ushqimor fillon me lidhjet e dyfishta të acideve yndyrore në molekulën e triacilglicerolit. Produktet e para të oksidimit të lipideve janë hidroperoksidet, të cilat janë pa shije dhe pa erë dhe prandaj nuk dëmtojnë dukshëm cilësinë sensoriale të vajit.. Meqë disa nga këto komponime kanë një prag shumë të ulët të treguesit për erë ose shije, degradimi i produktit bëhet i dukshëm shumë shpejt [24].

2.2.2 Stabiliteti termik i vajit

Vajrat bimorë përdoren zakonisht në proceset e gatimit siç janë, tiganisja, vlimi, ngrohja me mikrovalë dhe pjekja. Përdorimi kryesor i vajit bimor lidhet me tiganisjen, e cila është zhytja e ushqimit në vaj të nxehtë (150-190°C). Ngrohja luan një rol të rëndësishëm në proceset e oksidimit; sapo prania e oksigjenit lidhet me temperaturë të lartë dhe dritë, ajo promovon një sërë reagimesh kimike në vajrat bimor.

Shembuj të këtyre reaksioneve janë hidroliza, oksidimi i acideve yndyrore të pangopura, izome-rizimi cis/trans, produktet e peroksidimit dhe polimerizimi i lipideve të oksiduara. Produktet e këtyre reaksioneve shkaktojnë ndryshime në aromën dhe cilësinë ushqyese të vajrave.

Stabiliteti oksidativ i vajrave varet nga përbërja e tyre dhe kryesisht lidhet me përmbajtjen e zinxhirëve të pangopur të triglicerideve. Sa më i lartë niveli i pangopshmërisë, aq më e lartë do të jetë degradimi oksidativ i nxitur nga ngrohja.

Oksidimi i vajrave ushqimor fillon me lidhjet e dyfishta të acideve yndyrore në molekulën e triacilglicerolit. Produktet e para të oksidimit të lipideve janë hidroperoksidet, të cilat janë pa shije dhe pa erë dhe prandaj nuk dëmtojnë dukshëm cilësinë sensoriale të vajit (Reindl dhe Stan, 1982).

Monitorimi i vajit ushqimor me teknikën e spektroskopisë infra të kuqe përcjelllet kryesisht përmes grupit karboksil në frekuencën karakteristike rreth 1745 cm^{-1} (grupi karboksil i triglicerideve) dhe prania e acideve të lira në vaj e ka grupin karboksil në rreth $1710\text{-}1720\text{ cm}^{-1}$ andaj përcjellja e degradimit të acidit oleik në mostra reale të vajrave është e pamundur sepse ai mbimbulohehet nga grupi i njëjtë i triglicerideve.

2.2.3 Njohuri për vajra ushqimore

Vajrat ushqimor mund të jenë me origjinë bimore që fitohen nga ekstraktimi i farave vajore (soja, luledielli, argani, kikiriku, etj) apo frutave të ngrënshme, si kokosit, ullirit dhe palmës ose nga yndyra e kafshëve, si yndyra e mishit të dërrit ose gjedheve. Por, prej këtyre llojeve të vajrave ato bimore kanë zëvendësuar vajrat e kafshëve si burim kryesor të yndyrës ushqimore. Vajrat me origjinë bimore ekstrahohen duke përdorur kimikate industriale ose me procese mekanike. Presimi (shtypja) është një proces pa kimikate që mbledh vajra nga një burim duke përdorur një shtypës mekanik me nxehtësi minimale. Vajrat e shtypura me ftohje ekstrahohen nën një vendosje të kontrolluar të temperaturës zakonisht nën 105°C (221°F), që synon të ruaj fitokimi-katet natyrale, të tilla si polifenolet, steroidet e bimëve dhe vitaminën E që ndikojnë kolektivisht në ngjyrën, aromën dhe vlerën ushqyese të vajit [21]. Vajrat bimor përbëhen nga molekula e glicerolit e cila është e esterifikuar nga tre molekula të acideve yndyrore. Ato gjithashtu

mund të përmbajnë vitamina të tretshme (A, D, E dhe K), fitosterole, pigmente natyrore dhe fosfolipide nga 1 deri në 5%. Çdo lloj vaji bimor karakterizohet nga përmbajtja e tij specifike e acideve yndyrore. Acidet yndyrore mbizotëruese kanë 16 ose 18 atome karboni në zinxhirin e drejtë alifatik. Vajrat bimor luajnë një rol esencial në dietën ushqimore, ata sigurojnë funksionin ushqyes, kontribuojnë në furnizimin me energji, janë burime esenciale të acideve yndyrore (acid linoleik C18: 2, paraardhësi i familjes së omega-6 dhe acid α -linolenik C18: 3, një pararendës i omega-3. Vajrat që përmbajnë sasi të larta të yndyrave të ngopura përfshijnë vajin e kokosit, vajin e palmës dhe vajin e kernelit (bërthamës) të palmës. Ndërsa ato që përmbajnë më tepër yndyrna të pangopura përfshijnë vajin e ullirit, vajin e kikirikut, vajin e mis-rit, vajin e lulediellit, vajin e sojës, vajin e mustardës dhe vajrat e pambukut. Një profil i përmbajtjes së përgjithshme të acideve yndyrore në vajrat më të përdorur ushqimor është paraqitur në tabelën 2.1. Një konsum adekuat i yndyrave, atyre të pangopura dhe të ngopura është e nevojshme për raportin ideal të lipoproteinave me dendësitet të ulët/ lipoproteinave me dendësitet të lartë (LDL / HDL) në gjak, pasi të dyja kontribuojnë në bilancin rregullator të metabolizmit të lipoproteinave [22].

Lloji i vajit	Acide yndyrore të ngopura		Mono të pangopura	Poli të pangopura	
	Acid Palmitik	Acid Stearik	Acid Oleik	Acid Linoleik	Acid α Linolenik
	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Vaj Luledielli	7	5	19	68	1
Vaj Misri	11	2	8	58	1
Vaj Ulliri	13	3	71	10	1

Tabela 2.1: Përmbajtja e përgjithshme e acideve yndyrore në disa lloje të vajrave ushqimor [23]

2.2.4 Stabiliteti i vajrave ushimore

Vajrat ushqimore janë lëngje organike që përbëhen nga rreth 95% trigliceride dhe 5% acide yndyrore të lira dhe përbërës të tjerë [30,31]. Këto trigliceride rezultojnë nga bashkimi i tre acideve yndyrore me glicerinë [31, 32]. Acidet yndyrore kontribuojnë në rreth 94-96% të peshës totale të një molekule trigliceridi. Prania e një numri të lartë të acideve yndyrore në një vaj ushqimor [33], si dhe mundësi të shumta të kombinimit të tyre me glicerinë, i bëjnë vajrat bimorë përzierje shumë komplekse me struktura dhe veti dukshëm të ndryshme. Eshte e pazakontë për trigliceridet natyrale të ketë vetëm një lloj acidi yndyror përveç nëse një acid i vetëm yndyror tejkalon rreth 70%. Zakonisht, dy ose tre acide yndyrore të ndryshme janë të pranishme në trigliceride [34].

Acidet yndyrore në trigliceridet e vajit vegjetal janë të gjitha me gjatësi të ngjashme, të gjatë midis 8 dhe 24 karbonë, me nivele të ndryshme të ngopjes [35]. Acidet yndyrore të ngopura kanë një zinxhir karboni të përbërë vetëm nga lidhje të thjeshta por acidet e pangopura kanë një ose më shumë lidhje të dyfishta në zinxhirët e karbonit. Disa nga vetitë e vajrave bimorë siç janë pikat e shkrirjes ose vlimit varen nga raporti i acideve yndyrore të ngopura dhe të pangopura [34,36].

2.2.5 Vaji i lulediellit

Vaji i lulediellit është vaj i nxjerrë nga farat e lules së diellit (*Helianthus annuus*). Përdoret zakonisht si vaj për ushqim, fërgim gjithashtu edhe si zbutës në produkte kozmetike. Shumica e vajrave vegjetale si vaj i lulediellit, vaji i sojës dhe vaji i misrit përbëhen nga përqindje të larta të acideve yndyrore të pangopura që i bëjnë ato më të ndjeshme ndaj përkeqësimit dhe më pak të përshtatshme për fërgim. [10] Acidet yndyrore të pangopura nga ana tjetër janë më të qëndrueshme dhe më pak të oksidueshme sesa ato të pangopura. Gjatë përpunimit termik të vajrave ushqimore që përmbajnë molekula të

lipideve të pangopura, oksidimi i lipideve demonstron të jetë procesi kryesorë I përkëqësimit (dëmtimit)[11,12]. Është mirë e njohur se vajrat ushqimore që përdoren për gatim në temperaturat e larta në prani të oksigjenit i nënshtrohen izomerizimit, termooksidimit, polimerizimit dhe hidrozilës dhe produktet e dekompozimit që rezultojnë, jo vetëm që prodhojnë ndotje të padëshiruar, por gjithashtu mundë të zvogëlojnë edhe vlerat ushqyese në ushqimet në të cilat ato përdoren. [13,14]

2.2.6 Përbërja kimike e vajit të lulediellit

Është triglicerid i përbërë nga

- Acidi palmitik (i ngopur): 5%
- Acid stearik (i ngopur): 6%
- Acidi oleik (omega-9 i pangopur): 30%
- Acidi linoleik (omega-6 i pangopur): 59%

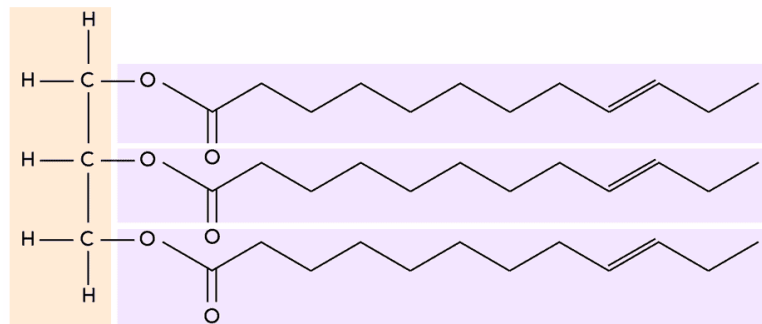


Figura 2.2 Formula strukturale e një trigliceroli

Katër lloje të vajrave të lulediellit me përqendrime të ndryshme të acideve yndyrore prodhohen përmes mbarështimit të bimëve dhe përpunimit industrial: linoleik i lartë, oleik i lartë, oleik i mesëm dhe stearik i lartë i kombinuar me oleik të lartë [15] [16].

