

HULUMTIMI I INTERAKSIONEVE NDËRMJET LIPIDEVE DHE  
KARBOHIDRATEVE

TEMA PËR GRADËN BACHELOR I SHKENCËS NË INXHINIERI  
DHE TEKNOLOGJI USHQIMORE

NGA

SHKËLQIM KRASNIQI



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

MITROVICË

DHJETOR 2020

STUDY OF INTERACTIONS BETWEEN LIPIDS AND  
CARBOHYDRATES

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

BY

SHKËLQIM KRASNIQI



UNIVERSITY OF MITROVICA „ISA BOLETINI”

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF TECHNOLOGY

MITROVICË

DECEMBER 2020

HULUMTIMI I INTERAKSIONEVE NDËRMJET LIPIDEVE DHE  
KARBOHIDRATEVE

TEMA E PREZANTUAR

NGA

SHKËLQIM KRASNIQI

BACHELOR I SHKENCËS NË INXHINIERI DHE TEKNOLOGJI USHQIMORE

NË

DEPARTAMENTIN E TEKNOLOGJISË

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

DHJETOR 2020



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

Aprovuar prej komisionit:

\_\_\_\_\_ Kryetar  
Aziz Behrami, Prof. Dr

\_\_\_\_\_ Mentor  
Fatos Rexhepi, Prof. Ass. Dr

\_\_\_\_\_ Anëtare  
Malësore Pllana, MSc. Ass

Data e aprovimit: \_\_\_\_\_

STUDY OF INTERACTIONS BETWEEN LIPIDS AND CARBOHYDRATES  
BY  
SHKËLQIM KRASNIQI  
BACHELOR OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING AND TECHNOLOGY  
IN  
DEPARTMENT OF TECHNOLOGY  
IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING AND TECHNOLOGY  
DHJETOR 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. Ass. Dr

\_\_\_\_\_ Member

Malësore Pllana, MSc. Ass

Date of approval: \_\_\_\_\_

## ABSTRAKTI I PUNIMIT

Hulumtimi i interaksioneve ndërmjet lipideve dhe karbohidrateve

nga

Shkëlqim Krasniqi

Bachelor i Shkencës në Inxhinieri dhe Teknologji Ushqimore

Fakulteti i Teknologjisë Ushqimore, Mitrovicë, 2020

Prof. Ass. Dr. Fatos Rexhepi, Mentor

Lipidet në përgjithësi përkufizohen si yndyrëra të patretshme në ujë, por treten në tretës tjerë organik. Lipidet janë një grup komponimesh që kanë shumë funksione biologjike, të tilla si komponente strukturore në membranën qelizore, deponimin e burimeve të energjisë etj.

Karbohidratet janë një biomolekulë e përbërë nga atome karboni (C), hidrogjeni (H) dhe oksigjeni (O), me formulën empirike  $C_m(H_2O)_n$ . Karbohidratet janë thelbësore për të ushqyerit dhe gjenden në një larmi të gjerë të ushqimeve natyrore dhe të përpunuara. Qëllimi i këtij punimi është të tregohet interaksioni në mes lipideve dhe karbohidrateve. 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  $700-4000\text{ cm}^{-1}$ . Është zgjedhur të matet absorbanca. Rezolucioni i punës së instrumentit ka qenë  $4\text{ cm}^{-1}$  dhe numri i skanimeve ka qenë 16, ku në fund të skenimit të secilit lloj është bërë mbimbulimi i spektrave për krahasim.

Nisur nga spektrat bazë të tyre nuk ka dallime të theksuara përveç disa 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 mes të glukozës dhe lipideve ka interaksion edhe pa asnjë trajtim termik të mostrës ndërsa trajtimi termik shihet se nuk ndikon në interaksione të tjera në mes tyre edhe pse ishte e pritshme interaksioni më i madh të jetë pas trajtimit termik. Interaksioni në mes lipideve dhe amidonit si një polimer është dukshëm më i shprehur edhe para trajtimit termik por shumë më intenziv bëhet interaksioni pas trajtimit termik.

## ABSTRACT OF THE THESIS

Study of intereractions between lipids and carbohydrates

By

Shkëlqim Krasniqi

Bachelor of Science in Food Engineering and technology

Faculty of Food Technology, Mitrovicë, 2020

Prof. Ass. Dr. Fatos Rexhepi, Mentor

Lipids are generally defined as water-insoluble fats but are soluble in other organic solvents. Lipids are a group of compounds that have many biological functions, such as structural components in the cell membrane, storage of energy sources, etc. Carbohydrates are a biomolecule composed of carbon (C), hydrogen (H) and oxygen (O) atoms, with the empirical formula  $C_m (H_2O)_n$ . Carbohydrates are essential for nutrition and are found in a wide variety of natural and processed foods.

The purpose of this paper is to show the interaction between lipids and carbohydrates. The experimental work was performed using the FT-IR apparatus through which the spectra of the samples were recorded and analyzed. The spectra were recorded in the 700-4000  $cm^{-1}$  region. It is chosen to measure the absorbance. The working resolution of the instrument was 4  $cm^{-1}$  and the number of scans was 16, where at the end of the scan of each type the spectra overlap was made for comparison.

Based on their basic spectra there are no significant differences except for some frequency shifts which are very important because they represent certain changes in their structure and this is more than sufficient evidence to identify and confirm the chemical interaction.

There is an interaction between glucose and lipids even without any thermal treatment of the sample while thermal treatment is seen not to affect other interactions between them although it was expected the greatest interaction to be after thermal treatment. The interaction between lipids and starch as a polymer is significantly more pronounced even before thermal treatment but much more intense becomes the interaction after thermal treatment.

## PËRMBAJTJA

ABSTRAKTI I PUNIMIT .....	v
ABSTRACT OF THE THESIS .....	vi
PËRMBAJTJA.....	vii
LISTA E FIGURAVE.....	ix
LISTA E TABELAVE.....	x
KAPITULLI I .....	1
HYRJE.....	1
Kapitulli II.....	2
2. LIPIDET .....	2
2.1 Çfarë është kimia lipidike .....	3
2.2. Një zonë jopopullore e kimisë së produktit natyror .....	4
2.3 Tregime të hershme mbi rëndësinë e lipideve.....	5
2.4. Kimia dhe teknologjia.....	5
2,4,1 Oksidimi.....	6
2.4.2. Hidrogjenizimi i pjesshëm .....	7
2.5. Metodat spektroskopike për identifikimin e lipideve.....	7
2.5.1. Spektroskopia infra e kuqe.....	8
2.6. Karbohidratet .....	8
2.6.1 Emërimi i karbohidrateve.....	10
2.6.2. Struktura e karbohidrateve .....	10
2.7. Ndarja e karbohidrateve .....	11
2.7.1 Monosaharidet.....	11
2.7.2 Disaharidet .....	13
2.7.3 Polisaharidet.....	15
2.8. Amidoni .....	17
2.8.1 Struktura e Amidonit.....	17
2.8.2. Amidoni ne ushqime .....	19
2.9. Metodat spektroskopike për identifikimin e karbohidrateve.....	20
2.9.1. Metodat fizike për identifikimin e karbohidrateve.....	20

2.9.2. Metoda infra e kuqe tek karbohidratet .....	21
2.10. Spektrofotometria IK me transformim Furier (FT-IR) .....	21
2.11 Joharmoniciteti dhe mbitonet .....	23
2.12 Spektrofotometria derivative.....	24
2.14. Parimet teorike te Refraktometrise.....	26
2.13. Hulumtimi i interaksioneve ndërmjet karbohidrateve dhe lipideve .....	28
KAPITULLI III.....	29
3. METODOLOGJIA .....	29
3.1 Aparatura dhe pajisjet e përdorura .....	29
3.1.1 Materialet dhe reagjentët e përdorur .....	29
3.1.2. Përgaditja e mostrave për analizën me FT-IR.....	30
3.2 Ecuria e punës eksperimentale .....	30
KAPITULLI IV .....	39
DISKUTIMI I REZULTATEVE .....	39
KAPITULLI V.....	43
PËRFUNDIMET.....	43
CONCLUSIONS.....	44
REFERENCAT.....	45



## LISTA E FIGURAVE

Figura 2. 1 Struktura e monosaharideve .....	12
Figura 2. 2 Struktura e disaharideve .....	14
Figura 2. 3 Struktura e polisaharidit .....	16
Figura 2. 4 Struktura e amidonit .....	18
Figura 2. 5 Lakorja e zakonshme e absorbimit të një lënde dhe lakoret derivative të absorbimit të rendeve 2 deri 4.....	25
Figura 2. 6 Thyerje e dritës në sipërfaqen kufitare midis dy ambienteve.....	27
Figura 3. 1 Refraktometri i Abe-ut .....	31
Figura 3. 2 Spektri i derivatit baze i vajit te paster te patrajtuar .....	32
Figura 3. 3 Spektri i derivatit te parë i vajit te paster te patrajtuar.....	33
Figura 3. 4 Spektri i derivatit baze i glukozes në vaj të patrajtuar.....	33
Figura 3. 5 Spektri i derivatit te parë i glukozes se patrajtuar .....	34
Figura 3. 6 Spektri i derivatit baze i glukozes se trajtuar.....	34
Figura 3. 7 Spektri i derivatit te parë i glukozes se trajtuar .....	35
Figura 3. 8 Spektri i derivatit baze i amidonit i patrajtuar .....	35
Figura 3. 9 Spektri i derivatit te pare i amidonit i patrajtuar.....	36
Figura 3. 10 Spektri i derivatit baze i amidonit i trajtuar.....	36
Figura 3. 11 Spektri i derivatit te pare i amidonit i trajtuar .....	37
Figura 3. 12 Mbimbulimi i tre spektrave të vajit të pastër, vajit me amidon si dhe vajit me amidon i nxehur në regjionin e inqizuar spektral nga 2950 cm <sup>-1</sup> deri 3100 cm <sup>-1</sup> .	37

## LISTA E TABELAVE

Tabela 3. 1 Refraktometri i Abe-ut .....	32
Tabela 3. 2 Frekuenca e vajrave të analizuar .....	38

## KAPITULLI I

### HYRJE

Lipidet janë një grup komponimesh që kanë shumë funksione biologjike, të tilla si komponente strukturore në membranën qelizore, deponimin e burimeve të energjisë etj. Megjithëse, fjala “lipid” nganjëherë përdoret si sinonim për yndyrën, e cila është nëngrup i quajtur triglicerid lipid, dhe nuk duhet të ngatërrohen me termin acid yndyror. Lipidet janë një grupi i gjerë i natyrshëm i molekulave, që përfshin yndyrna, sterols, vitamina yndyrore (si vitamina A, D, E dhe K), monogliceridet, digliceridet, dhe të tjerët. Funksionet kryesore biologjike të lipideve përfshijnë ruajtjen e energjisë, si komponente strukturore e membranave qelizore, dhe si të rëndësishme për sinjalizimin e molekulave. Edhe pse termi lipid është përdorur ndonjëherë si një sinonim për yndyrna, yndyrnat janë një nëngrup i lipideve, i quajtur trigliceride. Lipidet gjithashtu, përfshijnë molekulat të tilla si: acide yndyrore dhe derivatet e tyre.

Karbohidratet kryejnë role të shumta në organizmat e gjallë. Polisaharidet shërbejnë për ruajtjen e energjisë dhe si përbërës strukturorë. Riboza monosaharid me 5 karbone është një përbërës i rëndësishëm i koenzimave dhe shtylla kurrizore e molekulës gjenetike të njohur si ARN. Deoksiriboza e lidhur është një përbërës i ADN-së. Saharidet dhe derivatet e tyre përfshijnë shumë biomolekula të tjera të rëndësishme që luajnë role kryesore në sistemin imunitar, fekondimin, parandalimin e patogjenezës, mpiksjes e gjakut dhe zhvillimin. Karbohidratet janë thelbësore për të ushqyerit dhe gjenden në një larmi të gjerë të ushqimeve natyrore dhe të përpunuara. Niseshteja është një polisaharide. Ajo është me bollëk në drithëra (grurë, misër, oriz), patate dhe ushqime të përpunuara të bazuara në miell drithërash, siç janë buka, pica ose makaronat. Sheqernat shfaqen në dietën njerëzore kryesisht si sheqer në tryezë (saharozë, të nxjerrë nga sheqeri ose panxhar sheqeri), laktozë (me bollëk në qumësht), glukozë dhe fruktozë, që të dyja ndodhin në mënyrë natyrale në mjaltë, shumë fruta, dhe disa perime. Sheqeri i tryezës, qumështi ose mjalti shpesh u shtohen pijeve dhe shumë ushqimeve të përgatitura si reçeli, biskota dhe ëmbëlsira.

## Kapitulli II

### 2. LIPIDET

Lipidet në përgjithësi përkufizohen si yndyrëra të patretshme në ujë, por treten në tretës tjerë organik, p.sh. tretës të lipideve janë acetoni ose benzeni [1]. Në natyrë ndodhen edhe si molekula të tilla si vajra, kolesterole, sterole, vitamina (A, D, E dhe K), monogliceride, digliceride, fosfolipide, etj. Funksionet kryesore biologjike të lipideve janë: depozitimi i energjisë, veprojnë si komponentë strukturor në membranën qelizore, dhe si molekula sinjalizuese [2].

Lipidet janë një grup komponimesh që kanë shumë funksione biologjike, të tilla si komponente strukturore në membranën qelizore, deponimin e burimeve të energjisë etj. Lipide në përgjithësi janë hidrofobik apo amfifilike të vogla që kanë origjinë tërësisht ose pjesërisht nga dy lloje substancash biokimike: ketonet dhe grupet izofrene. Duke marrë parasysh këtë, lipidet ndahen në:

- Yndyrna alkinike;
- glicerolipide;
- glicerofosfolipide;
- sfingolipide;
- saharolipide;
- poliketone (ketone të përbëra).

Megjithëse, fjala “lipid” nganjëherë përdoret si sinonim për yndyrën, e cila është nëngrup i quajtur triglicerid lipid, dhe nuk duhet të ngatërrohen me termin acid yndyror. Lipidet, gjithashtu përfshijnë molekulat të tilla si: acid yndyror dhe derivatet e tyre (duke përfshirë edhe trigliceridet, digliceridet, monogliceridet dhe fosfolipidet), dhe të tjera që përmbajnë sterole metabolike ngjashëm si kolesteroli. Lipidet janë një grupi i gjerë i natyrshëm i molekulave, që përfshin yndyrna, sterols, vitamina yndyrore (si vitamina A, D, E dhe K), monogliceridet, digliceridet, dhe të tjerët. Funksionet kryesore biologjike të lipideve përfshijnë ruajtjen e energjisë, si komponente strukturore e membranave qelizore, dhe si të rëndësishme për sinjalizimin e molekulave.