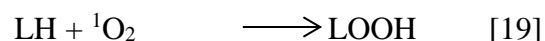
- Acid linoleik i lartë, 69% linoleik
- Acid oleik i lartë-oleik, 82%
- Acid oleik mesëm-oleik, 65%
- Stearik i lartë me acid oleik të lartë, 18% stearik dhe 72% acid oleik

2.2.7 Vetia antioksiduese e kafeinës ndaj oksidimit të lipideve

Kafeina dhe molekulat e tjera të pranishme në farat e kafeinës ose vetë kafeja veprojnë si lavaman i radikaleve të lira duke kapur specie reaktive të krijuara gjatë ngrohjes. Studimet tregojnë se kafeina në përqendrime milimolare është një antioksidant i fuqishëm dhe i aftë të parandaloj oksidimin e lipideve të indukuar në kushte laboratorike nga speciet reaktive të përbëra nga oksigjeni si; OH, ROO dhe $^1\text{O}_2$ [17].

Gjenerimi i radikaleve hidroksile bëhet në sisteme të ndryshme biologjike nga reaksionet e Fentonit ose nga reaksionet e Haber-Wessit. Radikalet lipidike(L) të krijuara do fillonin reaksionin zingjirë në prani të O_2 duke dhënë LOOH që zërthehet në aldehid. Radikali i lire peroksid ROO^\cdot është radikal i rëndësishëm për fillimin e oksidimit [18].

O_2 është oksidanti kryesorë i cili inicon dëmtime në reaksionin e Haber-Weiss që përfshinë H_2O_2 dhe O_2^\cdot . Mund të lidhen direct në lipide dhe të formojnë hidroperokside të lipideve;



Dienet e konjuguara janë produktet e para të oksidimit, në të cilat shtohet oksigjeni për të formuar hidroperokside të lipideve. Dienet ndahen pastaj për të formuar aldehyde më të

qëndrueshme. Studimet tregojnë se kafeina është frenuese e formimit të këtyre produkteve në sisteme të ndryshme të cilat janë të nxitura nga ROO^- dhe O_2 [20].

Shkalla e frenimit të kafeinës ndaj oksidimit të shkaktuar nga OH është dukshëm më e lartë se ajo e indukuar nga O_2 . Kafeina dhe oksigjeni konkurojnë për L^- të formuar nga reaksioni i LOO me LH, LOO d.m.th reaksionin e oksidimit në prani të O_2 pra rritë dëmtimin e shkaktuar nga O_2 [17].

2.2.8 Metodatat për monitorimin e vajrave

Teknika të shumta janë përdorur për vlerësimin e oksidimit të vajit ushqimor, sepse oksidimi përfshin disa faza. Teknika të tilla përfshijnë:

- metodat kimike (vlera e peroksidit për monitorimin e fazave të hershme të oksidimit, acidit tiobarbiturik, dienet e konjuguara, trienet e konjuguara dhe vlera anisidine) dhe
- metodat instrumentale duke përdorur metoda kromatografike dhe spektroskopike.

Matja e dieneve të konjuguara (CD) dhe trieneve të konjuguara (CTs) shpesh përdoret për të matur produktet e para të oksidimit të hidroperoksidit, ndërsa vlera p-anisidine (p-AV) është një nga metodat e përdorura për monitorimin e produkteve të oksidimit sekondar. Metodatat kimike të lartpërmendura japin një tregues për nivelin e oksidimit të vajrave ushqimor; megjithatë, këto metoda janë jopraktike ose shumë të mundimshme, konsumojnë kohë, shkatërrojnë vajra të vlerësuar dhe zakonisht përdorin një numër të madh të mostrave, aparate qelqi dhe reagjentë toksik. Prandaj, për të kapërcyer këto pengesa, ka shumë metoda të reja që janë propozuar për të zëvendësuar ose për të plotësuar metodatat kimike.

Një nga metodat e zhvilluara është spektroskopia infra e kuqe me transformim Furier (FTIR), e cila përdoret për të monitoruar breza të caktuara absorbues, të cilët ndryshojnë gjatë oksidimit.

Spektroskopia FT-IR është një teknikë e shpejtë, jo-shkatërruese me përgatitje minimale të mostrës. Kjo lejon përcaktimin cilësor të përbërjeve organike në bazë të formave tipike vibracionale që secili grup molekular shkakton, duke rezultuar në shfaqjen e brezave në spektrin infra të kuq në një frekuencë të caktuar, e cila është ndikuar më tej nga grupet funksionale përreth. Për më tepër, spektroskopia FT-IR është një mjet i shkëlqyer për analizën sasiore pasi intensitetet e grupeve në spektër janë proporcionale me përqendrimin. Spektrat e mesëm infra të kuq janë përdorur për të karakterizuar vajrat dhe yndyrnat ushqyese, sepse ndryshojnë në intensitet dhe frekuencë të saktë në të cilën shfaqet absorbimi maksimal i shiritave, sipas natyrës dhe përbërjes së mostrës [25].

2.3 Spektrofotometria në zonën infra të kuqe

Spektrofotometria në zonën infra të kuqe (SIK) bazohet në absorbimin e rrezatimit elektromagnetik të zonës spektrale infra të kuqe nga molekulat. Zona IK përfshin rrezatimet elektromagnetike me gjatësi vale nga 0.78 deri në 1000 μm (ose me numër valor nga rreth 12800 deri në 10 cm^{-1}). Nganjëherë, metoda quhet edhe spektroskopia (ose spektrometria) infra e kuqe. Zona spektrale IK, nga pikëpamja e tipit të aparaturave dhe e aplikimeve analitike, mund të ndahet në tri nënzona:

- IK e afërt (llambda 0.78-2.5 μm)
- IK e mesme (2.5-50 μm)
- IK e largët (50- 1000 μm)

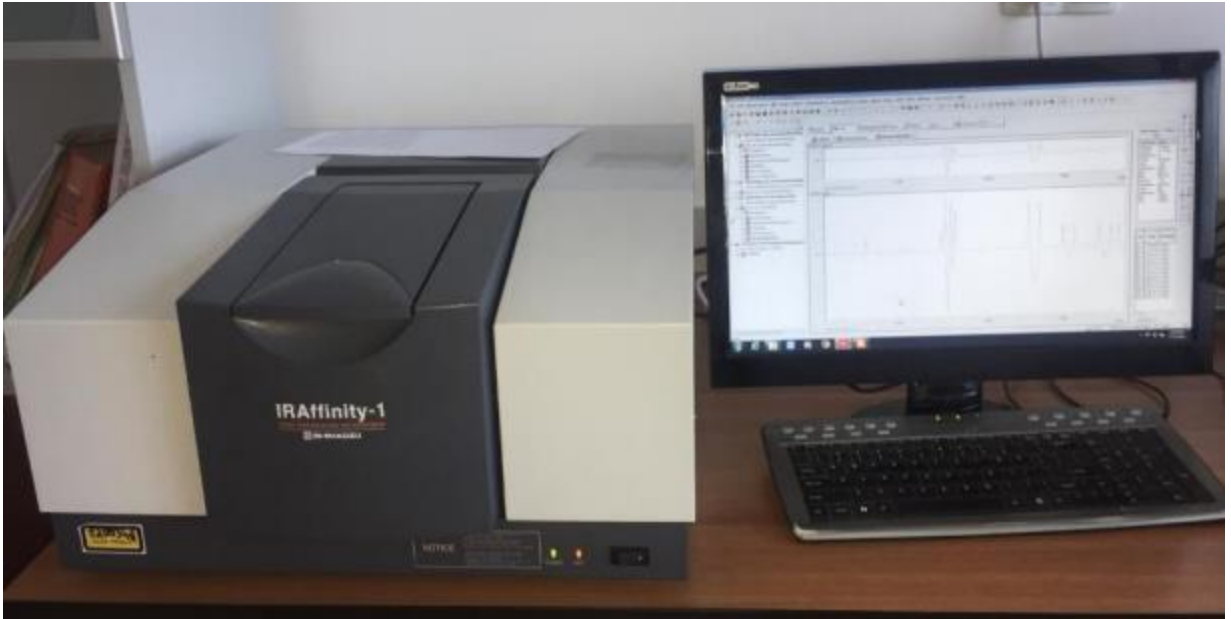


Figura 2.3. Aparatura e spektroskopisë infra e kuqe me transformim Fourier (FTIR).

2.4 Spektrofotometria IK me transformim Furier (FT-IR)

Kjo metodë është një variant bashkëkohor i SIK, që ka gjetur përdorime të shumta si për analizën cilësore, ashtu edhe për atë sasiore duke zhvendosur përdorimin e aparateve me dispergim të rrezatimit. Spektri i mostrës, që është në këtë rast quhet interferogram, fitohet duke ndarë rrezatimin IK të burimit në dy tufa, të cilat kalojnë nëpër dy rrugë me gjatësi që ndryshojnë nga njëra-tjetra në mënyrë periodike, duke shkaktuar kështu dukurinë e interferencës së valës. Të dhënat spektrale të fituara përpunohen pastaj me teknikën matematikore të transformimit Furier. Skema optike e një aparati për SIK me transformim Fourier është treguar në figurën 2.3. Aparati bazohet në interferometrin Mikelson (Michelson), i cili përbëhet nga një pasqyrë e palëvizshme, ndarësi i tufës dhe një pasqyrë e lëvizshme. Rrezatimi IK nga burimi ndahet në dy tufa me anë të ndarësit të tufës, që është i vendosur në kënd 45° . Rreth gjysma e tufës reflektohet drejt pasqyrës së palëvizshme, ndërsa pjesa tjetër kalon drejt pasqyrës së lëvizshme. Kur të dy krahët e tufave F dhe M takohen përsëri, atëherë vetëm gjysmat e tyre do të kalojnë drejt mostrës

dhe detektorit, ndërsa gjysmat e mbetura do të kthehen drejt burimit. Vetëm pjesët e tufave që kalojnë drejt mostrës dhe detektorit përdoren për matjet analitike. Pasqyra e lëvizshme zhvendoset horizontalisht duke bërë që intensiteti i rrezatimit që bie në detektor të pësojë ndryshime të caktuara në varësi të pozicionit të saj. Kur të dyja pasqyrat do të jenë në largësi të barabarta nga ndarësi i tufës, atëherë të dyja pjesët e tufës së kombinuar do të jenë në fazë (interferencë konstruktive) dhe intensiteti i rrezatimit do të jetë maksimal. Zhvendosja e pasqyrës së lëvizshme në të dy krahët në largësi të barabartë me $\frac{1}{4}$ e gjatësisë së valës, bën që ndryshimet në gjatësinë e rrugëve të dy tufave të jenë sa $\frac{1}{2}$ e gjatësisë së valës, kështu që ndryshimi në fazë është 180° . Në këtë rast ndodh interferenca destruktive e valëve dhe intensiteti i rrezatimit do të bëhet zero. Pjesa e rëndësishme e aparateve FT-IR është mekanizimi i lëvizjes së pasqyrës që duhet të sigurojë zhvendosje me shpejtësi konstante dhe njohje të saktë të pozicionit të pasqyrës në çdo moment. Largësia e zhvendosjes është nga 10-20 cm dhe shpejtësia varion nga 0.01 deri në 10 cm/s. Burimet e rrezatimit IK përdoren në aparatet me transformim Fourier dhe janë të njëjta me ato që përdoren në SIK të zakonshme. Si detektorë përdoret zakonisht ai piroelektirik, por ka raste të përdorimit edhe të detektorëve me gjysmëpërçues. Spektrometrat IK me transformim Fourier janë zakonisht aparate me një rezolucion 4 cm^{-1} . Aparatet më të mira përdoren për zona shumë më të gjera me rezolucion deri 0.01 cm^{-1} [26].