Lipidet mund të përkufizohet me gjerësisht si molekula hidrofobike apo amfibilike të vogla, me natyrën e disa lipideve amfibilike, i lejon ata të formojnë struktura të tilla si: fshikëza, lipozome, ose membranat në një mjedis ujor. Lipidet biologjike e kanë origjinën tërësisht ose pjesërisht nga dy lloje të nënnjësive biokimike ose "bllloqeve të ndërtimit": grupe ketakil dhe izopren. Duke përdorur këtë qasje, lipidet mund të ndahen në tetë kategori: acide yndyrore, gliceropeptide, glicerofosfolipide, sfingolipide, sakrolipide dhe poliketide (që rrjedhin prej kondensimit të nënnjësive së ketoacilit); dhe lipidet sterole dhe prenole (që rrjedhin prej kondensimit të nënnjësive izoprene).

Edhe pse termi lipid është përdorur ndonjëherë si një sinonim për yndyrna, yndyrnat janë një nëngrup i lipideve, i quajtur trigliceride. Lipidet gjithashtu, përfshijnë molekulat të tilla si: acide yndyrore dhe derivatet e tyre (duke përfshirë edhe tri-, di-, dhe monogliceridet dhe fosfolipidet), si dhe të tjera që përmbajnë sterol-metabolik të tilla si kolesterol. Edhe pse njerëzit dhe gjitarë të tjerë përdornin rrugë të ndryshme për të biosintetike, të dy prishen dhe sintetizojnë lipide, disa lipideve thelbësore nuk mund të bëhen në këtë mënyrë dhe duhet të merren nga dietat [3].

## 2.1 Çfarë është kimia lipidike

Shkenca për lipidet është një aktivitet i gjerë, që përfshin shumë disiplina të tilla si: kimia, fizika, biokimi, ushqimi, mjekësi, katalizë, enzimologji, bujqësi, bioteknologji, etj. Sidoqoftë, në themel të studimeve më të larta të shkencave lipidike është kimia e acideve yndyrore dhe lipideve. Për shembull, analiza është thelbësore për shumë studime të lipideve dhe teknikat analitike janë në esence kimike. Duke bërë atë pretendim, mund të argumentohet se teknikat moderne analitike, kryesisht kromatografike dhe spektroskopike bazohen gjithnjë e më shumë në fizikë sesa në kimi sepse analiza e tyre bazohet në dukuri dhe mekanizma të fizikes.

## 2.2. Një zonë jopopullore e kimisë së produktit natyror

Ndarja sipas procedurave kromatografike, dhe identifikimi me anë të teknikave spektroskopike tani dihet se është e vështirë, përveç shkencëtarëve më të vjetër të cilët jetuan nëpër ato kohë, për të kuptuar se sa kimia organike praktikohet përpara se të përdreshin këto teknika.

Për shkak të kufizimeve të vendosura nga teknikat atëherë në dispozicion, kimistë organikë në gjysmën e parë të shekullit 20-të, i drejtonin interesat e tyre kryesisht në materiale të forta, që mundnin të kristalizohen, lëngje që mund të distilohen, dhe me material ngjyruar i cili mund të ndahet nga kromatografia primitive të kohës. Për pjesën me te madhe, vajrat natyrale dhe yndyrnat nuk i kaluan këto teste dhe ato konsideroheshin të jetë shumë më pak interesante se proteinat, acide nukleike, alkaloidet, terpenet, steroidet dhe shumë lloje të ndryshme të çështjeve të ngjyrosjes. Në disa aspekte, karbohidratet ishin konsideruar në të njëjtën mënyrë si lipidet. Pasi strukturat ishin përcaktuar mono dhe disakaridet kryesore.

Procedurat analitike në dispozicion në atë kohë, ishin të tilla që sasi të gram zakonisht të kërkohen nga materiali për konfirmimin e strukturës.

Përbërjet e reja (d.m.th ato që nuk ishin raportuar më parë) ishin të identifikuar nga analiza e djegies (matja e përqindjes së karbonit, hidrogjenit, azotit etj). Nuk kishte mënyrë të përshtatshme të përcaktimit të oksigjenit. Kjo duhej të vlerësohej nga ndryshimi, pas matjes së elementeve të tjerë. Kjo ishte pasuar nga reaksione degraduese, që çojnë në molekula më të vogla (më të thjeshta) që ishin raportuar më parë dhe mund të identifikohen, zakonisht nga pika e shkrirjes dhe pika e shkrirjes së përzierjes.

Një nga ushtrimet të para praktike për studentët e kimisë organike, ishte të mësuarit se si të përcaktojnë një pikë shkrirjeje. Kjo ishte e arritur duke vendosur një sasi të vogël të materialit në një tub kapilar (i cili së pari duhej të bëhej) dhe bashkëngjitje, kjo deri në llambën e një termometri. Kjo u fut më pas në një tub që përmban vaj, i cili nxehet ngadalë me një djegës Bunsen, derisa të vërehej se pjesa e ngurtë organike shkrihet.

Me interes është të theksohen periudha kur u propozuan dhe u pranuan strukturat e acideve yndyrore të polimerizuara të zakonshme si p.sh. acidi oleik (1893), linoleik (1906), linolenik (1909), dhe acidet e pangopura C20 dhe C22 vetëm gjysmë shekuj më parë (1950-1955).

Shumica e biokimistëve gjithashtu injoruan lipidet. Ato u konsideruan si përzierje jo interesante të esterëve të glicerinës bazuar në një lidhje të thjeshtë me acidet yndyrore [4,5].

### 2.3 Tregime të hershme mbi rëndësinë e lipideve

Me përfitimin e pasqyrimeve të botimeve nga gjysma e parë e shekullit të 20-të, që përmbante ide që u bënë të rëndësishme në dekadat e mëvonshme, i dha drejtim shumë studimeve të lipideve. Duhet mbajtur mend se niveli i veprimtarisë kërkimore ishte shumë më i ulët në gjysmën e parë të shekullit të 20-të, sesa është sot (konsideroni, për shembull, ndryshimi i madhësisë së abstrakteve kimike ka mbaruar shek. XX). Gjithashtu, kontinenti mbizotërues i atyre (Evropa) ishte përfshirë në dy luftëra të gjata dhe të shtrenjta që i larguan njerëzit, kohën dhe burimet kërkimore, akademike dhe teknologjike.

Zhvillimet e njohura tani domethënëse lidhen pjesërisht me procedurat e përmirësuara analitike (kromatografia dhe spektroskopia) [6] dhe gjithashtu në rritje është edhe vlerësimi i rëndësisë biokimike të lipideve [7,8].

Temat siç janë acidet yndyrore esenciale, eikosanoidet, lipidet biomembranat, lipidet si përbërës bioaktivë, dhe rëndësia e lipideve si përbërës dietik që lidhen me shëndetin dhe për sëmundjen, të gjitha u bënë të rëndësishme.

### 2.4. Kimia dhe teknologjia

Pavarësisht se nuk është marrë parasysh nga kimistë organikë, vajrat dhe yndyrnat ishin materiale të prodhuara dhe tregtuara në dhjetëra milionë ton. Rafinimi dhe përpunimi i këtyre mallrave, bazoheshin në zhvillimin e teknologjive. Në veçanti, nevoja për të hidrogjenizuar vajra të pangopura dhe për të shmangur përkeqësimin përmes oksidimit çoi në studime të këtyre temave të rëndësishme dhe të vështira që vazhdojnë deri në kohën e sotme.

## 2,4,1 Oksidimi

Dihet tashmë që zinxhirët e acidit të pangopur oksidojnë para se ato të konsumohen dhe produkteve të ngjashme që vijnë nga oksidimi in vivo është i lidhur me disa gjendje sëmundjesh.

Kjo siguron një nxitje për të kuptuar këto ndryshime dhe produkte që rezultojnë më plotësisht [9].

Në ushqime, ku materialet e tjera janë të pranishme dhe ku lipidet shpesh janë të pranishme në emulsion fizike natyra e këtyre bëhet e rëndësishme dhe rezultatet shpesh dijnë të jenë befasuese [10].

Në kuptimin që konvertimi oksidativ është i padëshirueshëm, kishte tendence e hulumtuesve për të parandaluar këtë ndryshim, për pjesën më të madhe, kjo kërkon antioksidantë. Oksidimi ndodh tek disa stadi të mekanizmit dhe antioksidantët ndikojnë në këto stadi të reaksionit duke e pamundësuar këtë reaksion ose e ndryshon rrjedhën e tij. Prandaj, është e nevojshme të kuptohet efekti i secilit antioksidant në secilën fazë të procesit të përgjithshëm, në mënyrë që të përcaktohet përzierje efektive e antioksidantëve. Përfitimet u arritën me antioksidantë sintetikë të efektshëm si BHA (3-tartbutil-hidroksi-4-anisole), BHT (3,5-ditertbutil-4-hidroksitoluen), TBHQ (hidrokinon- 2-tertbutil), etj., por atje është një dëshirë në rritje për t'i zëvendësuar këto me antioksidantë natyralë dhe kërkimi vazhdon për më shumë nga këto. Antioksidantët e favorizuar natyralë i përkasin grupit të tokoferolit, por jo megjithatë material i mjaftueshëm natyror për të përmbushur kërkesën [11].

Oksidimi enzimatik i acideve C20 i përshtatshëm në sistemet e kafshëve, kanë qenë një zonë aktive e kërkimit për një kohë të gjatë. Studimi i sistemeve bimore - kryesisht në acidet C18- kanë qenë më të ngadalshme, por në kohën e sotme ka progres të dukshëm në këtë drejtim.

Disa zhvillime të fundit përshkruhen në një përmbledhje nga Feussner [12]. Në prani të një bime të përshtatshme lipoksigjenaza, acidet linoleike dhe linolenike oksidohen në hidrocyoridet përkatëse të 9-të dhe / ose të 13-të. Këto janë materiale fillestare për ndryshime të mëtejshme dhe shtatë grupe enzimesh të ndryshme dhe më shumë se 150 produkte të ndryshme njihen tashmë.



#### 2.4.2. Hidrogjenizimi i pjesshëm

Në shumë fusha të kimisë organike, hidrogjenizimi vazhdoi të përfundojë me substratin që konvertohet te derivati i saj perhidro. Nëse do të ishte kështu me yndyrnat dhe vajrat, reagimi do të ishte më i thjeshtë (dhe më pak interesant). Në praktikë, teknologu i yndyrnave është i interesuar për hidrogjenizimin e pjesshëm, që dëshirojnë ta shndërrojnë vajin e lëngshëm në polimer te ngurte. Një përzierje e përbërësve të ngurtë dhe të lëngshëm në raporte të përshtatshme në temperaturën e frigoriferit, temperaturën e dhomës dhe temperaturën orale është e nevojshme për të marrë një produkt me përhapje të përshtatshme dhe sjellja e shkrirjes në secilën prej këtyre temperaturave.

Vaji i hidrogjenizuar pjesërisht përmban një përzierje komplekse të zinxhirët izomerikë dhe trans 18: 1. Natyra kimike e produkteve të hidrogjenizimit kontrollohet nga kushtet e procesit. Faktorët e rëndësishëm janë: madhesia e pores së katalizorit, niveli i aktivitetit dhe sasia e katalizatorit, temperatura e reaksionit, presioni i hidrogjenit, dhe shkalla e agjitacionit e cila ndikon në transferimin e hidrogjenit dhe sipërfaqes së katalizatorit.

Hidrogjenizimi favorizohet nga një përqendrim i lartë i hidrogjenit në katalizator dhe kjo arrihet përmes presionit të rritur ose nxitje më të fortë. Izomerizimi, nga ana tjetër, favorizohet nga faktorë të tillë si: rritja e temperaturës, më shumë katalizatorë, një katalizator më aktiv, ose sasi më shumë e yndyrës pangopur, të gjitha çojnë në një kërkesë të shtuar të hidrogjenit e cila nuk mund të plotësohet menjëherë.

Zhvillimet interesante që ndodhin tani përfshijnë përdorimin e metaleve të çmuara (platini dhe palladiumi), të cilat, megjithëse më të shtrenjta, ofrojnë nivele më të larta të reagimit në temperatura më të ulëta dhe formimi i izomerit trans në sasi më të vogël. Në këto mënyra, hidrogjenizimi ndoshta do të vazhdojë si një përpunim i dobishëm teknik për shumë vite që do të vijë [13].

#### 2.5. Metodat spektroskopike për identifikimin e lipideve

Metodat spektroskopike për identifikimin e lipideve janë: Spektroskopia infra e kuqe, spektroskopia e rezonancës nukleare magnetike, spektroskopia Raman, spektroskopia floroshente, spektroskopia dielektrike

### 2.5.1. Spektroskopia infra e kuqe

Spektroskopia IK ka fituar terren si një metodë e shpejtë dhe jo-invazive e sasisë së lipideve që mund të zbatohet në sasi të vogla të qelizave të plota për monitorimin dhe shqyrtimin në kohë reale të kulturave. Citometria e fluksit dhe spektroskopia infra të kuqe transformuese e Furierit (FTIR), e mbështetur nga analiza shumë variabël, janë propozuar si mjete të shpejta dhe të besueshme për të monitoruar dhe vlerësuar lipidet me kalimin e kohës në maja të butë *Cryptococcus curvatus*, *Rhodosporidium toruloides* dhe *Lipomyces starkeyi*. Sistemet e kultivimit të pllakave mikrotiter të kombinuara me FTIR, janë përdorur gjithashtu si një platformë online me xhiron e lartë për shqyrtimin e kërpudhave filamentoze oleaginoze dhe për të vlerësuar efikasitetin e proceseve të nxjerrjes së lipideve në kërpudhat oleaginoze.

FTIR është aplikuar që nga viti 2000 për të zbuluar makromolekulat në mikroalga. Mikro-spektroskopia FTIR u përdor gjithashtu nga autorë të tjerë për të hetuar alokimin e karbonit drejt lipideve në specie të ndryshme mikroalgale. Megjithëse, këto studime bazoheshin në një raport zhvendosës të makromolekulave brenda qelizave, sasia e saktë e lipideve brenda matricës qelizore nga FTIR nuk mund të arrihej derisa një korrelacion kimometrik të propozohej nga Laurens dhe Wolfrum. Këta autorë zhvilluan një metodë të kalibrimit shumëvariant që mundësoi analizën sasiore të lipideve ekzogjene me thumba të mprehta (trilaurina si TAG) dhe lipideve polare (fosfatidilkolina si fosfolipid) në katër mikroalga të ndryshme në bazë të spektroskopisë afër infra të kuqe (NIR) dhe FTIR. Sidoqoftë, korrelacioni midis sasisë së fosfatidilkolinës dhe sinjalit FTIR ishte ndonjëherë problematik, i cili mund të ketë qenë për shkak të ndërhyrjeve nga TAG, spektrat e të cilave ishin të ngjashme me atë të fosfatidilkolinës. Në të vërtetë, ndërhyrja e sinjalit mbetet sfida kryesore e përdorimit të FTIR, për të përcaktuar sasinë e lipideve në qelizat mikrobike dhe rezultatet duhet të kontrollohen me metoda të tjera.

### 2.6. Karbohidratet

Karbohidratet janë një biomolekulë e përbërë nga atome karboni (C), hidrogjeni (H) dhe oksigjeni (O), zakonisht me një raport hidrogjen-oksigen prej 2:1 (si në ujë) dhe kështu me formulën empirike  $C_m(H_2O)_n$  (ku m mund të jetë i ndryshëm nga n). Sidoqoftë, jo të gjitha karbohidratet përputhen me këtë përkufizim të saktë stekiometrik

(p.sh., acidi uronik, sheqernat si fukoza), dhe jo të gjitha kimikatet që përputhen me këtë përkufizim klasifikohen automatikisht si karbohidrate (p.sh. aldehidet).

Termi është më i zakonshmi në biokimi, ku është një sinonim i saharidit, një grup që përfshin sheqerna, niseshte dhe celulozë. Saharidet ndahen në katër grupe kimike: monosaharide, disaharide, oligosaharide dhe polisaharide. Monosaharidet dhe disaharidet si karbohidrate më të vogla (me peshë më të ulët molekulare), zakonisht quhen sheqerna [14]. Fjala saharide vjen nga fjala greke (sákkharon), që do të thotë "sheqer" [15]. Ndërsa nomenklatura shkencore e karbohidrateve është komplekse, emrat e monosakarideve dhe disakarideve shpesh përfundojnë në prapashtesën -ose, si te monosaharidet fruktoza (sheqeri i frutave) dhe glukozë (sheqeri i amidonit) dhe disaharidet saharoza (kallami ose panxhari i panxharit) dhe laktozë (sheqer qumështi). Karbohidratet kryejnë role të shumta në organizmat e gjallë. Polisaharidet shërbejnë për ruajtjen e energjisë (p.sh. niseshteja dhe glikogjeni) dhe si përbërës strukturorë (p.sh. celuloza në bimë dhe kitina në artropodet). Riboza monosaharid me 5 karbone është një përbërës i rëndësishëm i koenzimave (p.sh. ATP, FAD dhe NAD) dhe shtylla kurrizore e molekulës gjenetike të njohur si ARN. Deoksiriboza e lidhur është një përbërës i ADN-së. Saharidet dhe derivatet e tyre përfshijnë shumë biomolekula të tjera të rëndësishme që luajnë role kryesore në sistemin imunitar, fekondimin, parandalimin e patogjenezës, mpiksjen e gjakut dhe zhvillimin [16].

Karbohidratet janë thelbësore për të ushqyerit dhe gjenden në një larmi të gjerë të ushqimeve natyrore dhe të përpunuara. Niseshteja është një polisaharide. Ajo është me bollëk në drithëra (grurë, misër, oriz), patate dhe ushqime të përpunuara të bazuara në miell drithërash, siç janë buka, pica ose makaronat. Sheqernat shfaqen në dietën njerëzore kryesisht si sheqer në tryezë (saharozë, të nxjerrë nga sheqeri ose panxhar sheqeri), laktozë (me bollëk në qumësht), glukozë dhe fruktozë, që të dyja ndodhin në mënyrë natyrale në mjaltë, shumë fruta, dhe disa perime. Sheqeri i tryezës, qumështi ose mjalti shpesh u shtohen pijeve dhe shumë ushqimeve të përgatitura si reçeli, biskota dhe ëmbëlsira.

Celuloza, polisaharidi që gjendet në muret qelizore të të gjitha bimëve, është një nga komponentët kryesorë të fibrave dietike të patretshme. Megjithëse nuk është e tretshme, fibrat dietike të patretshme ndihmojnë në mbajtjen e një sistemi tretës të shëndetshëm duke lehtësuar jashtëqitjen. Polisaharidet e tjera të përfshira në fibra dietike përfshijnë niseshte rezistente dhe inulinë, të cilat ushqejnë disa baktërë në mikrobiotën e zorrëve

të mëdha, dhe metabolizohen nga këto baktere për të dhënë acide yndyrore me zinxhir të shkurtër [17, 18].

### 2.6.1 Emërimi i karbohidrateve

Në literaturën shkencore, termi "karbohidrate" ka shumë sinonime, si "sheqeri" (në kuptimin e gjerë), "saharidi", ose "glucidi", "hidrati i karbonit" ose "komponimet polihidroksi me aldehid ose keton ". Disa nga këto terma, posaçërisht "karbohidrate" dhe "sheqer", përdoren gjithashtu me kuptime të tjera.

Në shkencën e ushqimit dhe në shumë kontekste informale, termi "karbohidrate" shpesh nënkupton çdo ushqim që është veçanërisht i pasur me amidon komplekse të karbohidrateve (të tilla si drithërat, buka dhe makaronat) ose karbohidrate të thjeshta, të tilla si sheqeri (gjenden në karamele, bllokime, dhe ëmbëlsirat).

Shpesh në listat e informacionit ushqyes, termi "karbohidrate" përdoret për gjithçka tjetër përveç ujit, proteinave, yndyrës, hirit dhe etanolit [19]. Kjo përfshin komponime kimike si acidi acetik ose laktik, të cilat normalisht nuk konsiderohen karbohidrate. Ai gjithashtu përfshin fibër dietike e cila është një karbohidrat, por që nuk kontribuon shumë në mënyrën e energjisë ushqimore (kilokaloritë), edhe pse shpesh përfshihet në llogaritjen e energjisë totale të ushqimit ashtu si të ishte sheqer.

Në kuptimin e rreptë, "sheqeri" aplikohet për karbohidrate të ëmbla, të tretshme, shumë prej të cilave përdoren në ushqim.

### 2.6.2. Struktura e karbohidrateve

Më parë emri "karbohidrate" përdoret në kimi për çdo përbërje me formulën  $C_m(H_2O)_n$ . Pas këtij përkufizimi, disa kimistë e konsideruan formaldehidin ( $CH_2O$ ) si karbohidratin më të thjeshtë, ndërsa të tjerë pohuan këtë titull për glikalkaldehidin. [10] Sot, termi përgjithësisht kuptohet në kuptimin e biokimisë, i cili përjashton përbërjet me vetëm një ose dy karbone dhe përfshinë shumë karbohidrate biologjike të cilat devijojnë nga kjo formulë. Për shembull, karbohidratet shpesh shfaqin grupe kimike si: N-acetil (p.sh. kitinë), sulfat (p.sh. glikozaminoglikan), acid karboksilik (p.sh. acid sialik) dhe modifikime deoksi (p.sh. fukozë dhe acid sialik).

Saharidet natyrore zakonisht janë të ndërtuara nga karbohidrate të thjeshta të quajtura monosaharide me formulë të përgjithshme  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , ku  $n$  është tre ose më shumë. Një monosaharid tipik ka strukturën  $\text{H}-(\text{CHOH})_x(\text{C}=\text{O})-(\text{CHOH})_y-\text{H}$ , domethënë një aldehid ose keton me shumë grupe hidroksil të shtuara, zakonisht një në secilin atom karboni që nuk është pjesë e aldehidi ose grupi funksional i ketoneve. Shembuj të monosaharideve janë glukoza, fruktoza dhe gliceraldehidet. Sidoqoftë, disa substanca biologjike të quajtura zakonisht "monosaharide" nuk përputhen me këtë formulë (p.sh. acidet uronike dhe sheqernat deoksi të tilla si fukoza) dhe ka shumë kimikate që përputhen me këtë formulë, por nuk konsiderohen të jenë monosaharide (p.sh. formaldehidi  $\text{CH}_2\text{O}$  dhe inositol  $(\text{CH}_2\text{O})_6$ ). [20]

Forma me zinxhir të hapur të një monosaharidi shpesh bashkëjeton me një formë unaze të mbyllur, ku grupi karbonil i aldehidit / ketonit karbonit ( $\text{C}=\text{O}$ ) dhe grupit hidroksil ( $-\text{OH}$ ) reagojnë duke formuar një hemiacetik me një urë të re  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ .

Monosaharidet mund të lidhen së bashku në ato që quhen polisaharide (ose oligosakaride) në një larmi mënyrash. Shumë karbohidrate përmbajnë një ose më shumë njësi monosakaride të modifikuara që kanë zëvendësuar ose hequr një ose më shumë grupe. Për shembull, deoksiriboza, një përbërës i ADN-së, është një version i modifikuar i ribozës; kitina është e përbërë nga njësi përsëritëse të N-acetil glukozaminës, një formë glukoze që përmban azot.

## 2.7. Ndarja e karbohidrateve

Karbohidratet janë polihidroksi aldehide, ketone, alkoole, acide, derivatet e tyre të thjeshtë dhe polimerët e tyre që kanë lidhje të tipit acetal. Ato mund të klasifikohen sipas shkallës së tyre të polimerizimit dhe mund të ndahen fillimisht në tre grupe kryesore, përkatësisht monosaharidet, oligosaharidet dhe polisaharidet [21].

### 2.7.1 Monosaharidet

Monosaharidet klasifikohen sipas tre karakteristikave të ndryshme: vendosja e grupit të saj karbonil, numri i atomeve të karbonit që përmban dhe prania e tij kirale. Nëse grupi karbonil është një aldehid, monosaharidi është një aldozë; nëse grupi karbonil është një keton, monosakaridi është një ketozë. Monosakaridet me tre atome karboni quhen

trioza, ato me katër quhen tetrosa, pesë quhen pentozë, gjashtë janë heksoza etj. Këto dy sisteme të klasifikimit shpesh kombinohen. Për shembull, glukozë është një aldoheksozë (një aldehid me gjashtë karbona), ribozë është një aldopentozë (një aldehid me pesë karbona) dhe fruktozë është një ketoheksozë (një keton me gjashtë karbona). Secili atom karboni që mban një grup hidroksil (-OH), me përjashtim të karbonit të parë dhe të fundit, janë asimetric, duke i bërë ato qendra stereo me dy konfigurime të mundshme secila (R ose S). Për shkak të kësaj asimetrie, një numër izomerësh mund të ekzistojnë për çdo formulë të dhënë të monosaharidit. Duke përdorur rregullin Le Belvan't Hoff, aldoheksoza D-glukozë, për shembull, ka formulën  $(C \cdot H_2O)_6$ , nga të cilat katër nga gjashtë atomet e saj të karbonit janë stereogjene. Në rastin e gliceraldehideve, një aldotriozë, ekzistojnë një palë stereoizomere të mundshme, të cilat janë enantiomere dhe epimerë. 1, 3-dihidroksiacetoni, ketoza që korrespondon me glikeraldehidat e aldozës, është një molekulë simetrike pa qendra stereo.

Caktimi i D ose L bëhet sipas orientimit të karbonit asimetric më larg nga grupi karbonil: në një projektion standard Fischer nëse grupi hidroksil është në të djathtë molekula është një sheqer D, përndryshe është një sheqer L. Parashtesat "D-" dhe "L-" nuk duhet të ngatërrohen me "d-" ose "l-", të cilat tregojnë drejtimin që sheqeri rrotullon dritën e polarizuar të rrafshit. Kjo përdorim i "d-" dhe "l-" nuk ndiqet më në kiminë e karbohidrateve. [22]

Në figurën 2.1 shihen disa struktura të monosaharideve.

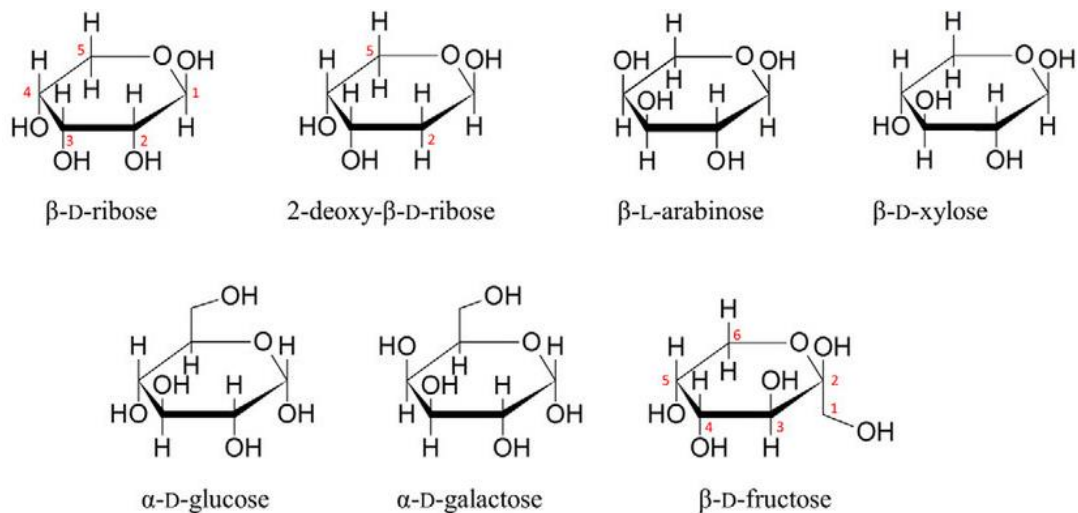


Figura 2. 1 Struktura e monosaharideve

Monosaharidet janë burimi kryesor për metabolizmin, duke u përdorur si një burim energjie (glukoza është më e rëndësishmja në natyrë) dhe në biosintezë. Kur monosakaridet nuk janë të nevojshme menjëherë nga shumë qeliza, ato shpesh shndërrohen në forma më efikase të hapësirës, shpesh polisaharide. Në shumë kafshë, përfshirë njerëzit, kjo formë e ruajtjes është glukogjen, veçanërisht në qelizat e mëlçisë dhe muskujve. Në bimë, niseshteja përdoret për të njëjtin qëllim. Karbohidrati më i bollshëm, celuloza, është një përbërës strukturor i murit qelizor të bimëve dhe shumë formave të algave. Riboza është një përbërës i ARN-së. Deoksiriboza është një përbërës i ADN-së. Likoza është një përbërës i likofoflavinës që gjendet në zemrën e njeriut. Ribuloza dhe xiluloza ndodhin në rrugën e fosfatit pentozë. Galaktoza, një përbërës i laktozës së sheqerit në qumësht, gjendet në galaktolipidet në membranat e qelizave bimore dhe në glikoproteinat në shumë inde.