Spektroskopia me transformim Fourier ka disa përparësi parimore të rëndësishme.

- Së pari, intensiteti i rrezatimit IK që arrin në detektor është shumë më i madh sesa për aparatet me dispergim të rrezatimit, sepse aparatet me transformim Fourier kanë shumë pak pajisje optike dhe nuk kanë diafragma (çarje) për të veçuar rrezatimet. Si pasojë, raporti sinjal/zhurmë është më i lartë dhe kjo siguron kufij diktimi më të ulët.
- Së dyti, aparatet me transformim Fourier kanë rezolucion shumë të lartë dhe riprodhueshmëri shumë më të mirë të vlerave të gjatësisë së valës. Këto veti bëjnë të mundur analizat e spektrave kompleks.
- Së treti, spektri i plotë merret për një kohë shumë të shkurtër, në një sekondë ose edhe më pak duke e përsëritur spektrin shumë herë arrihet një përmirësim i

njëshëm i cilësisë së tij. Veç kësaj, është më e lehtë të studiohen mostrat me vëllim të vogël si dhe ato që paraqesin absorbim të dobët.

Spektroskopia me transformim Furier dallohet nga metoda të zakonshme, sepse elementet e rezolucionit të spektrit maten njëkohësisht (në mënyrë simultane). Në këtë mënyrë pakësohet shumë koha e nevojshme për të skanuar gjithë spektrin. Ky zvogëlim shumë i madh i kohës së skanimit të spektrit përdoret për të rritur shumë raportin sinjal/zhurmë nëpërmjet mesatarizimit të sinjaleve të përsëritura. P.sh. në kohën 750s mund të merren 1500 spektra Furier dhe mund të njehsohet se nga mesatarizimi i sinjaleve do të arrihet një përmirësim i raportit sinjal/zhurmë në rreth 39 herë. Kjo përbën edhe përparësinë kryesore të transformimit Furier.

2.4.1 Analiza cilësore me SIK.

Përdorimi kryesor analitik i SIK ka qenë dhe është analiza cilësore e mostrave organike.

Spektrat IK mund të përdoren në analizën cilësore për tri qëllime kryesore:

- a. për të provuar praninë e një komponimi në mostër
- b. për të provuar shkallën e pastërtisë së një preparati
- c. për të marrë informacione në lidhje me ndërtimin strukturor të një lënde organike

Analiza cilësore e mostrave bazohet në vetinë që spektri IK i një lënde është karakteristikë specifike e saj. Me fjalë të tjera, nuk mund të gjenden dy komponime kimike (me përjashtim të izomerëve optikë), që të kenë spektra IK krejtësisht të njëjtë. Veç kësaj, spektrat IK përmbajnë shumë detaje karakteristike për molekulën. Në këtë drejtim, spektrat IK mund të konsiderohen me të vërtetë si “shenja të gishtërinjëve” të komponimeve kimike. Prandaj, duke krahasuar spektrin IK të një mostre me spektrat IK të komponimeve të pastra, mund të identifikohet relativisht lehtë dhe me siguri prania ose mungesa e një komponimi kimik në mostër [27].

Në analizat cilësore, në fillim zakonisht bëhet identifikimi i pranisë së grupeve funksionale. Pastaj, bëhet krahasimi i spektrit të mostrës me spektrat e komponimeve të pastra, që përmbajnë ato grupe karakteristike që janë zbuluar në mostër. Disa prej frekuencave kryesore të grupeve funksionale për lipide janë paraqitur në tabelën 2.2.

Në lidhje me analizën cilësore, në spektrat IK dallohen dy zona:

1. zona me gjatësi vale 2.5-8 μm , që quhet “zona e frekuencave të grupeve”, në të cilën ndodhen shiritat e absorbimit të grupeve të atomeve të ndryshme, dhe
2. zona me gjatësi vale 8-15 μm , që quhet “zona e shenjave të gishtërinjëve, sepse spektri në këtë zonë është karakteristikë për çdo molekulë.

Çdo komponim organik ka spektër IK unik.

Analiza e spektrave IK ndjek disa rregulla të thjeshta të përgjithësuara të cilat janë:

- Rajoni nga 1400-4000 cm^{-1} , është i dobishëm për identifikimin e grupeve të ndryshme funksionale.
- Së pari, shikohen pikat (kulmet) e mëdha. Ato në aspektin struktural zakonisht janë më të rëndësishme

Tabla 2.2 Frekuencat kryesore të grupeve funksionale për lipide dhe kafeinë [28]

Numri Valor cm^{-1}	Lidhjet
3010	=C-H cis-alkene
2956	CH ₃ tendosje asimetrike
2920	CH ₂ tendosje asimetrike
2870	CH ₃ tendosje simetrike
2850	CH ₂ tendosje simetrike
2000-1650	C-H komponime aromatike
1710-1725	C=O grupi karbonil në acide të lira yndyrore
1690-1640	C=N Imine/ Oxime
1705	C=O grupi karbonil në kafeinë
1650-1566	C=C tendosje në alkene ciklike

2.4.2 Analiza sasiore me SIK.

Kjo analizë përdoret shumë rrallë për shkak të vështirësive të shumta që paraqet. Së pari matjet me SIK paraqesin shmangie të konsiderueshme nga ligji i Berit. Shkaqet për këtë janë përqendrimi i lartë i mostrave të matjeve, përdorimi i rrezatimeve me gjerësi spektrale mjaft të madhe si dhe shpërndarja e rrezatimit gjatë kalimit nëpër mostër. Vështirësia e dytë ka të bëjë me tarimin e pikave $T=0\%$ dhe $T=100\%$. Për $T=100\%$ duhet të kryhet kompensimi i të gjitha shkaqeve të absorbimit të rrezatimit IK. Për të kuptuar sa e vështirë është kjo gjë, mjafton të themi se nuk ka celula absorbimi krejtësisht identike dhe se në përqendrimet e larta të mostrës trashësia e shtresës së tretësit do të jetë e ndryshme edhe për celula identike. Për ta mënjanuar këtë vështirësi në njehsimin e vlerës së përshkueshmërisë në matjet me SIK përdoret metoda e vijës bazë [27].

Problem tjetër në analizën sasiore me SIK përbën matja e saktë e vlerës së gjerësisë së rrugës së kalimit të dritës për celulat e absorbimit me trashësi më të madhe se $0,8\mu\text{m}$, trashësia e shtresës absorbuese mund të matet drejtpërdrejt me anë të një mikrometri. Ndërsa për celulat me trashësi më të vogël, përdoret një metodë që bazohet në majën e numrit të maksimumeve që merren në spektrin IK nga celula bosh, për shkak të influencës së rrezatimit nga faqet e brendshme të saj. Spektrofotometria infra e kuqe me transformim Fourier si metodë ka gjetur përdorim të shumtë si për analizën cilësore ashtu edhe për analizën sasiore duke zhvendosur përdorimin e aparateve me dispergim të rrezatimit. Spektri i mostrës që në këtë rast quhet interferogram, fitohet duke ndarë rrezatimin IK të burimit në dy tufa, të cilat kalojnë nëpër dy rrugë me gjatësi që ndryshojnë nga njëra-tjetra në mënyrë periodike, duke shkaktuar kështu dukurinë e interferencës së valës. Të dhënat spektrale të fituara përpunohen pastaj me teknikën matematikore të transformimit Fourier [27].

2.5 Parimet teorike te Refraktometrisë

Metoda e cila meret me indeksin e thyerjes dritës quhet refraktometri. Kur drita lëviz nëpër një mjedis, atëherë udhëton shumë më ngadalë si rezultat i proceseve të vazhdueshme të interaksionit (absorpsionit dhe emisionit) me atomet dhe molekulat e substancës. Raporti shpejtësisë së dritës në vakumin (v_{vv}) dhe në ndonjë ambient tjetër (v_{ss}) është definuar si indeksi i refrakcionit, që shënohet me n . Në praktikë, në vend të vakumit, krahasimi bëhet ndaj ajrit.

Kur drita kalon prej ajrit në një ambient tjetër (substance të ngurtë ose të lëngët), bëhet thyerje e rrezeve të dritës në sipërfaqen kufitare përkatësisht të kontaktit midis dy fazave dhe zvogëlim i shpejtësisë së dritës gjatë kalimit në ambientin me dendësi optike më të lartë.

Indeksi i refrakcionit është madhësi pa dimensionë dhe varet prej natyrës së substancës, temperatures së mjedisit dhe gjatësisë valore të dritës që kalon nëpër ambientin që analizohet. Për shumicën e substancave, vlera e indeksit të refrakcionit sillet midis 1,3 deri 1,7.

Indeksi i refrakcionit varet prej temperaturës së provës që analizohet dhe nga gjatësia valore e dritës. Prandaj vlera e matur e indeksit të refrakcionit, tregohet në këtë mënyrë:

$$n_D^{20} = 1,3742$$

20 – temperatura (°C) në cilën bëhet analiza;

D – gjatësia valore e dritës (vija D e natriumit në gjatësi valore 589 nm).

Me rritjen e temperaturës, indeksi i refrakcionit zvogëlohet. Ky ndryshim është rezultat i zvogëlimit të dendësisë së lëngjeve nga zmadhimi i temperaturës, që edhe mund të pritët për shkak të rritjes së shpejtësisë së dritës nëpër lëngjet. Për shumicën e substancave

organike të lëngët refrakcioni zvogëlohet për 0,0005 për çdo 1°C zmadhim të temperaturës. Kurse për ujin, indeksi i refrakcionit zvogëlohet për vlerën 0,0001 për çdo ndryshim të temperaturës për 1°C.