Manoza ndodh në metabolizmin e njeriut, veçanërisht në glikozilimin e proteinave të caktuara. Fruktoza, ose sheqeri i frutave, gjendet në shumë bimë dhe njerëz, metabolizohet në mëlçi, absorbohet direkt në zorrë gjatë tretjes dhe gjendet në spermë. Trehaloza, një sheqer kryesor i insekteve, hidrolizohet shpejt në dy molekula glukoze për të mbështetur fluturimin e vazhdueshëm.

### 2.7.2 Disaharidet

Dy monosakaride të bashkuara quhen disaharid dhe këto janë polisaharidet më të thjeshta. Shembujt përfshijnë saharozë dhe laktozë. Ato përbëhen nga dy njësi monosaharide të lidhura së bashku nga një lidhje kovalente e njohur si një lidhje glikozidike e formuar përmes një reaksioni dehidrimi, duke rezultuar në humbjen e një atomi hidrogjeni nga një monosaharid dhe një grup hidroksil nga tjetri. Formula e disaharideve të pamodifikuara është  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Megjithëse ka shumë lloje të disaharideve, një pjesë e vogël e disaharideve janë veçanërisht të dukshme.

Saharoza, është disaharidi më i bollshëm dhe forma kryesore në të cilën karbohidratet transportohen në bimë. Është i përbërë nga një molekulë D-glukozë dhe një molekulë D-fruktozë. Emri sistematik i saharozës, O- $\alpha$ -D-glukopiranosil- (1  $\rightarrow$  2) -D-fruktofuranosid, tregon katër gjëra:

Monosaharidet e saj: glukoza dhe fruktoza.

Llojet e anazave të tyre: glukoza është piranozë dhe fruktoza është furanozë

Si lidhen ato së bashku: oksigjeni në numrin e karbonit 1 (C1) të  $\alpha$ -D-glukozës është i lidhur me C2 të D-fruktozës.

Prapashtesa –ozid tregon që karboni anomerik i të dy monosakarideve merr pjesë në lidhjen glikozidike.

Laktoza, një disaharid i përbërë nga një molekulë D-galaktozë dhe një molekulë D-glukozë, ndodh natyrshëm në qumështin e gjitarëve. Emri sistematik i laktozës është O- $\beta$ -D-galaktopiranozil- (1  $\rightarrow$  4) -D-glukopiranoza. Disaharidet e tjera të dukshme përfshijnë maltozë (dy D-glukoza të lidhura  $\alpha$ -1,4) dhe celulobiozë (dy D-glukoza të lidhura  $\beta$ -1,4).

Disaharidet mund të klasifikohen në dy lloje: disaharidet reduktuese dhe jo-zvogëluese. Nëse grupi funksional është i pranishëm në lidhjen me një njësi tjetër sheqeri, quhet disaharid reduktues ose biozë. Në figurën 2.2 shihen disa struktura të disaharideve.

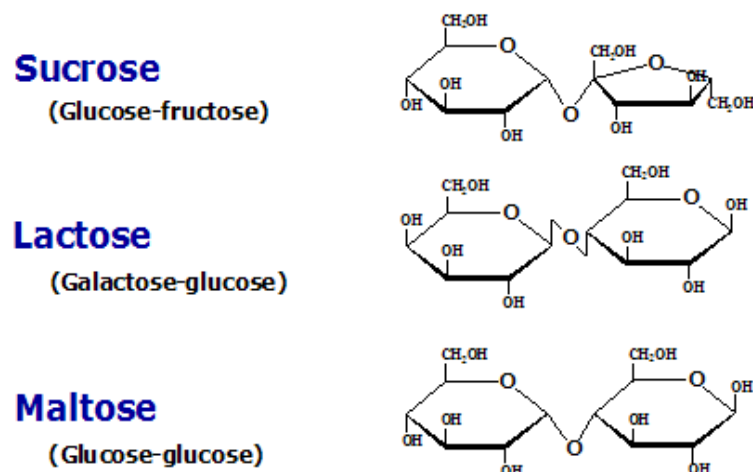


Figura 2. 2 Struktura e disaharideve



### 2.7.3 Polisaharidet

Polisakaridet janë karbohidratet më të bollshme që gjenden në ushqim. Ato janë karbohidrate polimerike me zinxhir të gjatë të përbërë nga njësi monosaharide të lidhura së bashku nga lidhje glikozidike. Ky karbohidrat mund të reagojë me ujë (hidrolizë) duke përdorur enzimat e amilazës në katalizator, i cili prodhon sheqerna përbërës (monosakaridet ose oligosaharidet). Ato variojnë në strukturë nga lineare në shumë të degëzuar. Shembujt përfshijnë polisakaridet e magazinimit të tilla si: niseshteja dhe glikogjeni, dhe polisakaridet strukturore si: celuloza dhe kitina.

Polisaharidet shpesh janë mjaft heterogjene, që përmbajnë modifikime të lehta të njësisë përsëritëse. Në varësi të strukturës, këto makromolekula mund të kenë veti të dallueshme nga blloqet e tyre monosaharide. Ato mund të jenë amorfe ose madje edhe të patretshme në ujë. Kur të gjithë monosakaridet në një polisakarid janë i njëjti lloj, polisaharidi quhet homopolisakarid ose homoglikan, por kur është i pranishëm më shumë se një lloj monosakaridi quhen heteropolisaharide ose heteroglikanë.

Polisaharidet, ndërkohë, kanë një formulë të përgjithshme të  $C_x(H_2O)_y$  ku  $x$  është zakonisht një numër i madh midis 200 dhe 2500. Kur njësitë përsëritëse në shtyllën kurrizore të polimerit janë monosaharide me gjashtë karbone, siç ndodh shpesh, formula e përgjithshme thjeshtësohet në  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , ku zakonisht  $40 \leq n \leq 3000$ .

Si rregull, polisaharidet përmbajnë më shumë se dhjetë njësi monosaharide, ndërsa oligosaharidet përmbajnë tre deri në dhjetë njësi monosaharide; por prerja e saktë ndryshon disi sipas konventës. Polisaharidet janë një klasë e rëndësishme e polimerëve biologjikë. Funkzioni i tyre në organizmat e gjallë zakonisht lidhet me strukturën ose me magazinimin. Amidoni (një polimer i glukozës) përdoret si një polisaharid depozitues në bimë, duke u gjetur në formën e amilozës dhe amilopektinës së degëzuar. Tek kafshët, polimeri i ngjashëm me glukozën nga ana strukturore është glikogjeni më i dendur me degë, ndonjëherë i quajtur "niseshte shtazore". Karakteristikat e glikogjenit lejojnë që ajo të metabolizohet më shpejt, gjë që i përshtatet jetës aktive të kafshëve në lëvizje.

Celuloza dhe kitina janë shembuj të polisakarideve strukturore. Celuloza përdoret në muret qelizore të bimëve dhe organizmave të tjerë dhe thuhet se është molekula organike më e bollshme në Tokë [23]. Ka shumë përdorime, si një rol të rëndësishëm në industrinë e letrës dhe tekstilit, dhe përdoret si lëndë e parë për prodhimin e pëlhurës prej fije artificiale (përmes procesit të viskozës), acetat të celulozës, celuloid dhe

nitrocelulozë. Kitina ka një strukturë të ngjashme, por ka degë anësore që përmbajnë azot, duke rritur forcën e saj. Ajo gjendet në ekzoskeletet e artropodëve dhe në muret qelizore të disa kërpudhave. Ai gjithashtu ka përdorime të shumëfishta, duke përfshirë fijen kirurgjikale. Në figurën 2.3 shihet struktura e një polisaharidi.

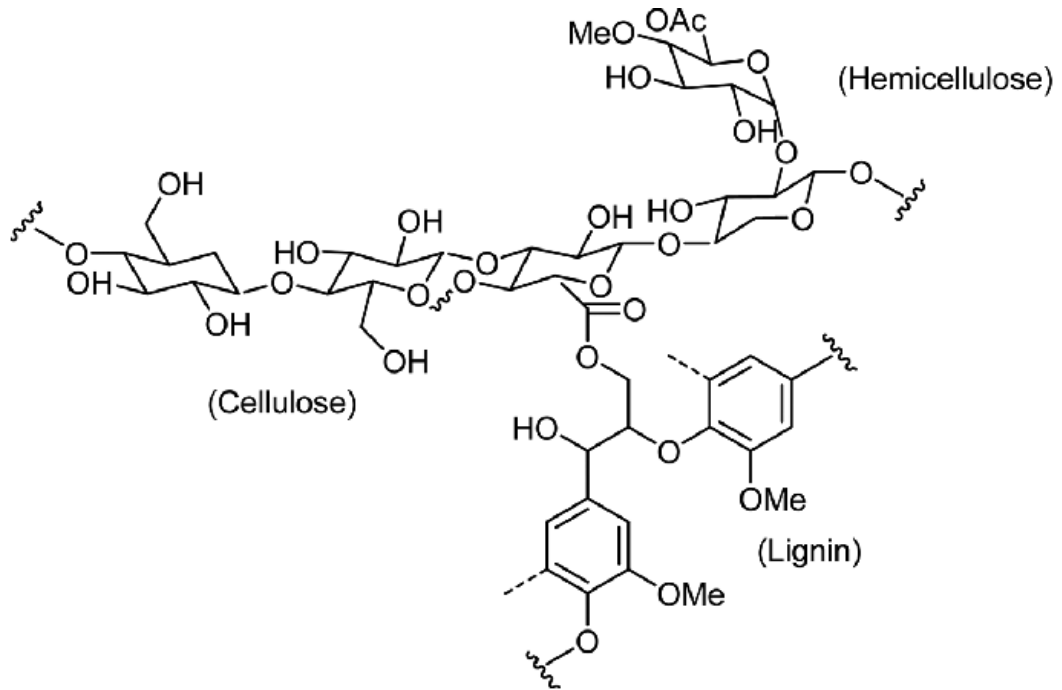


Figura 2. 3 Struktura e polisaharidit

## 2.8. Amidoni

Amidoni është një karbohidrat polimer, i përbërë nga njësi të shumta glukoze të bashkuara nga lidhje glukozidike. Ky polisakarid prodhohet nga shumica e bimëve të gjelbërta, si ruajtje e energjisë. Ky është karbohidrati më i zakonshëm në dietat njerëzore dhe përmbahet në sasi të mëdha në ushqime kryesore si patatet, misri, orizi, dhe gruri.

Amidoni i pastër është një pluhur i bardhë, pa shije dhe pa erë që nuk tretet në ujë të ftohtë ose alkool. Përbëhet nga dy tipe molekulash: amiloza lineare dhe spirallike dhe amilopektina e degëzuar. Në varësi të bimës, niseshtja zakonisht përmban 20 deri në 25% amilozë dhe 75 deri në 80% amilopektinë në peshë [24]. Glukogjeni, depoja e glukozës së kafshëve, është një version më i degëzuar i amilopektinës.

Në industri, niseshtja shndërrohet në sheqerna, për shembull duke u tretur, dhe fermentohet për të prodhuar etanol në prodhimin e birrës, uiski dhe biokarburanteve. Përzierja e shumicës së niseshtave në ujë të ngrohtë prodhon një pastë, siç është pasta e grurit, e cila mund të përdoret si një agjent trashës, ngurtësues ose ngjithës. Përdorimi më i madh industrial jo-ushqimor i amidonit është si ngjithës në procesin e prodhimit të letrës. Amidoni mund të vendoset në pjesë të disa rrobave para hekurosjes, për t'i forcuar ato.

### 2.8.1 Struktura e Amidonit

Derisa amilaza mendohej të ishte plotësisht e degëzuar, tani dihet që disa nga molekulat e saj përmbajnë disa pika të degës [25]. Amiloza është një molekulë shumë më e vogël se amilopektina. Rreth një e katërta e masës së kokrrizave të niseshtesë në bimë përbëhet nga amilaza, megjithëse ka rreth 150 herë më shumë amilazë sesa molekulat e amilopektinës.

Molekulat e amidonit rregullohen në bimë në granula gjysëm kristalore. Secila specie bimore ka një madhësi unike të grimcuar të niseshtesë: niseshteja e orizit është relativisht e vogël (rreth 2  $\mu\text{m}$ ), ndërsa niseshtat e patates kanë kokrriza më të mëdha (deri në 100  $\mu\text{m}$ ).

Amidoni bëhet i tretshëm në ujë kur nxehet. Granulat fryhen dhe shpërthejnë, struktura gjysmë kristalore humbet dhe molekulat më të vogla të amilozës fillojnë të dalin nga granula, duke formuar një rrjet që mban ujë dhe duke rritur viskozitetin e përzierjes. Ky

proces quhet xhelatinizim niseshteje. Gjatë gatimit, niseshteja bëhet një pastë dhe rritet më tej në viskozitet. Gjatë ftohjes ose ruajtjes së zgjatur të pastës, struktura gjysmë kristalore rimëkëmbet pjesërisht dhe pasta e niseshtesë trashet, duke nxjerrë ujë. Kjo është shkaktuar kryesisht nga retrogradimi i amilozës. Ky proces është përgjegjës për ngurtësimin e bukës, dhe për shtresën e ujit në majë të një xheli niseshteje.

Amilaza sintetike e bërë nga celuloza ka një shkallë të polimerizimit të kontrolluar mirë. Prandaj, mund të përdoret si një bartës i mundshëm i bartjes së ilaçeve. [26]

Në figurën 2.4 tregohet struktura e amidonit.