Parimisht është e njohur se absorbimi i dritës në gjatësi valore të caktuar apo 589 nm ashtu sic e aplikon ajo në Refraktometri varet nga lloji i molekulave përbërëse andaj disa autorë kanë raportuar se egziston një korrelacion në mes Indeksit të refraksionit dhe numrit jodik [37]. Indeksi i thyerjes rritet me rritjen e sasisë së acideve yndyrore të konjuguara. Indeksi i refraksionit në fund të fundit përdoren për të zbuluar përkeqësimin në terma të terrenit. Rancifikimi zakonisht vërehet si një erë e keqe në ushqim dhe gjithashtu brenda vetë vajit. Indeksi i thyerjes rritet me rritjen e oksidimit [37]. Numri jodik paraqet numrin e jodit të vendësuar në lidhjet dyfishe andaj në rastin tone bazuar në indeksin e refraksionit në menyre indirekte do ta dijmë numrin e lidhjeve dyfishe. Indeksi i refrakcionit shpesh here përdoret në përcaktimin e kualitativ dhe kuantitativ të substancave. Përcaktimi kualitativ i një substance të panjohur bëhet duke e krahasuar vlerën e matur me vlerën e indeksit të refrakcionit. Po ashtu, indeksi i refrakcionit shfrytëzohet në përcaktimin e shkallës së pastërtisë së substancës që analizohet. Përcaktimi kuantitativ i përqendrimit të substancës së tretur në tretësirë bëhet duke e krahasuar indeksin e refrakcionit të matur me vlerat e lakores standarde [29].



Figura 2.5 Refraktometri i Abe-ut

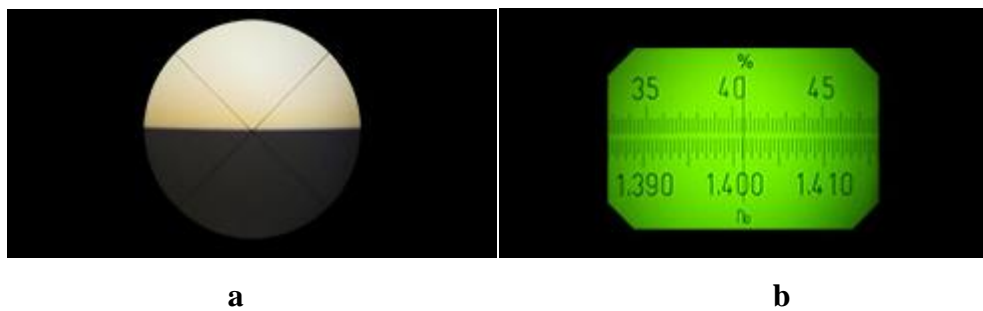


Figure 2.6 a) Fushë e ndriçuar dhe e errët; b) vlera e indeksit të refrakcionit

KAPITULLI III

3.METODOLOGJIA E PUNËS

Për këtë hulumtim puna eksperimentale është kryer në laboratorin e Kimisë Organike në UMIB. Aparaturat, pajisjet, materialet dhe reagjentët e përdorur gjatë këtij studimi janë të paraqitur më poshtë:

3.1 Aparatura dhe pajisjet e përdorura

Aparaturat dhe pajisjet e përdorura janë:

- FTIR Shimadzu IRAffinity-1
- Dritare CaF₂
- Gotë laboratorike
- Reshov
- Refraktometri i Abe-së

3.1.1 Materialet dhe reagjentët e përdorur

Mostrat që janë marrë për analizë janë:

1. Vaj luledielli komercial
2. Caffeine (Sigma Aldrich)

3.1.2 Përgatitja e mostrave

Me qëllim hulumtim të veprimit antioksidues të kafeinës ndaj oksidimit të lipideve në vajra ushqimore janë përgaditur mostrat në kushte të trajtimit termal për 0, 5, 10 dhe 15 minuta deri në pikë të tymosjes të grupuara në 2 sisteme të përcjellura për hulumtim:

Sistemi A;

1. Vaj i pastër i pa trajtuar termikisht
2. Vaj i pastër i trajtuar termikisht për 5 min
3. Vaj i pastër i trajtuar termikisht për 10 min
4. Vaj i pastër i trajtuar termikisht për 15 min

Sistemi B;

1. Vaj i përzier me kafeinë (2.5%) i pa trajtuar termikisht
2. Vaj i përzier me kafeinë (2.5%) i trajtuar termikisht për 5 min
3. Vaj i përzier me kafeinë (2.5%) i trajtuar termikisht për 10 min
4. Vaj i përzier me kafeinë (2.5%) i trajtuar termikisht për 15 min

3.2 Ecuria e punës eksperimentale

Puna eksperimentale është realizuar duke përdorur aparaturën FT-IR përmes së cilës është bërë inçizimi dhe analiza e spektrave të mostrave. Inçizimi i spektrave është bërë në regjionin $1000-4000\text{ cm}^{-1}$. Është zgjedhur të matet absorbanca. Rezolucioni i punës së instrumentit ka qenë 4 cm^{-1} dhe numri i skanimeve ka qenë 14, ku në fund të skenimit të secilit lloj është bërë mbimbulimi i spektrave për krahasim.

Për inçizim të spektrave në regjionin $1000-4000\text{ cm}^{-1}$ dhe krahasim të tyre të marra për shqyrtim është marrë një sasi e vogël e mostrës dhe është vendosur në mes dy dritareve të CaF_2 , duke krijuar kështu një shtresë të hollë, e cila pastaj është vendosur brenda aparaturës të Spektrit infra të kuq.

Para vendosjes së mostrës në aparaturë është përgaditur prapavija e aparaturës me qelqin CaF_2 . Në fund të secilit skanim është bërë pastrimi i dritareve me Aceton-Biochempharma 99% dhe në fund janë tharë me palomë.

Secila mostër është vendosur me rend një nga një në aparaturë, ku në ekran pas disa sekondave kemi fituar spektrat e absorbimit. Të gjithë spektrat për secilën mostër janë ruajtur dhe më pas është bërë mbimbulimi i spektrave për të bërë krahasimin e tyre, ku janë paraqitur në figurat në vazhdim.

Shënohet indeksi i refrakcionit . Njëkohësisht shënohet edhe temperatura në termometrin. Shumica e refraktometrave të ndryshme janë të pajisura me termometra dhe një pjese shtesë nëpër cilën qarkullon uji që temperatura të mbetet konstant (temperatura zakonisht është 20° C ose 25° C)

Prizmi i dyfishtë u hap me anë të kokës së vidës dhe disa pika vaj u vendosën në prizëm. Rrezet e dritës bien mbi sipërfaqen e prizmës së sipërme dhe thyhet (thyerja e parë midis ajrit dhe qelqit), mandej bëhet edhe thyerja e dytë (midis qelqit –provë e lëngët). Përmes okularit shihet a është krijuar kufiri midis fushës së ndriçuar dhe të errët. Në të kundërtën, rrotullohet rregullatori. Që të krijohet kufiri i prerë midis fushës së ndikuar dhe të errët vendoset pozicioni i burimit të dritës. Prizmi u mbyll, u shtrëngua fort me kokën e vidës dhe u la të qëndrojë për 1 minutë pas së cilës u bë përcaktimi i Idexsit të refraksionit.

Njëkohësisht shënohet edhe temperatura në termometrin. Shumica e refraktometrave të ndryshme janë të pajisura me termometra dhe një pjese shtesë nëpër cilën qarkullon uji që temperatura të mbetet konstant (temperatura zakonisht është 20° C ose 25° C)

Refraktometri pastrohet midis leximeve duke fshirë vajin pas përfundimit të matjes, prova që analizohet hiqet nga prizmat pastrohet me material prej pambukut ose me letër që ka aftësi të lartë për thithjen e lëngjeve (sh. palloma prej letre) dhe mandej edhe me etanolin. Numri jodik dhe indeksi për mostrat janë paraqitur në tabelat 3.1 dhe 3.2 .

Tabela 3.1-Rezultatet e indeksit refraksionit dhe numrit jodik per vajin pa kafeinë

Koha e trajtimit termik	Indeksi i refraksionit	Numri jodik
0 min	1.473	132.543979
5 min	1.4722	125.6146006
10 min	1.4701	107.4249823
15 min	1.4692	99.6294316

Tabela 3.2-Rezultatet e indeksit refraksionit dhe numrit jodik per vajin me kafeinë

Koha e trajtimit termik	Indeksi i refraksionit	Numri jodik
0 min	1.474	141.205702
5 min	1.4738	139.4799574
10 min	1.4725	128.2131175
15 min	1.4711	116.0867053

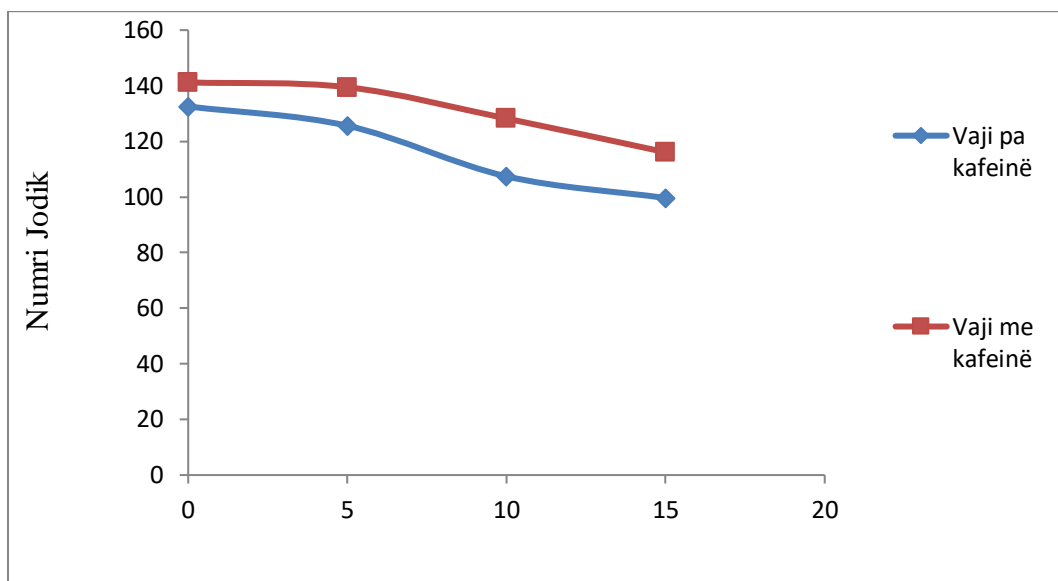


Figura 3. 1-Ndryshimi i vleres se numrit jodik tek vaji me kafeinë dhe pa kafeinë përgjat trajtimit termik për 0, 5, 10 dhe 15 min.

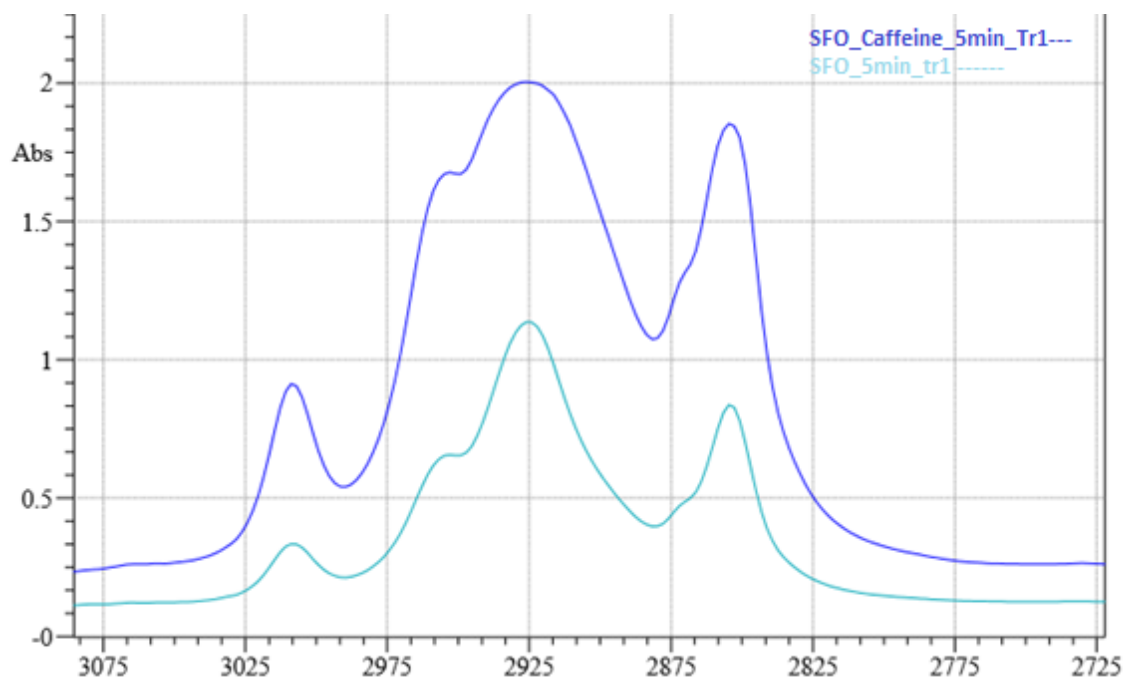


Figura 3.2- Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 5min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1}

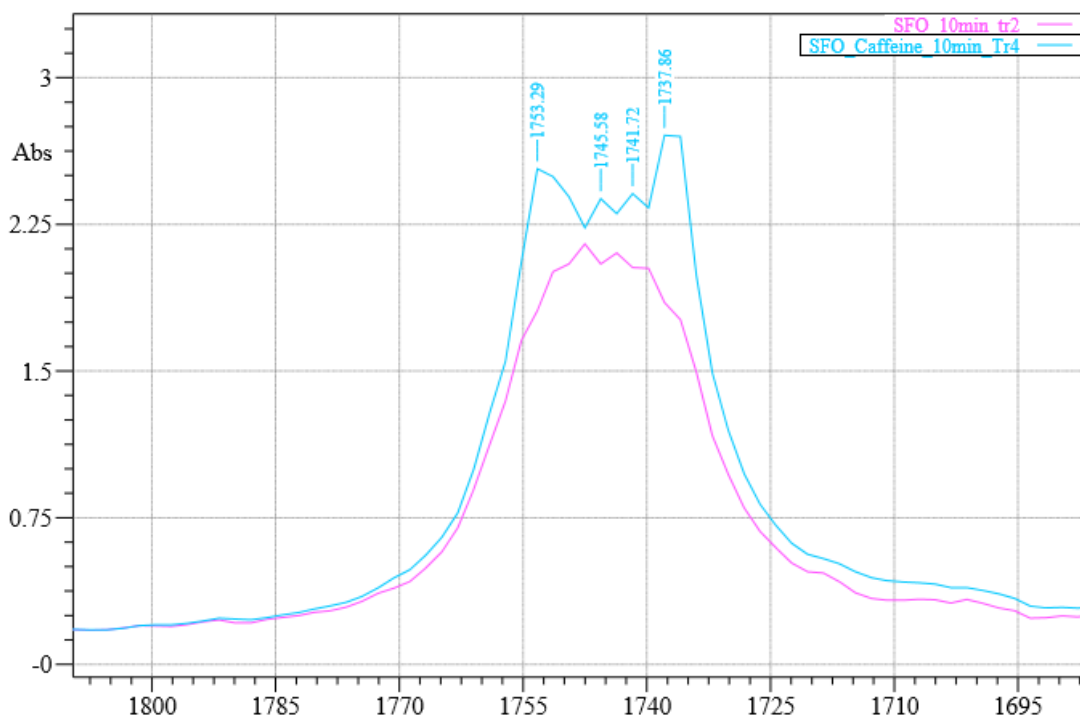


Figura 3.3-Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 1500 cm^{-1}

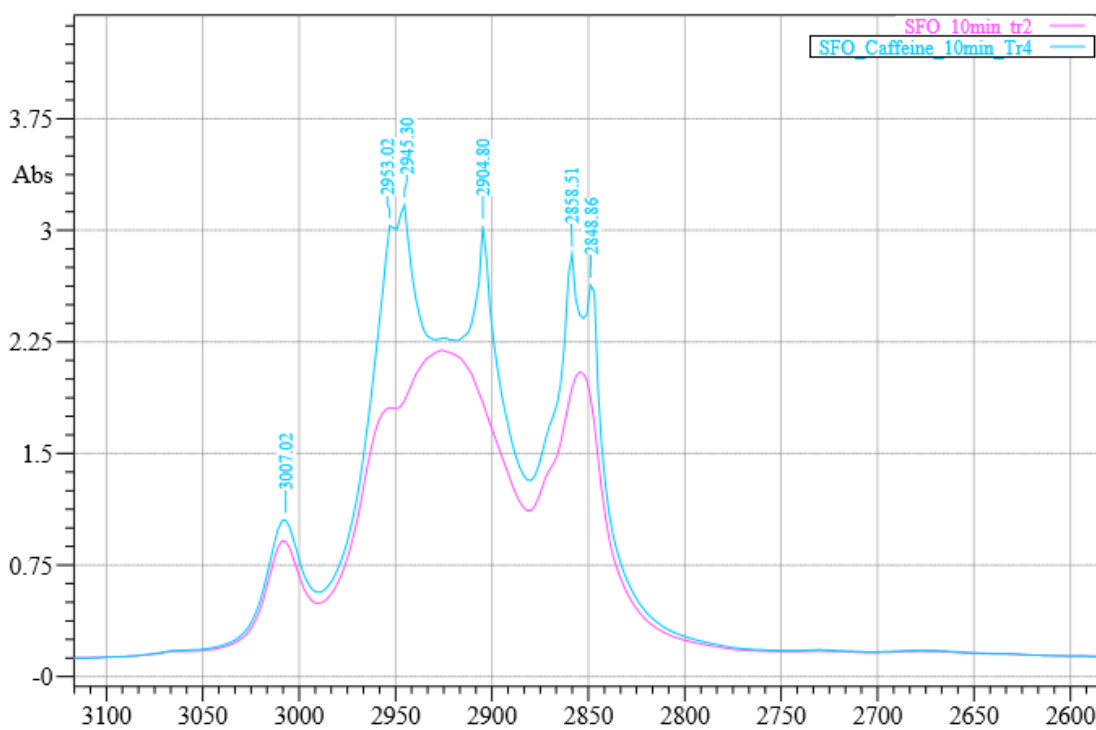


Figura 3.4-Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1}

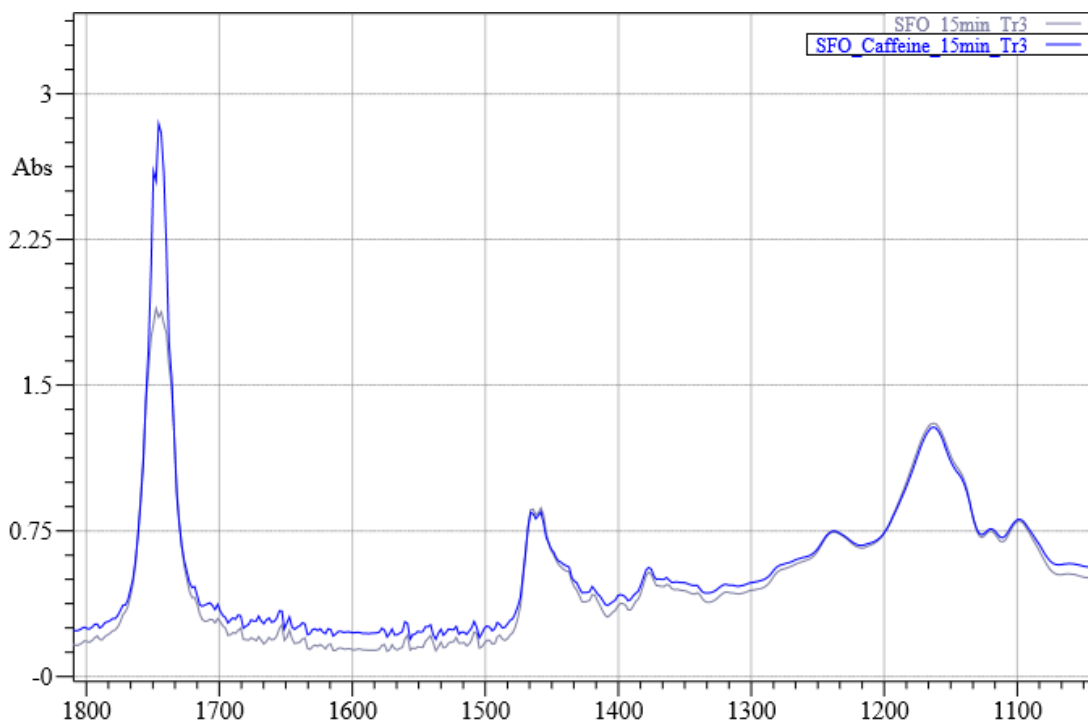


Figura 3.5-Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 15min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 1500 cm⁻¹