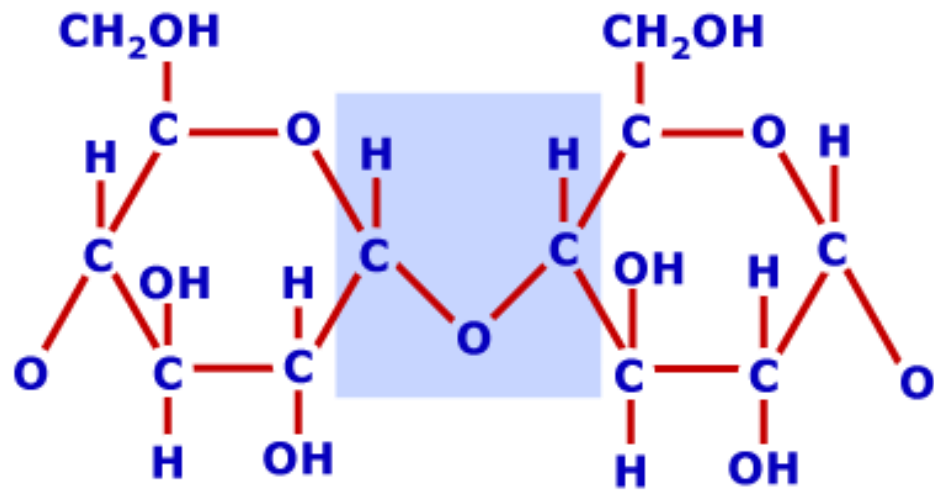


Figura 2. 4 Struktura e amidonit

## 2.8.2. Amidoni ne ushqime

Amidoni është karbohidrati më i zakonshmi në dietën njerëzore dhe gjendet në shumë ushqime kryesore. Burimet kryesore të marrjes së niseshtesë në të gjithë botën janë drithërat (orizi, gruri dhe misri) dhe perimet (patatet) [27]. Shumë ushqime të tjera me niseshte rriten, disa vetëm në klimë specifike, banane, elb, mel, tërshëra, patate të ëmbla, thekër, gështenja, gështenja uji, dhe shumë lloje fasulesh, të tilla si thjerrëzat, fasulet, bizelet dhe qiqrat.

Ushqime të përgatitura gjerësisht që përmbajnë niseshte janë buka, petullat, drithërat, petët, makaronat, qulli dhe tortilja.

Enzimata tretëse kanë probleme me tretjen e strukturave kristalore. Amidoni i papërpunuar tretet dobët në duodenum dhe zorrë të hollë, ndërsa degradimi bakterial zhvillohet kryesisht në zorrën e trashë. Kur niseshteja gatuhet, tretshmëria rritet.

Xhelatinimi i amidonit gjatë pjekjes së tortës mund të dëmtohet nga sheqeri që konkurron për ujë, duke parandaluar xhelatinimin dhe duke përmirësuar strukturën.

Para ardhjes së ushqimeve të përpunuara, njerëzit konsumonin sasi të mëdha të bimëve të amidonit të papjekura dhe të papërpunuara, të cilat përmbajnë sasi të larta të niseshtesë rezistente. Mikrobet brenda zorrës së trashë fermentuan niseshtenë, prodhuan acide yndyrore me zinxhir të shkurtër, të cilat përdoren si energji dhe mbështesin mirëmbajtjen dhe rritjen e mikrobeve. Ushqimet më të përpunuara treten më lehtë dhe lëshojnë më shumë glukozë në zorrën e hollë - më pak niseshte arrijnë zorrën e trashë dhe më shumë energji absorbohet nga trupi. Mendohet se kjo zhvendosje në shpërndarjen e energjisë (si rezultat i ngrënies së më shumë ushqimeve të përpunuara) mund të jetë një nga faktorët kontribues në zhvillimin e çrregullimeve metabolike të jetës moderne, përfshirë obezitetin dhe diabetin.

Raporti amilozë / amilopektinë, pesha molekulare dhe struktura e imët molekulare ndikon në vetitë fiziko-kimike si dhe në çlirimin e energjisë të llojeve të ndryshme të niseshteve. Për më tepër, gatimi dhe përpunimi i ushqimit ndikojnë ndjeshëm në tretshmërinë e niseshtesë dhe lirimimin e energjisë. Amidoni mund të klasifikohet si niseshte e tretshme shpejt, ngadalë e tretshme dhe rezistente. Granulat e amidonit të papërpunuar i rezistojnë tretjes nga enzimat njerëzore dhe nuk ndahen në glukozë në zorrën e hollë - ato në vend të kësaj arrijnë zorrën e trashë dhe funksionojnë si fibra dietike prebiotike. Kur granulat e niseshtesë xhelatinizohen dhe gatohen plotësisht, niseshtja bëhet lehtësisht e tretshme dhe çliron glukozën shpejt brenda zorrës së hollë.

Kur ushqimet me niseshte gatohen dhe ftohen, disa nga zinxhirët e glukozës rikristalizohen dhe bëhen rezistente ndaj tretjes përsëri. Niseshteja e tretshme ngadalë mund të gjendet në drithërat e papërpunuar, ku tretja është e ngadaltë por relativisht e plotë brenda zorrëve të holla. [28]

Si një shtesë për përpunimin e ushqimit, niseshtja e ushqimit përdoret zakonisht si trashës dhe stabilizues në ushqime të tilla si pudinga, krem karamele, supa, salca, gravie, mbushje byrekësh dhe salcë sallatash dhe për të bërë petë dhe makarona. Ata funksionojnë si trashës, zgjerues, stabilizues të emulsionit dhe janë lidhës të jashtëzakonshëm në mishrat e përpunuar.

## 2.9. Metodatat spektroskopike për identifikimin e karbohidrateve

Një numër i madh i teknikave analitike, janë zhvilluar për të matur përqendrimin total dhe llojin e karbohidrateve të pranishme në ushqime. Përmbajtja e karbohidrateve të një ushqimi mund të përcaktohet duke llogaritur përqindjen e mbetur pasi të jenë matur të gjithë përbërësit e tjerë: % karbohidrate = 100 - % lagështi - % proteinë - % lipid - % mineral. Sidoqoftë, kjo metodë mund të çojë në rezultate të gabuara për shkak të gabimeve eksperimentale në ndonjë nga metodat e tjera, dhe kështu që zakonisht është më mirë të matet drejtpërdrejt përmbajtjen e karbohidrateve për matje të sakta. Metodatat spektroskopike për identifikimin e karbohidrateve janë: metodatat kromatografike dhe elektroforetike, metodatat kimike, metodatat enzimike, metodatat fizike.

### 2.9.1. Metodatat fizike për identifikimin e karbohidrateve

Shumë metoda të ndryshme fizike janë përdorur për të përcaktuar përqendrimin e karbohidrateve në ushqime. Këto metoda mbështeten në të qenit një ndryshim në disa karakteristika fiziko-kimike të një ushqimi pasi përqendrimi i karbohidrateve ndryshon. Metodatat e përdorura zakonisht përfshijnë polarimetrinë, indeksin e përthyerjes, IK dhe densitetin.

## 2.9.2. Metoda infra e kuqe tek karbohidratet

Një material thith rreze infra të kuqe për shkak të dridhjeve ose rrotullimit të grupeve molekulare. Karbohidratet përmbajnë grupe molekulare që thithin rrezatimin infra të kuq në gjatësi vale ku askush nga përbërësit e tjerë kryesorë të ushqimit nuk përthith rrjedhimisht përqendrimi i tyre mund të përcaktohet duke matur thithjen infra të kuqe në këto gjatësi vale. Duke kryer matje në një numër të gjatësive të valëve specifike të ndryshme është e mundur të përcaktohet njëkohësisht përqendrimi i karbohidrateve, proteinave, lagështisë dhe lipideve. Matjet kryhen normalisht duke matur intensitetin e një vale infra të kuqe të reflektuar nga sipërfaqja e një mostre: sa më e madhe të jetë thithja, aq më e ulët është reflektimi. Instrumentet analitike të bazuar në thithjen infra të kuqe janë jo-shkatërrues dhe të aftë për matje të shpejta dhe për këtë arsye janë veçanërisht të përshtatshme për analiza online ose për përdorim në një laborator të kontrollit të cilësisë, ku shumë mostra analizohen në mënyrë rutinore.

Metodat më të sofistikuara instrumentale janë të afta të sigurojnë informacion në lidhje me strukturën molekulare të karbohidrateve, si dhe përqendrimin e tyre, p.sh., NMR ose spektrometria e masës.

## 2.10. Spektrofotometria IK me transformim Furier (FT-IR)

Kjo metodë është një variant bashkëkohor i SIK (Spektrofotometrisë në zonën infra të kuqe), 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.

Aparati bazohet në interferimetrin 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  $45^\circ$ . 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.[29]

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 (interference 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 faze është  $180^\circ$ . 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 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 Furier janë të njëjta me ato që përdoren SIK të zakonshme. Si detektorë përdoret zakonisht ai poroelektirk, por ka raste të përdorimit edhe të detektorëve me gjysmëpërçues. Spektrometrat IK me transformim Furier janë zakonisht aparate me një rezolucion  $4 \text{ cm}^{-1}$ . Aparatet më të mira përdoren për zona shumë më të gjera me rezolucion deri  $0.01 \text{ cm}^{-1}$ .

Spektroskopia me transformim Furier 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 Furier 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 Furier 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 njeshëm 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 Fourier 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 Fourier.

## 2.11 Joharmoniciteti dhe mbitonet

Deri tani janë trajtuar vetëm lëkundjet harmonike. Joharmoniciteti mekanik vërehet atëherë kur forca kthyesë nuk është linearisht e përpjesshme me koordinatën e zhvendosjes berthamore. Ndërsa joharmoniciteti elektrik vërehet atëherë kur ndryshimi i momentit dipolar nuk është i përpjesshem me koordinatën e zhvendosjes berthamore. Në qoftë se një lëkundje është mekanikisht harmonike, tabloja klasike e një paraqitje grafike të zhvendosjes berthamore përkundrejt kohës është një valë sinusoidale ose kosinusoidale (Fig. 1.8). Në qoftë se është i pranishëm joharmoniciteti mekanik, paraqitja grafike do të jetë periodike por jo një valë e thjeshtë sinusoidale ose kosinusoidale. Një rrjedhim i joharmonicitetit mekanik qëndron në faktin se frekuenca e lëkundjes nuk është me tërësi të pavarur nga amplituda sikurse është në rastin harmonik.

Në qoftë se paraqitet grafikisht momenti dipolar përkundrejt kohës për një lëkundje klasike, rezulton një valë periodike por jo sinusoidale dhe kjo ndodh vetëm atëherë kur joharmoniciteti i pranishëm është mekanik ose elektrik. Sidoqoftë, çdo funksion i tillë periodik mund të zërthehet në përzierje të thjeshtë sinusi ose kosinusi (Fig. 1.8), ku frekuencat janë shumëfish numrash të plote të frekuencave të lëkundjeve themelore (analizat Fourier).

Kjo do të thotë se në qoftë se lëkundja molekulare është joharmonike, momenti dipolar do të lëkundet me frekuencë themelore dhe shumëfish numrash të plote, që emërtohen: mbitoni i parë themelor, mbitoni i dytë, etj. Këto lëkundje të momentit dipolar mund të veprojnë me rrezatimin elektromagnetik, i cili ka gjithashtu frekuencë themelore dhe shumëfish numrash të plote. Intensiteti i një absorbimi të mbitonit varet nga shkalla e joharmonicitetit në lëkundje. Mbitonet mund të dallohen në spektrin infra të kuq, por zakonisht ato janë tepër të dobët, që do të thotë se ndonëse nga matjet lëkundjet molekulare janë joharmonike,

joharmoniciteti nuk eshte i madh dhe mund te menjanohet me ane te nje perafrimi mjaft te mire.[30]

## 2.12 Spektrofotometria derivative

Lakoret spektrale të absorbimit mund të japin më shumë informacion analitik të vlefshëm kur ndërtohen lakoret derivative, në të cilat paraqitet varësia e derivatit të parë ose e rrethave më të larta të absorbancës ose transmitancës ndaj gjatësisë së valës. Kjo teknikë ka qenë e njohur herët, qysh në vitin 1955, duke përdorur aparatet të ndërlikuar, të ndërtuara posaqërisht për këtë qëllim (SF me gjatësi vale të dyfishtë). Zhvillimi i mikrokompjuterave dhe futja e tyre në aparaturat spektrofotometrike ka bërë që metoda të këtë përdorim relativisht të gjërë. Spektrat derivativë bëjnë të mundur: (i) nxjerrjen në dukje të detajeve spektrale të cilat nuk dallohen në spektrin e zakonshëm, pra nëpërmjet spektrave derivative mund të merret më shumë informacion për strukturën e lëndës që studiohet, (ii) mënjanimin e interferencave spektrale të matricës ose përcaktimin në një përzirje të specieve të cilat absorbojnë në zona spektrale që mbimbulojnë. Përdorimet më të shumta të spektrofotometrisë derivative janë në analizën cilësore. Lakoret e zakonshme të absorbimit molekular janë shiritat të trajtës së lakores së Gausit (shih figuren 2.5). Lakoret derivativë deri në rendin e katërt kanë trajta si ato të paraqitura në figurën . Shihet se lakoret e derivateve të rendit të parë dhe tretë mund të shërbejnë për të përcaktuar me saktësi vlerën e gjatësisë së valës që i takon absorbimit maksimal. Derivatet e rendit të dytë dhe të katërt paraqesin një pikë qendror, i cili është më i ngushtë sesa pikë i rendit zero por me lartësi të njëjtë. Duket qartë që aftësia zgjidhëse përmirsohet në lakoret e rrethave cifte dhe kjo bën të mundur ndarjen e dy shiritave të absorbimit të cilët mbimbulojnë në spektrin e rendit zero. [31] Në rastet kur kemi disa lëndë në përzirje dhe në spektrin zero vërehet vetëm një pikë. Ndërkaq, nëse aplikohen spektrat derivativë japin pikë të vecantë mjaft të dallueshme nga njëri-tjetri. Në mënyrë të ngjajshme mund te mënjanohet ndikimi i absorbancës së një papastërtie e cila absorbin në gjatësinë e valës së absorbimit të analitit. Për përcaktimet sasiore të bazuara në lakoret derivativë maten lartësitë e pikeve. Një kufizim në përdorimin e spektrofotometrisë derivative përbën keqësimi i raportit sinjal/zhurme në spektrinë derivativ në krahasim me spektrin e zakonshëm, prandaj metoda përdoret me sukses në ato zona spektrale ku ky raport është i lartë.