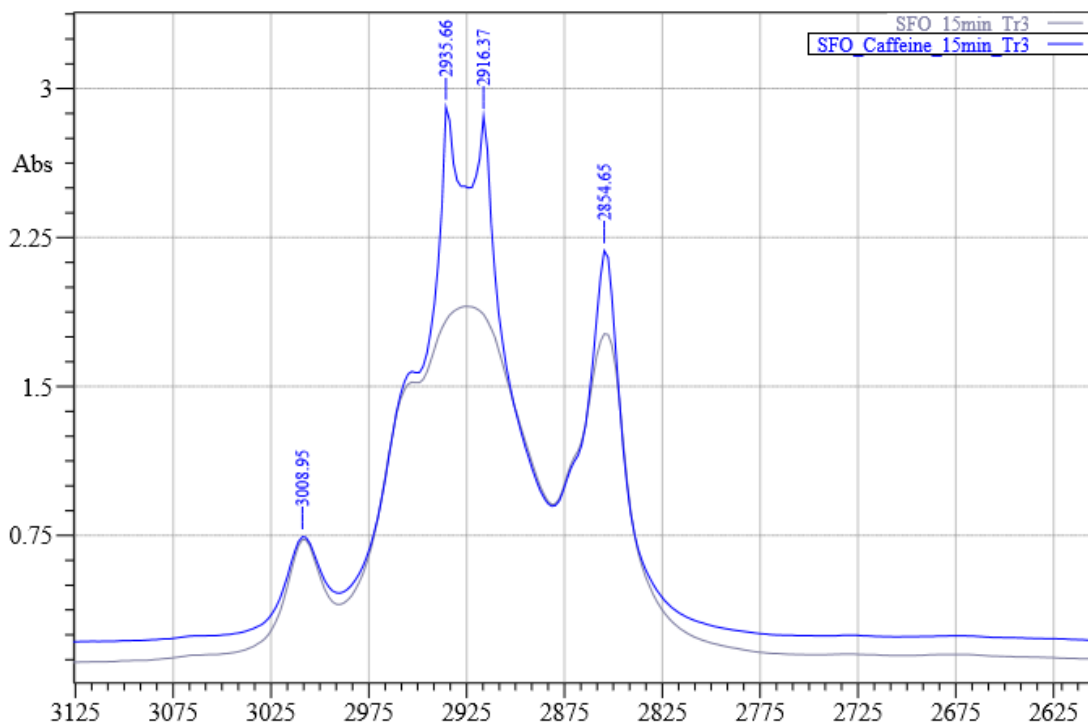


Figura 3.6-Mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 15min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm⁻¹

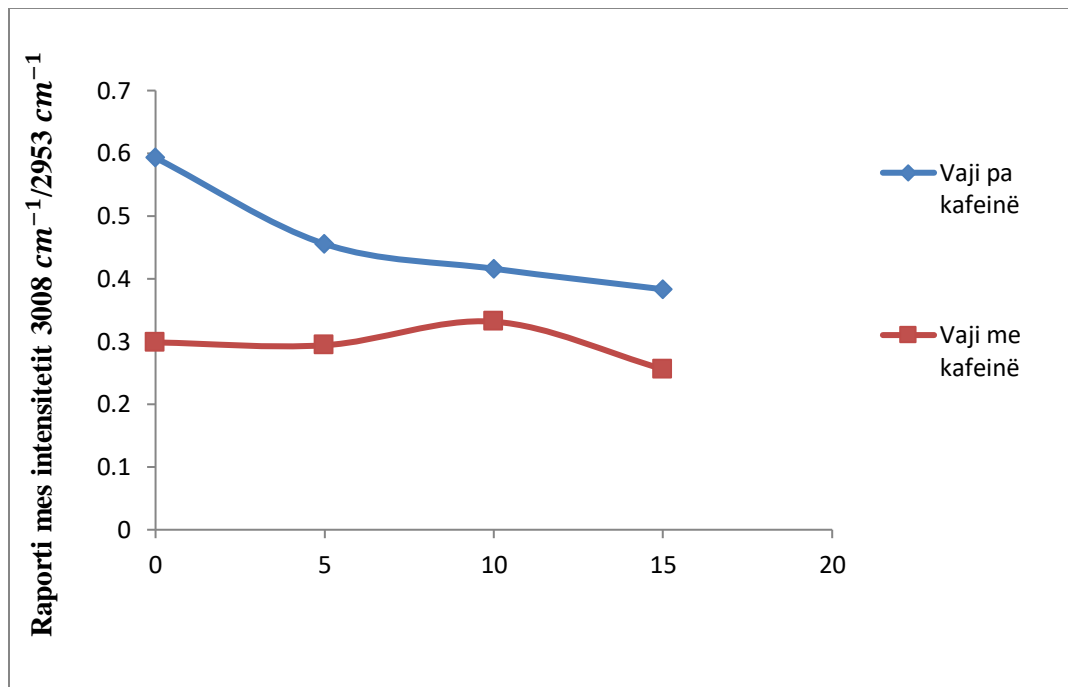


Figura 3.7- Raporti mes intensitetit $3008\text{cm}^{-1}/2953\text{cm}^{-1}$

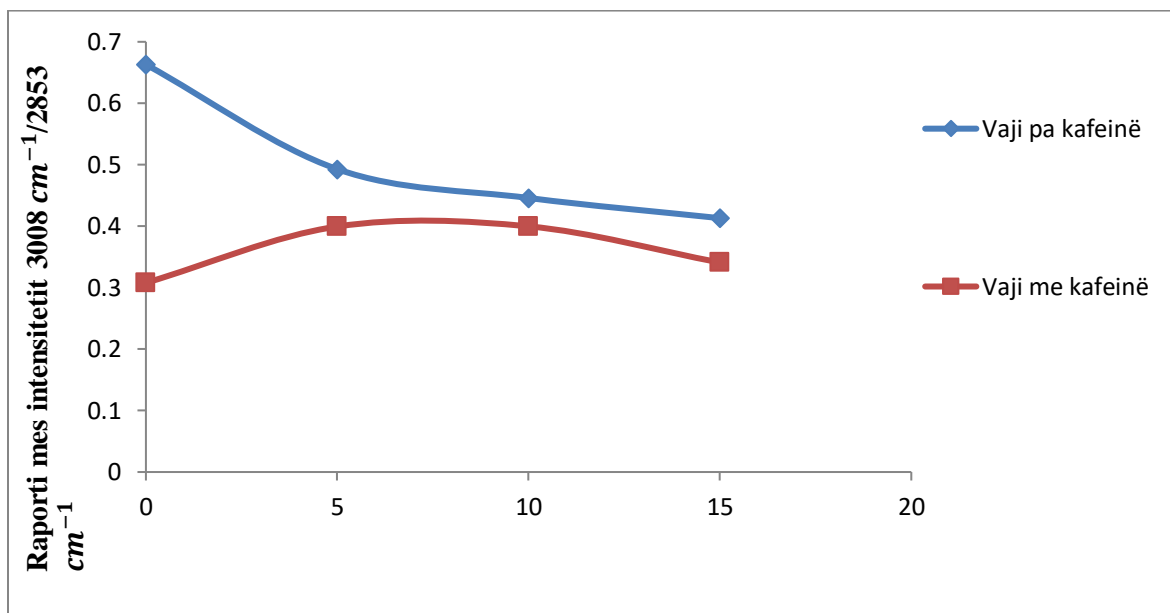


Figura 3.8- Raporti mes intensitetit $3008\text{cm}^{-1}/2853\text{cm}^{-1}$

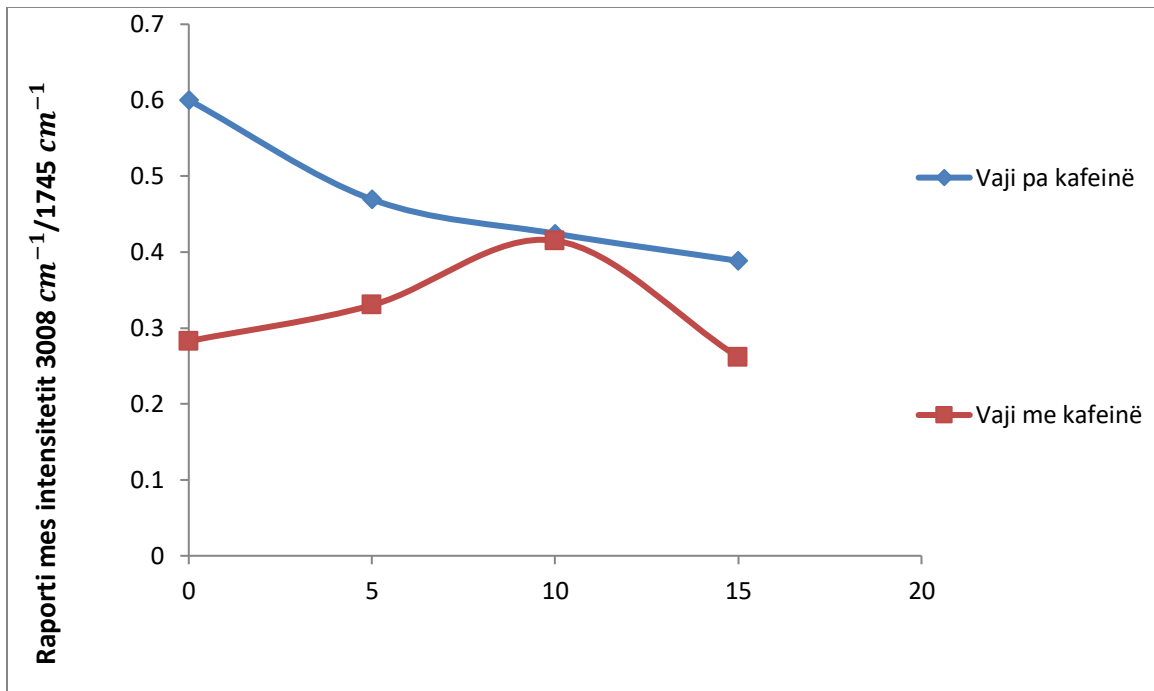


Figura 3.9- Raporti mes intensitetit $3008\text{ cm}^{-1}/1745\text{ cm}^{-1}$

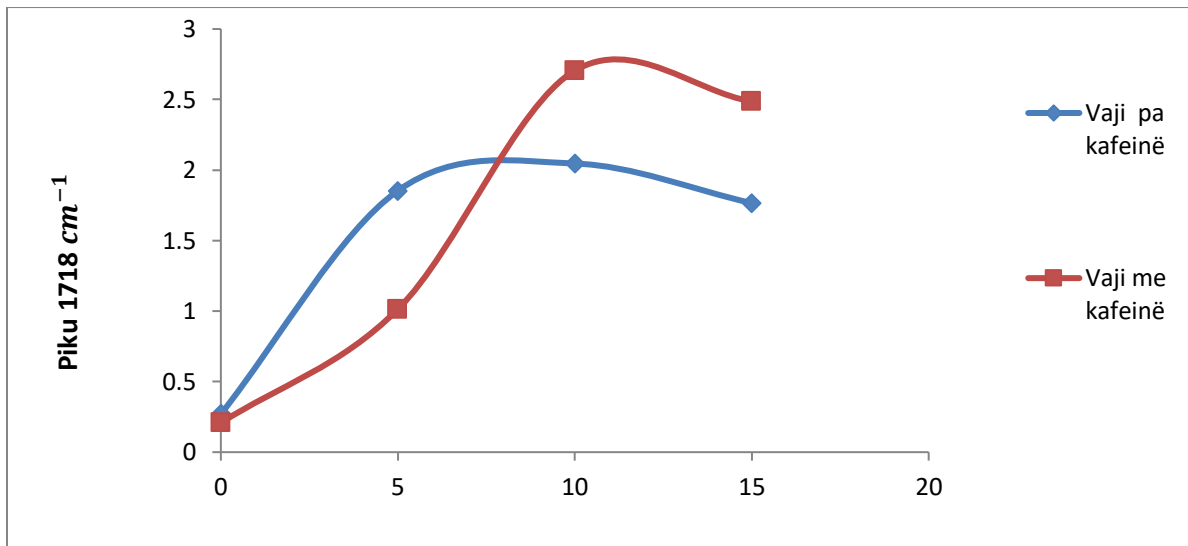


Figura 3.10- Intensiteti i pikut 1718 cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë

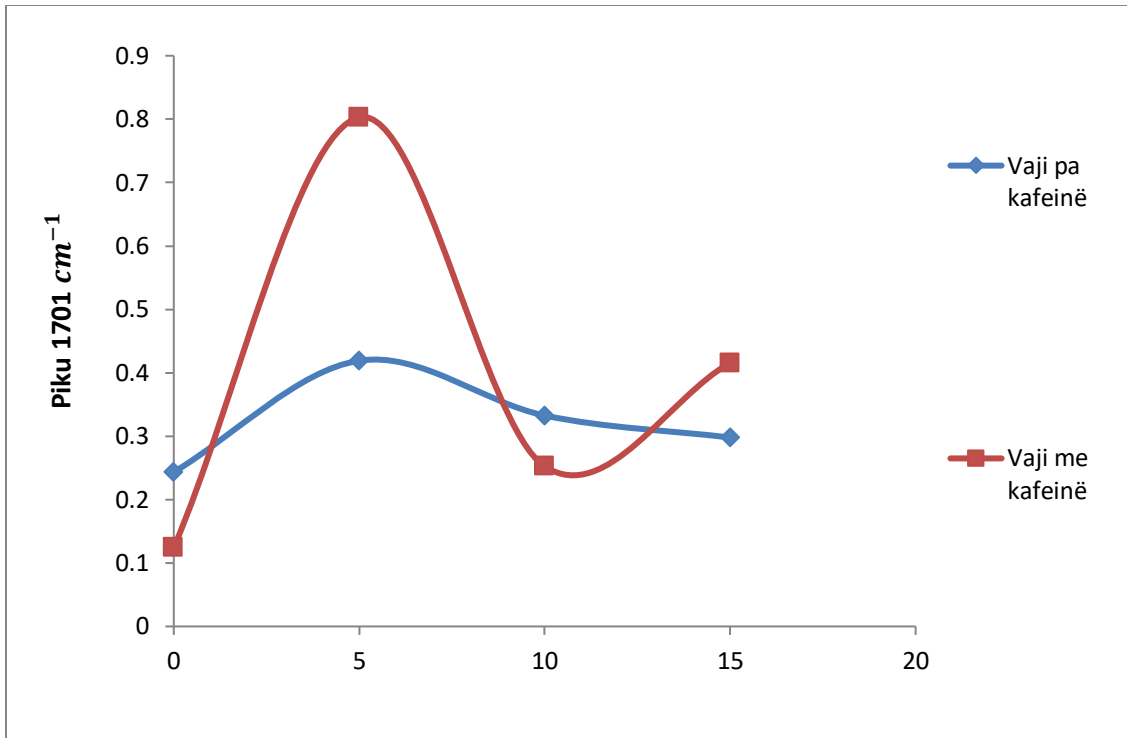


Figura 3.11-Intensiteti i pikut 1701cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë

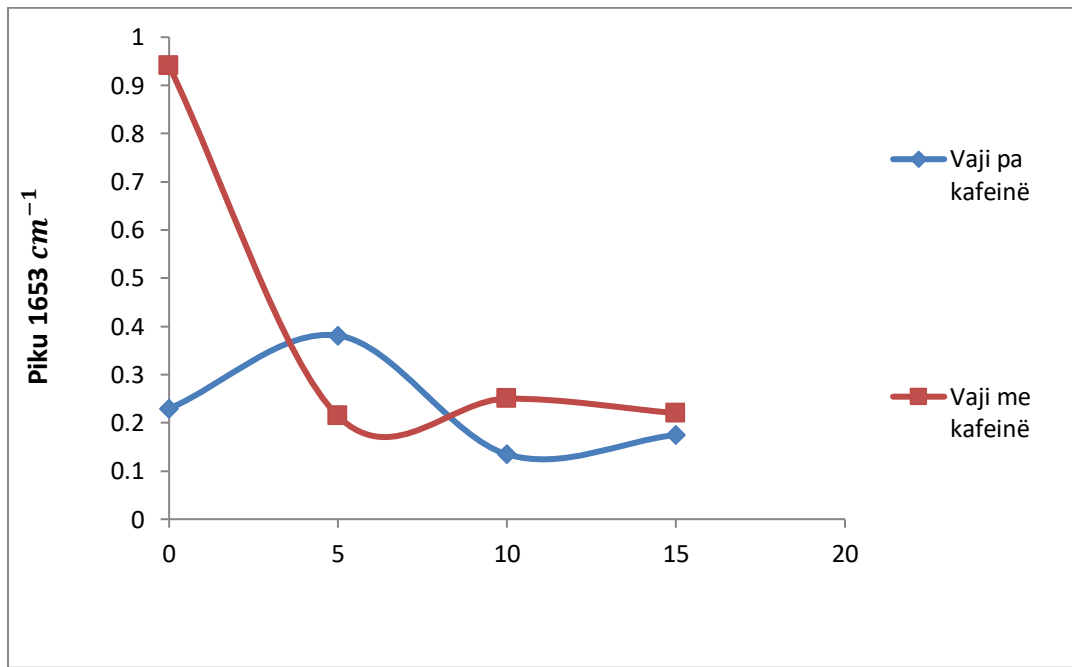


Figura 3.12-Intensiteti i pikut 1653cm^{-1} tek vaji i trajtuar termikisht pa kafeinë dhe me kafeinë

KAPITULLI IV

4.DISKUTIMI I REZULTATEVE

Në Tabelat 3.1. dhe 3.2. janë paraqitur vlerat e indeksionit të refraksionit dhe vlera ekuivalente e numrit jodik për mostrat e trajtuara termikisht të vajit të lulediellit pa kafeinë dhe ato me kafeinë dhe më pas këto janë paraqitur në formë grafike në figurën 3.1 ku shihet qartë se në të dy rastet shihet që zvogëlohet por ky zvogëlim është shumë më i shprehur me mostrën e vajit pa kafeinë për dallim nga ajo me kafeinë e cila shihet që ka stabilitet më të shprehur.

Në figurën 3.2 është paraqitur mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 5 min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën 3000 cm^{-1} me FTIR. Në këtë rast diferenca e vajit është paraqitur me vija të ngjyrosura me ngjyra të ndryshme. Nga kjo lehtë vijmë në përfundim se nëse i krahasojmë në mes vete nuk ka zhvendosje të frekuencave që do ta pasqyronin ndryshimin në strukturë të përbërësve, por vaji me kafeinë i trajtuar termikisht e ka intensitetin më të lartë në krahasim me vajin e trajtuar pa kafeinë, që nënkuptojmë se përgjatë trajtimit termik veçse ka filluar dekompozimi i vajit dhe shkatërrimi i lidhjeve dyfishe në trigliceride, dekompozimi kryesisht i triglicerideve përfshirë edhe pikun 3008 cm^{-1} që i takon karbonit të pangopur ($=\text{C-H}$), i cili gjithashtu ndryshon në intensitet. Pra prania e kafeinës në vaj të trajtuar ka ngadalsuar reaksionet e dekompozimit të triglicerideve që nënkupton se kemi interaksione të caktuara ndërmjet tyre. Ka studime të ndryshme të cilat e raportojnë se kafeina ka regjeneruar komponimet e oksiduara të triglicerideve. Kafeina ka aktivitet për të reaguuar me radikale të oksigjenuara dhe për ta kthyer gjendjen e mëparshme.

Në figuën 3.3 është paraqitur mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në regjionin e frekuencave rreth 1500 cm^{-1} me Spektroskopi infra të kuqe. Në këtë rast vërehet dekompozim i triglicerideve, duke e krahasuar lakoret e vajit pa kafeinë me atë me kafeinë përgjatë mbimbulimit vërehet qartë rënie e intensitetit të pikut $1753\text{-}1737\text{ cm}^{-1}$ të rasti i mostrës së vajit pa kafeinë përderisa e njëjta nuk ngjan edhe në mostrën e vajit me kafeinë. Karakteristikë tjetër e çarjes së pikut 1745 cm^{-1} vetëm të mostra me kafeinë jep indikacion për të kuptuar se ka interaksione ndërmjet kafeinës (përmes grupit funksional karbonil në 1701 cm^{-1}) dhe grupit karbonil të triglicerideve por edhe të komponimeve tjera karbonile që mund të jenë pike të mbimbuluara të tilla si aldehide, ketone, acide të lira yndyrore dhe të gjitha këto kanë interaksione me kafeinën (përmes lidhjes hidrogjenore) dhe këto reaksione shihet se kanë ndikuar që të pengohet oksidimi i lipideve por padyshim hulumtimi në detale i tyre dhe sqarimi i mekanizmave përkatës është sfidë dhe kërkon qasje dhe metodologji më të avancuar.

Në figurën 3.4 është paraqitur mbimbulimi i spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 10min, me kafeinë dhe pa kafeinë në pikun 3008 cm^{-1} , tek vaji i trajtuar pa kafeinë kemi zvogëlimi të lidhjeve dyfishe dhe me këtë kuptojmë oksidimin e triglicerideve dhe formimin I komponimeve sekondare të oksiduara..

I njëjti përshkrim mund të ipet edhe për figurat 3.5 dhe 3.6 të cilat paraqesin mbimbulimin e spektrave të vajit të lulediellit të trajtuar termikisht për 15min, me kafeinë dhe pa kafeinë në zonën $1000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$. Edhe gjatë analizimit të këtij mbimbulimi vërehet qartë intensiteti më i lartë përgjat kësaj zone të matjes tek vaji i përzier me kafeinë. Me ç'rast mund të themi se kafeina edhe në këtë zone ka reaguar me radikalet e oksigjenuara dhe trigliceridet janë më të dekompozuar

Në figurat 3.7, 3.8, 3.9 shihet raporti i intensitetit për grupe të ndryshme funksionale ku në numërues është frekuenca e karbonit me lidhje dyfishe të pangopur 3008 cm^{-1} ndërsa në emërues grupet në të cilat konvertohet lidhja dyfishe. Realisht raporti i intensitetit të grupeve shpesh është më i aplikueshëm sepse ky raport nuk ndikohet nga sasia e mostrës së analizuar si dhe grupet funksionale janë janë të ndërlidhura mes vetes p.sh. nëse ndodhë oksidimi në lidhjen dyfishe ajo kalin në lidhje njëfishe prandaj raporti mes tyre

është indikator më I qartë për oksidim. Në rastin e vajit pa kafeinë kemi zvogëlim të raportit që e nënkuptojmë me zvogëlim të prezencës së lidhjeve dyfishe, ky raport rritet lehtë përgjat trajtimit termik tek vaji me kafeinë qka na lë të kuptojmë se në këtë rast lipidet kanë stabilitet dukshëm më të lartë .