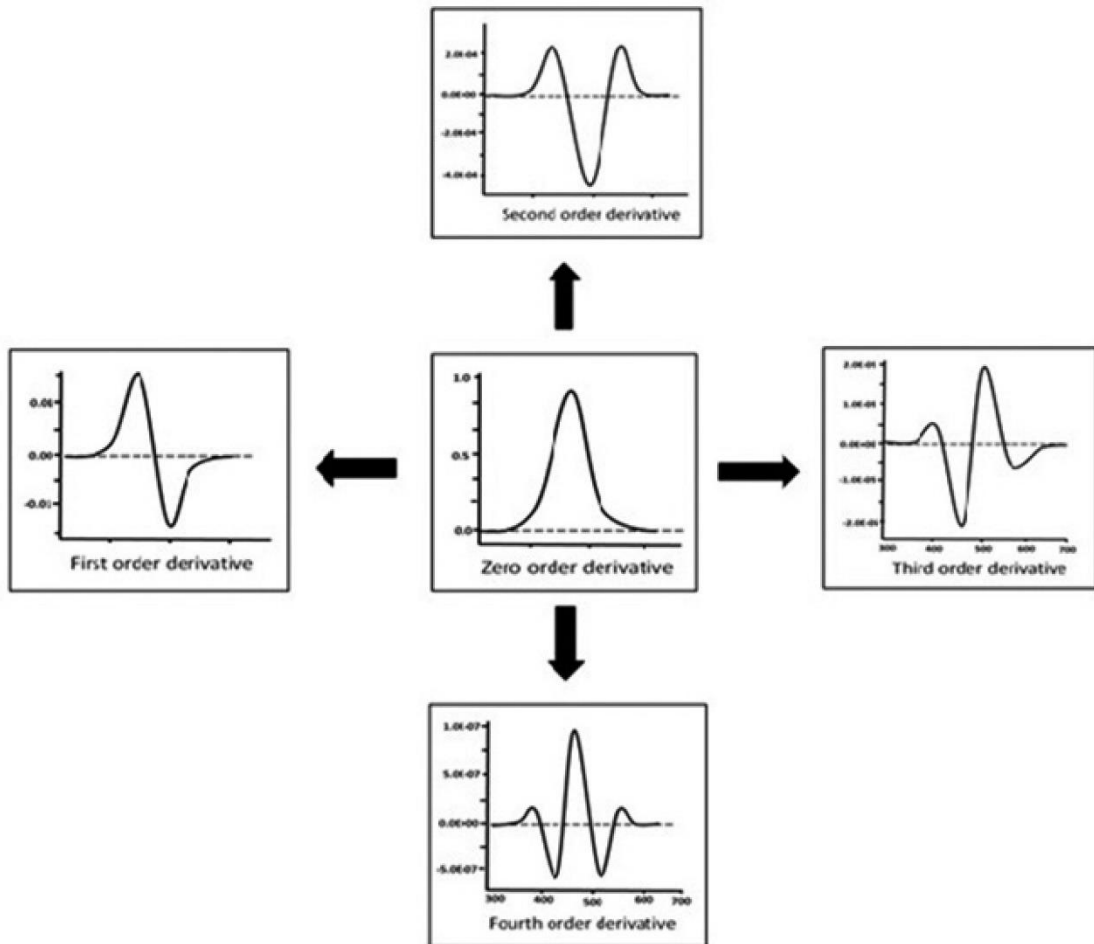


Figura 2. 5 Lakorja e zakonshme e absorbimit të një lënde dhe lakoret derivative të absorbimit të rrethave 2 deri 4

Spektrat derivativ mund të merren nëpërmjet vendosjes në aparat të një pajisjeje të modulimit të gjatësive të valës, e cila bën që tufat e rrezatimeve me një ndryshim të vogël të gjatësive të valës (1-2nm) ndërmjet tyre të kalojnë në menyrë alternative nëpër kyvetën e mostrës dhe aparti regjistron diferenën ndërmjet sinjaleve gjate gjithë procesit të skanimit. Një menyrë tjetër e marrjes së spektrave derivativë bazohet në vendosjen në qarkun elektronik të përpunimit të sinjalit të absorbimit të një skeme për derivimin automatik. Por mënyra më e përdorshme sot për fitimin e spektrave derivativë bazohet në përdorimin e mikrokompjuterave të integruar në sistemin e përpunimit të sinjalit të absorbimit. Në amidon vibrimet kryesor janë në regjionin  $1000-1200\text{ cm}^{-1}$  dhe ka publikime nga grup autorësh të cilët e aplikojnë raportin e intensitetit në frekuenca 995:1022 dhe raportin 1045:1022 si indikatorw për karakterizimin e amidonit [33]

Tabela 2. 1. Karakteristikat vibrues të grupeve funksionale të lipideve dhe Karbohidrateve

Numri	Valor $\text{cm}^{-1}$	Lidhjet
	3095-3075	(CH)C=CH <sub>2</sub> (Terminal, vinilik)
	3010	=C-H tendosje (Lipide)
	2956	CH <sub>3</sub> tendosje asimetrike
	2920	CH <sub>2</sub> tendosje asimetrike
	2870	CH <sub>3</sub> tendosje simetrike
	1750-1800	(CH)C=CH <sub>2</sub> (mbitone terminale vinilik)
	1775	C=O grupi karbonil në anhidrure të konjuguara
	1720-1740	C=O grupi karbonil në aldehide
	1650-1566	C=C tendosese në alkene ciklike
	3410	OH (glukozë)
	1000-1200	C-O, C-C, C-O-H (deformuese), C-O-H (valente) në amidon

#### 2.14. Parimet teorike te Refraktometrise

Refraktometria është metodë që merret me përcaktimin e **indeksit të thyerjes së dritës** ose **indeksit të refrakcionit**. Shpejtësia e dritës në vakum është gjithmonë e njëjtë. Kur drita lëviz nëpër një ambient tjetër, atëherë udhëton shumë më ngadalë si rezultat i proceseve të vazhdueshme të interaksionit (absorpsionit dhe emisionit) me atomet dhe molekulat e ambientit. 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 në vakum, krahasimi bëhet ndaj ajrit, në ç, rast merr edhe shprehjen **indeksi i refrakcionit relativ** ( $n_r$ ).

$$n = \frac{v_{vv}}{v_{ss}} \quad n_r = \frac{v_{vd}}{v_{ss}}$$

$v_{vv}$  – shpejtësia e përhapjes së dritës në vakum (m/s)

$v_{ss}$  –shpejtësia e përhapjes së dritës në ambientin e analizimit (m/s)

$v_{vd}$  – shpejtësia e përhapjes së dritës në ajër (m/s)

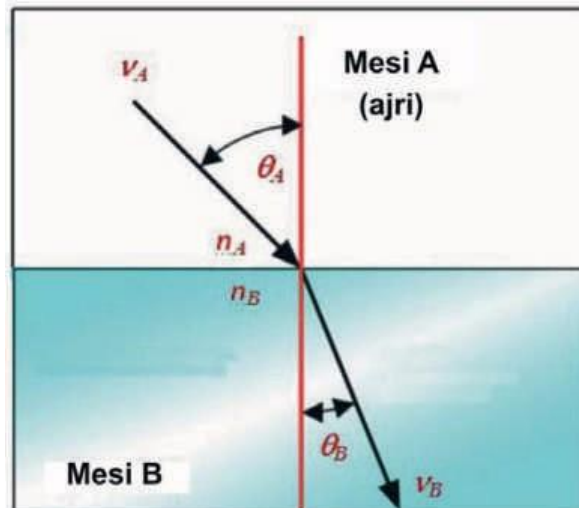


Figura 2. 6 Thyerje e dritës në sipërfaqen kufitare midis dy ambienteve

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 (shih figuren 2.6)

Indeksi i refrakcionit është madhësi pa dimensione dhe varet prej natyrës së ambientit, temperaturës 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, 3000 dhe 1, 7000.

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 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 lëngtë 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 është 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 [32]. Numri jodik paraqet numrin e jodit të vendësuar në lidhjet dyfishe andaj në rastin tone bazuar në indeksin e refraksionit në mënyrë indirekte do ta dijmë numrin e lidhjeve dyfishe.

### 2.13. Hulumtimi i interaksioneve ndërmjet karbohidrateve dhe lipideve

Amidoni ka një strukturë grimcore heterogjene, gjysëm kristallore. Struktura mund të ndikojë në sjelljen e vetitë e saj në ushqime dhe bioplastikë. Një varg metodologjish janë të përdorura për të studiuar strukturën e amidonit si psh., Kalorimetria e skanimit diferencial, rezonanca bërthamore magnetike <sup>13</sup>C, difraksioni i rrezeve X dhe spektroskopia infra e kuqe me transformim Fourier (FTIR). Pavarësisht nga preferencave të FTIR si një metodologji e shpejtë, jo shkatërruese për mostrën, aktualisht nuk ka asnjë sistematikë e qartë që përcaktohet marrëdhënia sasiore midis frekuencave spektrale FTIR dhe strukturës në tërësi të amidonit. Këtu, ne i nënshtrojmë disa mostra amidoni të tretura në vaj të lulediellit dhe në mënyrë sistematike ndërlidhin spektrat FTIR me masat e tjera të strukturës së amidonit si dhe interaksionin kimik në mes lipideve dhe përbërësve të amidonit. Ne demonstrojmë që FTIR është një mjet që mundet të përcakton në mënyrë cilësore të identifikon interaksionin duke u bazuar në grupet funksionale që mund të shfaqen apo mund të zhduken.

## KAPITULLI III

### 3. METODOLOGJIA

Për këtë hulumtim puna eksperimentale është kryer në laboratorin e Kimisë Orga-nike 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
- Refraktometër të Abbeut digjital AR2008
- Dritare CaF<sub>2</sub>
- Erlenmajer
- Reshov elektrik

#### 3.1.1 Materialet dhe reagjentët e përdorur

Mostrat që janë marrë për analizë janë:

1. vaj luledielli komercial në tregun vendor
2. Amidon puriss. p.a. Merck.
3. Glukozë puriss p.a. Biochempharma

Ndërsa reagjentët e përdorur janë:

1. Aceton p.a. Biochempharma

### 3.1.2. Përgaditja e mostrave për analizën me FT-IR

Mostrat e pregaditura si vijon:

1. Vaj i pastër komercial 25 ml
2. Vaj luledielli 25 ml me 1 g glukozë
3. Vaj luledielli 25 ml me 1 g amidon
4. Vaj luledielli 25 ml me 1 g glukozë (e trajtuar termikisht deri në pikë tymosje për 5 minuta)
5. Vaj luledielli 25 ml me 1 g amidon (e trajtuar termikisht deri në pikë tymosje për 5 minuta).

### 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  $700\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ . Është zgjedhur të matet absorbanca. Rezolucioni i punës së instrumentit ka qenë  $4\text{ cm}^{-1}$  dhe numri i skanimeve ka qenë 16, ku në fund të skenimit të secilit lloj është bërë mbimbulimi i spektrave për krahasim.

Për inçizim të spektrave në regjionin  $700\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$  dhe krahasim të tyre të marra për shqyrtim është marrë një sasi e vogël e mostrës dhe është vendosur në mes dy dritareve të  $\text{CaF}_2$ , 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  $\text{CaF}_2$ . Në fund të secilit skanim është bërë pastrimi i dritareve me acetone dhe në fund janë tharë me palomë.

Të gjithë spektrat për secilën mostër janë ruajtur në formë elektronike dhe më pas është bërë mbimbulimi i spektrave për të bërë krahasimin e tyre, ku janë paraqitur në figurat e paraqitura në vijim.

Procedura eksperimentale e matjeve me Refraktometër është bërë si në vijim: Përcaktimi me refraktometrin e Abe-së - Mostres cilës duhet ti përcaktohet indeksi i refrakcionit vendoset midis dy prizmave), në ç, rast krijohet prej mostres së lëngët një film i hollë midis dy prizmave. Rrezet e dritës binë 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. Shënohet indeksi i refrakcionit . Njëkohësisht shënohet edhe temperatura në termometrën. 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)



Figura 3. 1 Refraktometri i Abe-ut

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 tabelen 3.1

Tabela 3. 1 Rezultatet e indeksit refraksionit dhe numrit jodik për mostrat e analizuar

Mostra	Indeksi	Numri Jodik
Vaji i paster	1.4747	147.2689
Vaj me amidon	1.4752	151.5998
Vaj me amidon i trajtuar	1.4744	144.6704
Vaj me glukoze	1.4749	149.0013
Vaj me glukoze i trajtuar	1.4746	146.4027

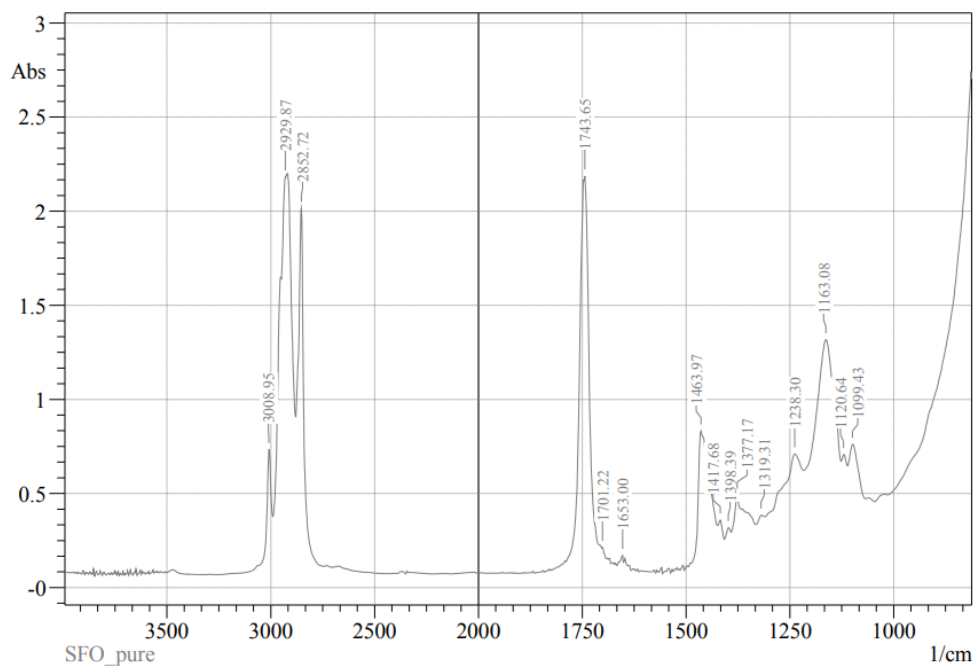


Figura 3. 2 Spektri i derivatit baze i vajit te paster te patrajtuar

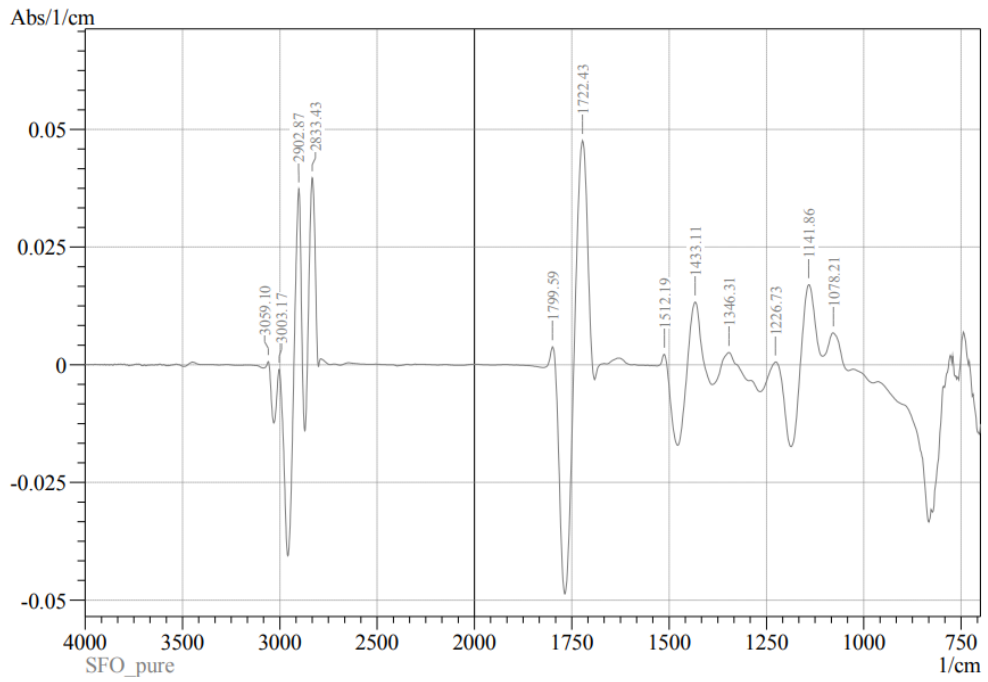


Figura 3. 3 Spektri i derivatit te parë i vajit te paster te patrajtuar

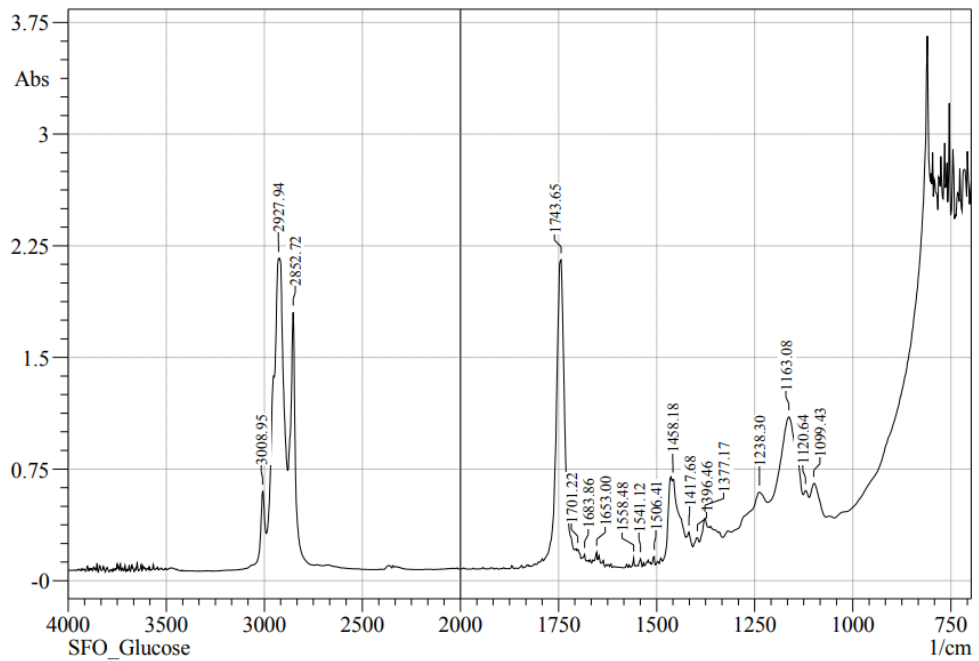


Figura 3. 4 Spektri i derivatit baze i glukozes në vaj të patrajtuar

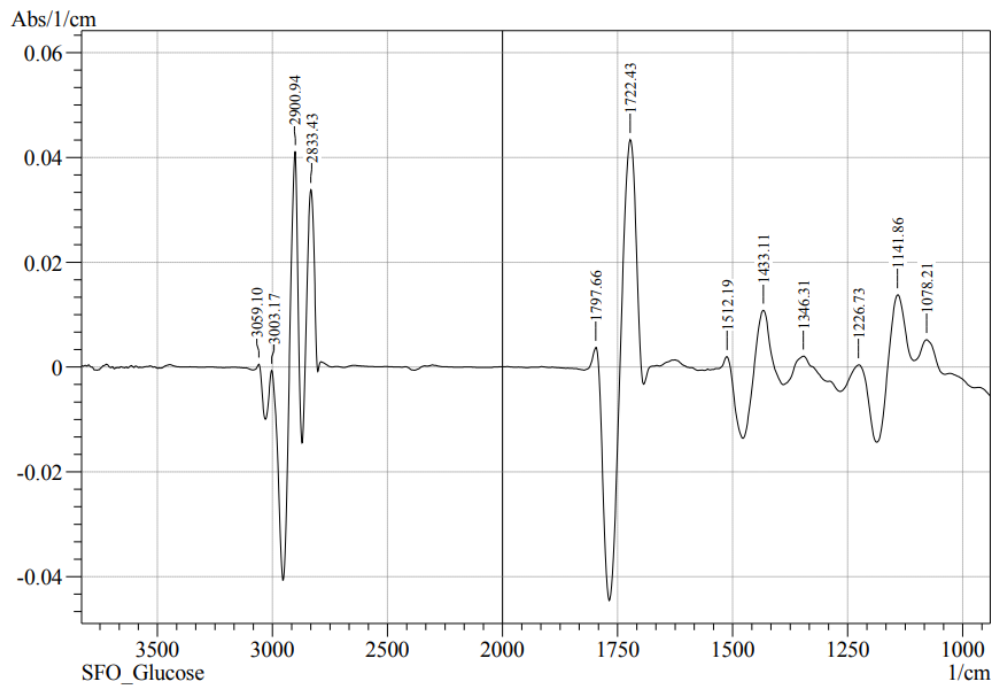


Figura 3. 5 Spektri i derivatit te parë i glukozes se pajtuar

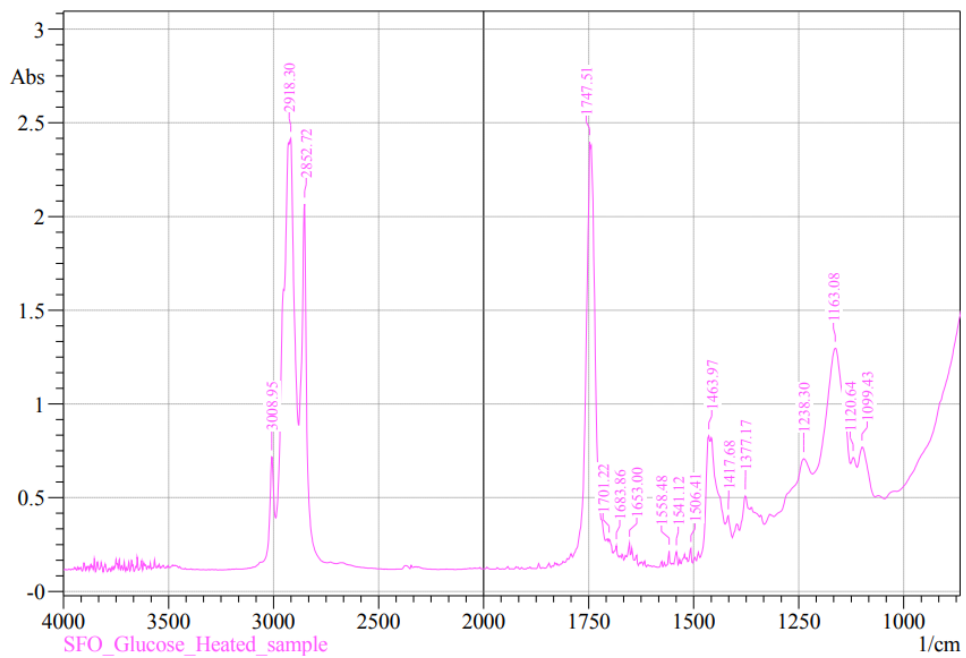


Figura 3. 6 Spektri i derivatit baze i glukozes se trajtuar

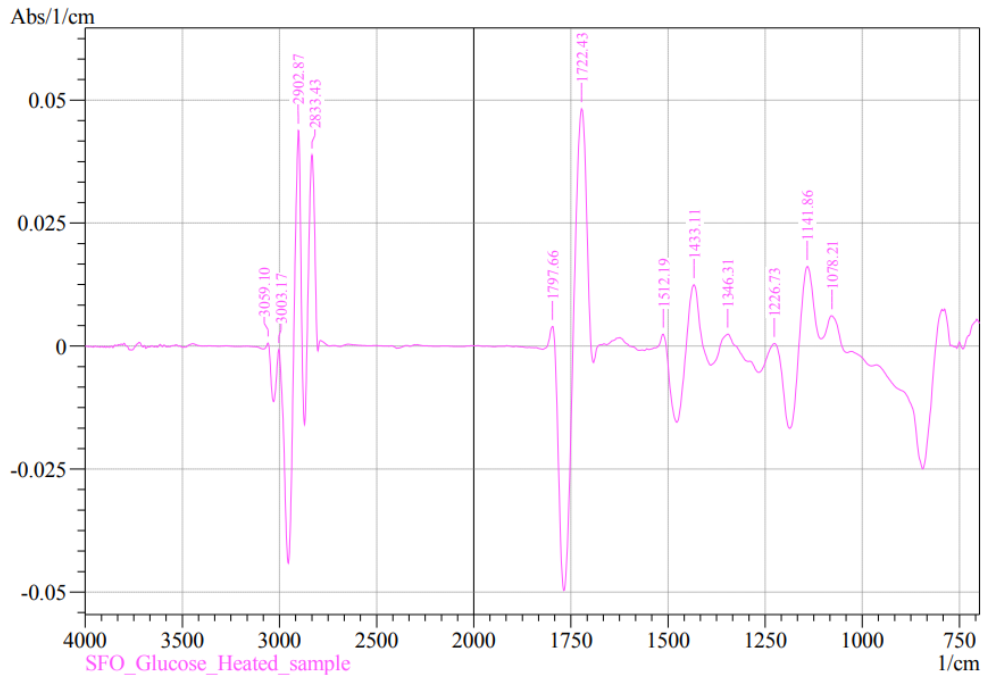


Figura 3. 7 Spektri i derivatit te parë i glukozes se trajtuar

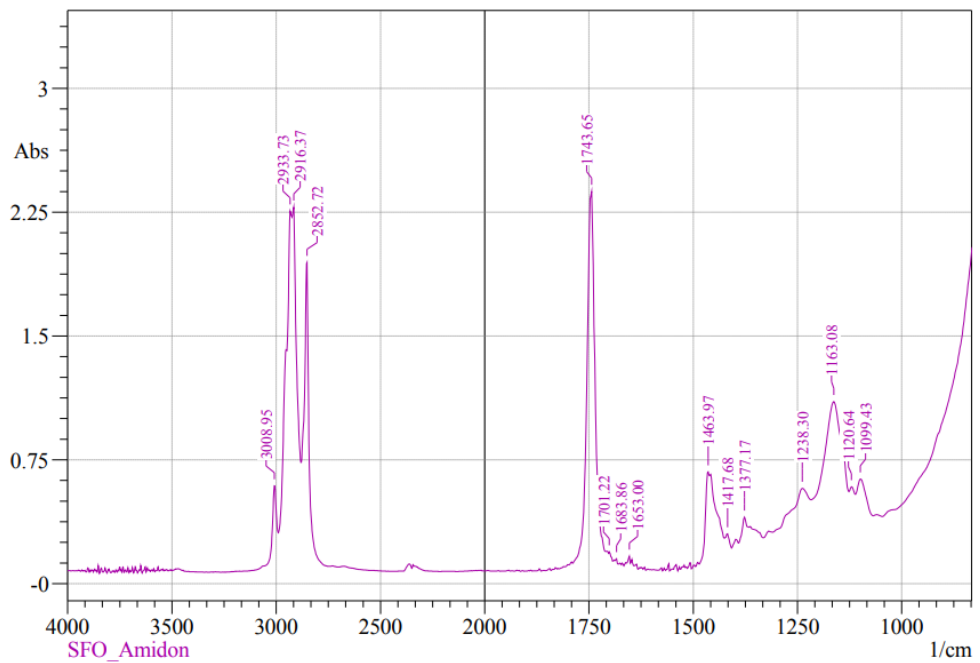


Figura 3. 8 Spektri i derivatit baze i amidonit i patrajtuar

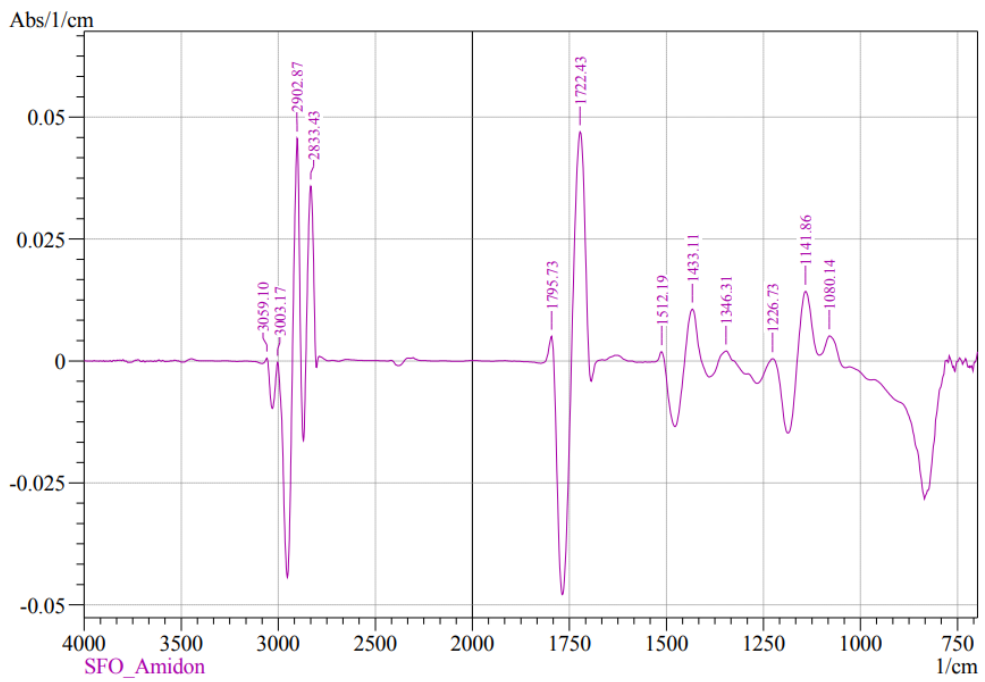


Figura 3. 9 Spektri i derivatit te pare i amidonit i patrajtuar

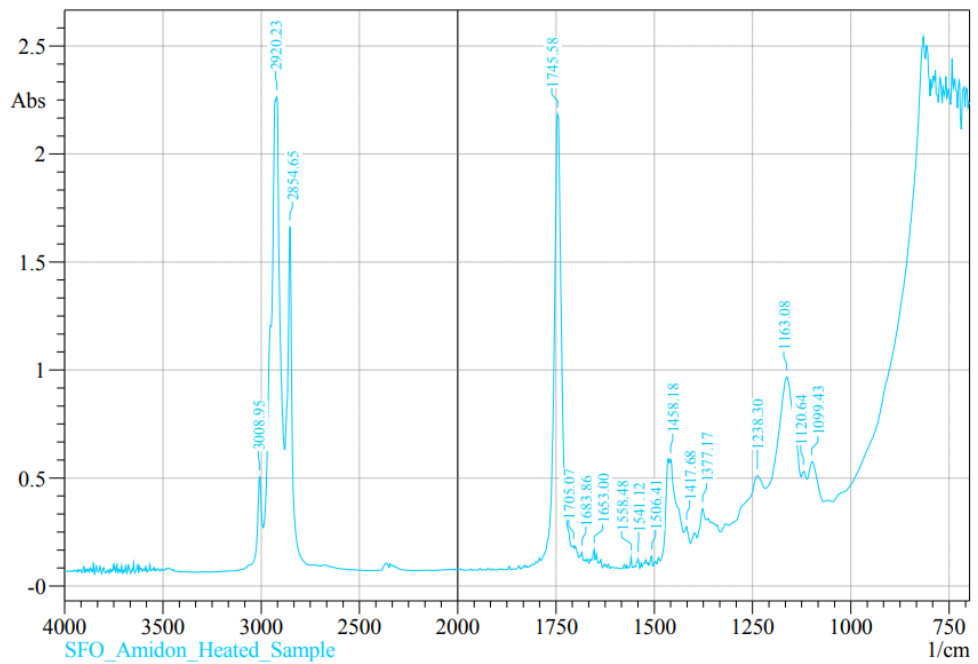


Figura 3. 10 Spektri i derivatit baze i amidonit i trajtuar

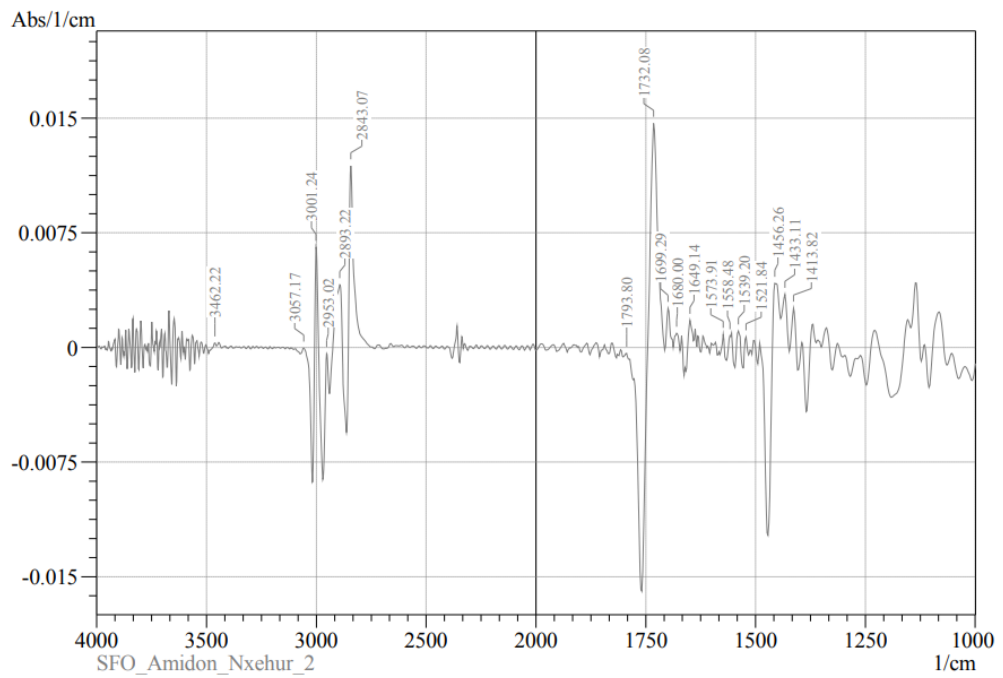


Figura 3. 11 Spektri i derivatit te pare i amidonit i trajtuar

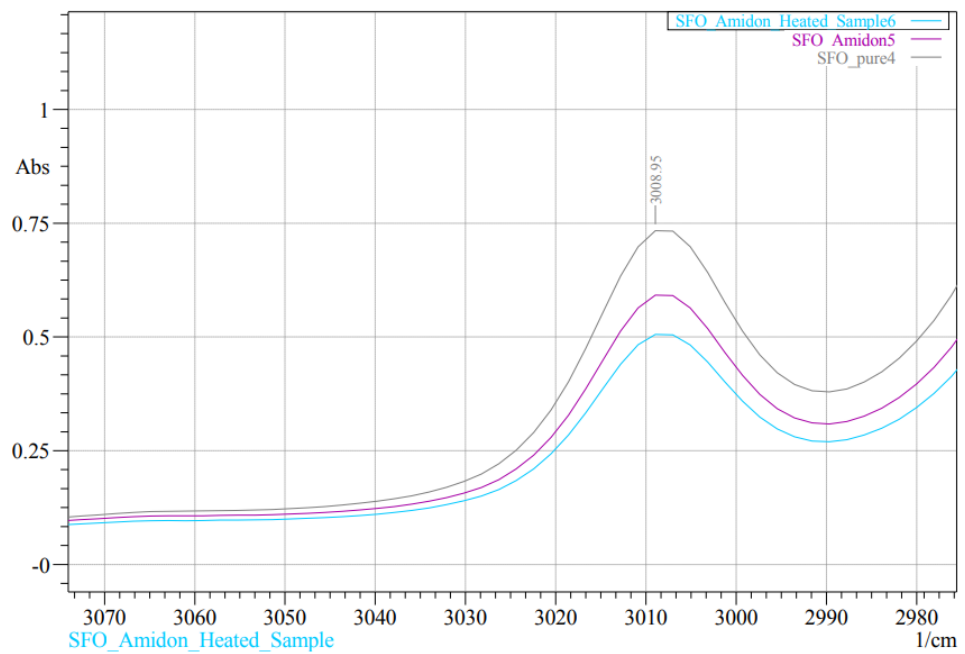


Figura 3. 12 Mbimbulimi i tre spektrave të vajit të pastër, vajit me amidon si dhe vajit me amidon i nxehur në regjionin e inqizuar spektral nga 2950  $\text{cm}^{-1}$  deri 3100  $\text{cm}^{-1}$

Në figurën 3.1 janë paraqitur frekuencat e llojeve të vajrave të analizuar.

Tabela 3. 2 Frekuenca e vajrave të analizuar

M1	MX	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
3008	3008	<b>3059</b>	3008	3059	3008	3059	3008	3059	3008	3462
2929	<b>2918</b>	3003	2927	3003	<b>2918</b>	3003	2929	3003	2920	3057
2852	2852	<b>2902</b>	2852	<b>2900</b>	2852	2902	2852	2902	2854	3001
1743	<b>1747</b>	2833	1743	2833	<b>1747</b>	2833	1743	2833	1745	2953
1701	1701	<b>1799</b>	1701	<b>1797</b>	1701	1797	1701	<b>1795</b>	1705	2893
1653	1683	1722	1683	1722	1683	1722	1683	1722	1683	2843
1463	1653	1512	1653	1512	1653	1512	1653	1512	1653	1793
1417	1558	1433	1558	1433	1558	1433	1463	1433	1558	1732
1398	1541	1346	1541	1346	1541	1346	1417	1346	1541	1699
1377	1506	1226	1506	1226	1506	1226	1377	1226	1506	1680
1319	1463	1141	1458	1141	1463	1141	1238	1141	1458	1649
1238	1417	1078	1417	1078	1417	1078	1163	1080	1417	1573
1163	1377		1396		1377		1120		1377	1558
1120	1238		1377		1238		1099		1238	1539
1099	1163		1238		1163				1163	1521
	1120		1163		1120				1120	1456
	1099		1120		1099				1099	1433
			1099							1413

M1-Vaji i pastër i spektrit bazë

MX-Vaji i pastër i nxehur spektri baze

M2-Vaji i paster spektrit i derivatit të parë

M3-Vaji me glukozë e PT, spektri baze

M4-Vaji me glukozë e PT, spektri baze i derivatit të parë

M5-Vaji me glukozë e T, spektri baze

M6-Vaji me glukozë e T, spektri i derivatit të parë

M7-Vaji me amidon e PT, spektri baze

M8-Vaji me amidon e PT, spektri i derivatit të parë

M9-Vaji me amidon e T, spektri baze

M10-Vaji me amidon e T, spektri i derivatit të parë



## KAPITULLI IV

### DISKUTIMI I REZULTATEVE

Në diskutimin e rezultateve nisur nga spektrat bazë të tyre nuk ka dallime të theksuara përveç disa 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. Por me qëllim që të vërehen dallime më të theksuara ne kemi aplikuar spektroskopinë derivative me qëllim identifikimin e frekuencës në maksimumin e absorbimit të saj por edhe në ndarjen e pikeve në rastet kur kemi interferencë nga dy ose më shumë pike.