Në figurën 3.10 kemi vibrimin karakteristik të pikut 1718cm^{-1} që paraqet lidhjen karakteristike C=O në acide të lira karboksilike (sipas atlasit të spektrave online Sigma_Aldrich acidet e lira të pangopura dhe të konjuguara shfaqen nga frekuencat 1680cm^{-1} deri në 1720cm^{-1} gjithnjë duke u rritur karakteri i ngopshmërisë) dhe kjo strukturë rezulton të formohet në të dy mostrat e vajit (me kafeinë dhe pa kafeinë) trajtuara termikisht mirëpo rritje intensiteti vërehet më shumë tek vaji pa kafeinë por vetëm 5 minutat e ciklit të parë të trajtimit termik por në ciklin e dytë dhe të tretë i 10 dhe 15 minuta ky raport ndryshon gjë që len të kuptohet se fillimisht që kafeina e pengon degradimin dhe si rrjedhojë formimin e acidit të lirë yndyrorë por më pas pasivizohet efekti inhibues i kafeinës dhe kemi përshkallëzim të lirimit të acidit të lire yndyror. Frekuenca e monitoruar në rastintonë 1718cm^{-1} rezulton të klasifikohet si acid yndyrorë tërësisht i ngopur i cili mund të jetë produkt i formuar pas degradimit të triglicerideve ose acidet e lir yndyrore të pangopura janë konvertuar në të ngopura.

Në figurën 3.11 kemi vibrimin karakteristik të pikut 1701cm^{-1} që paraqet lidhjen karakteristike C=O në kafeinë dhe rritja apo zvogëlimi i intensitetit të këtij piku nënkupton se vazhdimisht zhvillohen reaksione ndërmjet kafeinës dhe përbërësve të vajit gjë që tregon për pjesëmarrjen e sajë në reaksione si rezultat i së cilës kemi degradimin e vonuar të triglicerideve si dhe efektin antioksidues të saj ndaj lipideve.

Në figurën 3.12 kemi vibrimin karakteristik të pikut 1653cm^{-1} që paraqet lidhjen karakteristike C=N Imine/Oksine e cila është lidhje e strukturës së kafeinës dhe njëjtë si piku 1701cm^{-1} edhe kjo dëshmon për mobilitetin e kafeinës.

KAPITULLI V

5.PËRFUNDIMET

Në bazë të këtyre studimeve vijmë në përfundimet vijuese:

- Është e qartë se kafeina e frenon oksidimin e lipideve pra kemi rritje të stabilitetit oksidativ por edhe stabilitetin termik të lipideve që të gjitha të frenuara nga kafeina.
- Kafeina është raportuar edhe më herët se ka veprim antioksidues sidomos ndaj lipideve tregon që ndërmjet tyre ka reaksione sidomos me radikalet e lira të oksiduara të cilat i regjeneron por interaksione ka edhe me acidet e lira yndyrore në formim të lidhjes hidrogjenore.
- Produktet ushqimore që gjatë pregaditjes ose perpunimit industrial termik dhe të cilat përmbajnë lipide dhe kafeinë tregojnë aspekt pozitiv në mbajtjen e lipideve të padëmtuara.
- Metoda e spektroskopisë infra të kuqe është mjaftë e dobishme për përcjelljen e ndryshimeve dhe interaksioneve ndërmjet tyre por është e nevojshme hulumtimi në detale i të gjitha reaksioneve ndërmjet tyre dhe sqarimi i hollësishëm i mekanizmit ndërmjet tyre është më se i nevojshëm por për këtë është e domosdoshme përfshirja edhe të disa instrumenteve tjerë më të avancuar.

CONCLUSIONS

Based on these studies we come to the following conclusions:

- It is clear that caffeine inhibits lipid oxidation, so we have an increase in oxidative stability but also the thermal stability of lipids that are all inhibited by caffeine.
- Caffeine has previously been reported to have antioxidant activity, especially against lipids, indicating that there are reactions between them, especially with oxidized free radicals, which it regenerates, but also interacts with free fatty acids to form a hydrogen bond.
- Food products that during preparation or industrial term of processing and those that contain lipids and caffeine show a positive aspect in keeping undamaged lipids.
- The method of infrared spectroscopy is very useful for tracking changes and interactions between them but it is necessary to research in detail all the reactions between them and detailed explanation of the mechanism between them is more than necessary but for this it is necessary to include some other more advanced instruments.

REFERENCAT

- [1] Caballero B, Finglas P, Toldra F (2015). Encyclopedia of Food and Health. Elsevier Science. p. 561. ISBN 978-0-12-384953-3. Retrieved 17 June 2018.
- [2] Castaneda-Hernandez, G., Castillo-Mendez, M.S., Lopez-Munoz, F.J., Granados-Soto, V. and Flores-Murrieta, F.J. (1994) Can. J. Physiol. Pharmacol. 72, 1127-1131.
- [3] Migliardi, J.R., Armellino, J.J., Friedman, M., Gillings, D.B. and Beaver, E.T. (1994) Clin. Pharmacol. Ther. 56, 576-586.
- [4] Selby, C.P. and Sancer, A. (1990) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87, 3522-3525.
- [5] Kesavan, P.C. and Powers, E.L. (1985) Int. J. Radiat. Biol. 48, 223-233.
- [6] Raghu, B. and Kesavan, P.C. (1986) Indian J. Exp. Biol. 24, 742-746.
- [7] Nehlig A, Daval JL, Debry G (1992). "Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects". Brain Research. Brain Research Reviews. **17**, 139–70
- [8] Bolton S, Null G (1981). "Caffeine: Psychological Effects, Use and Abuse" (PDF). Orthomolecular Psychiatry. **10** (3): 202–211.
- [9] Çakraj R. (2014). Mekanizmat ligjorë dhe standardet kombëtare, bazë për vlerësimin e cilësisë së vajit të ullirit. Tiranë: Universiteti i Tiranës.
- [10] Mackay, S. Techniques and Types of Fat Used in Deep-Fat Frying: A policy statement and background paper, The Heart Foundation of New Zealand. 2000

- [11] Gertz, C.; Klipstermann S.; Kochhar, S.P Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. *Eur.J.LipidSci.-Tech.* 200,102,543-551
- [12] El Anany, A.M. Influence of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract on the stability of sunflower oil during deep-fat frying process. *Electron,J..Food Plants Chem* .2007,2,14-19.
- [13] Nzikou, J.M.; Matos, L.; Moussounga, J.E.; Ndangui, C.B.; Pambou-Tobi, N.P.; Bandzouzi, E.M.; Kimbonuila, A.; Linder M.; Desobry, S. Study of oxidative and thermal stability of vegetable oils during frying. *Res.J. App. Sci.* 2009,4,94-100.
- [14] Electron .J.Environ.Agric. Food Chem.2010 ,9,9 Rehab, F.M.A. Improvement the stability of fried sunflower oil by using different levels of Pomposia (*Syzygium Cumini*). 396-403.
- [15] Alfred Thomas (2002). "Fats and Fatty Oils". *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH.
- [16] Alicia Ayerdi Gotor; Larbi Rhazi (2016). "Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review". *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*. **23**
- [17] Kesavan, P.C. (1992) *Current Sci.* 62, 791-797.
- [18] Aikens, J. and Dix, T.A. (1993) *Arch. Biochem. Biophys.* 305, 516-525.
- [19] Khan, A.U. and Kasha, M. (1994) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 12365-12367.
- [20] T.P.A. Devasagayam a, j.p. Kamat a, Haft Mohan b, P.C. Kesavan a,. Caffeine as an antioxidant: inhibition of lipid peroxidation induced by reactive oxygen species 14 February 1996
- [21] Avdiu V. (2016). *Materiale me prejardhje bimore*. faqet 86-88.
- [22] Owen R. W., Mier W., Giacosas A., Hull W. E., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2000). The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer*. 1235–1247.
doi:10.1016/s0959-8049(00)00103-9.

- [23] Sigma Aldrich IR Database. <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/biology/ir-spectrum-table.html>
- [24] Choe E. & Min D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 169-184.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>.
- [25] Vajsari M., A. S. (2003). *Metoda e Analizës Instrumentale*, Tiranë.
- [26] New Brunswick, NJ, Peng, T. Evaluation of oxygen bomb methodology for studying frying chemistry. Rutgers University, 2010.
- [27] Wiley, Chichester, UK, 1997. B. *Biological Applications of Infrared Spectroscopy*, ACOL Series,
- [28] <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/biology/ir-spectrum-table.html>
- [29] STANKA GEORGIEVSKA, SUNÇICA JOSIFOVSKA, PROF.DR.ZORAN KAVRAKOVSKI, PROF.DR.VESNA RAFAJLOVSKA *Kimia Analitike*, Shkup 2012,p.112-116.
- [30] J.-F. Hoffmann, Thermal Energy Storage System with Natural or Recycled Materials for Concentrating Solar Power Plant, Doctoral Thesis, University of Perpignan Via Domitia, 2015, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01284834/> , Accessed date: 19 December 2016.
- [31] J. Gornay, Thermal Transformation of Triglycerides and Fatty Acids. Application to the Chemical Valorisation of Lipid Waste, PhD Thesis Institut National Polytechnique de Lorraine, 2006, http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL/2006_GORNAY_J.pdf , Accessed date: 9 March 2017.
- [32] N. Karak, *Vegetable Oil-Based Polymers: Properties, Processing and Applications*, Woodhead Publishing Limited, 2012.

- [33] F. Aksoy, I. Yabanova, H. Bayrakçeken, L. Aksoy, Estimating the dynamic viscosity of vegetable oils using artificial neural networks, *Energy Sources Part Recovery Util, Environ. Eff.* 36 (2014) 858–865, <https://doi.org/10.1080/15567036.2010.547921>.
- [34] Frank D. Gunstone, *The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses*, CRC Press, 2004.
- [35] N.J. Fox, G.W. Stachowiak, Vegetable oil-based lubricants—a review of oxidation, *Tribol. Int.* 40 (2007) 1035–1046, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2006.10.001>.
- [36] N. Karak, 3 - vegetable oils and their derivatives, in: N. Karak (Ed.), *Veg. Oil-Based Polym. Prop. Process. Appl.* Woodhead Publishing, 2012, pp. 54–95, , <https://doi.org/10.1533/9780857097149.54>.
- [37] Awuchi Chinaza Godswill¹, Ikechukwu O. Amagwula, Igwe S. Victory and Allan Isiaga Gonzaga; **EFFECTS OF REPEATED DEEP FRYING ON REFRACTIVE INDEX AND PEROXIDE VALUE OF SELECTED VEGETABLE OILS**