Kështuqë nëse i krahasojmë mostrat M1 (vaji i pastër i patrajtuar termikisht spektri bazë) dhe M2 (vaji i pastër i patrajtuar termikisht spektri I derivatit të parë) vërehet se në spektrin e derivuar vërehet piku 3059  $\text{cm}^{-1}$  dhe 1799  $\text{cm}^{-1}$  dhe shumë pike të tjera që zakonisht janë në regjionin e gjurmëve të gishtërinjëve dhe këto janë karakteristike e çdo molekule dhe sit ë tilla janë më komplekse andaj edhe nuk do ti trajtojmë në këtë nivel.

**3059  $\text{cm}^{-1}$**  kjo frekuencë bëhet e dukshme vetëm pas derivimit të spektrit bazë dhe sipas raportimit nga artikuj të publikuar ai I takon grupit funksional të alkeneve  $(\text{CH})\text{C}=\text{CH}_2$  apo I referuar si C-H (terminal, vinil) që disa hulumtues të tjerë e kanë identifikuar në regjionin 3095-3075  $\text{cm}^{-1}$  bazuar në spektrin bazë andaj në derivation e parë ne e kemi identifikim të jetë rreth 3060  $\text{cm}^{-1}$  dhe nëse ky grup funksional është në sasi të vogël ai nuk është I dallueshëm në spektrin bazë përshkak të interferencave por nëse e përdorim spektroskopinë derivative ai pik bëhet I dallueshëm dhe mund të aplikohet për qëllime identifikimi apo ato sasiore.

**1799  $\text{cm}^{-1}$**  njejtë edhe ky pik si ai paraprak bëhet i dukshëm vetëm pas derivimit të spektrit bazë dhe sipas raportimit nga artikuj të publikuar edhe ky I takon grupit funksional të karbonit të pangopur  $(\text{CH})\text{C}=\text{CH}_2$  apo I referuar si C-H (terminal, vinil mbitone) që disa hulumtues të tjerë e kanë identifikuar në regjionin 1800-1750  $\text{cm}^{-1}$  bazuar në spektrin bazë andaj në derivatin e parë ne e kemi identifikim të jetë rreth 1799  $\text{cm}^{-1}$  dhe nëse ky grup funksional është në sasi të vogël ai nuk është i dallueshëm në

spektrin bazë përshkak të interferencave nga piket madhore por nëse e përdorim spektroskopinë derivative ai pik bëhet I dallueshëm dhe mund të aplikohet për qëllime identifikimi apo ato sasiore.

Mostra M3 paraqet vajin e lulediellit me glukozë dhe I cili nuk është trajtuar termikisht dhe bazuar në spektrin bazë shumica e pikeve janë të njejta me përjashtim të pikut I cili në vajin e pastër është në 2929  $\text{cm}^{-1}$  ndërsa në prani të glukozës ai pëson një zhvendosje e lehtë e cila I atribuohet interaksionit me lipidet nga vaji. Pik tjetër I vërejtur është piku 1683  $\text{cm}^{-1}$  që I takon vibrimit të karbonëve të pangopur C=C që poashtu rezulton të vjen nga interaksioni mes përbërësve në interaksion.

Konfirmime të tjera për interaksion do të përcjellim nga spektrat derivativë që janë dukshëm më informativ.

Në M4 është paraqit spektri I derivuar I mostrës së vajit me glukozë I patrajtuar termikisht dhe ky për dallim nga spektri I derivuar pa prani të glukozës vërehet që disa frekuenca janë të zhvendosura si psh., në mostrën me vaj të pastër piket 2902  $\text{cm}^{-1}$  dhe 1799  $\text{cm}^{-1}$  zhvendosen nëse në të njejtin vaj shtojm glukozë gjegjësisht tash piku 2902  $\text{cm}^{-1}$  është zhvendosur në frekuencën 2900  $\text{cm}^{-1}$  dhe 1797  $\text{cm}^{-1}$ . Pra nëse duhet ti sqarojmë se çfarë grupe funksionale bëjnë vibrime në këto frekuenca atëherë për pikun 1799  $\text{cm}^{-1}$  tashmë e kemi të sqaruar se I takon karbonit të pangopur C-H (mbitone terminal, vinilik) ndërsa frekuenca 2900  $\text{cm}^{-1}$  është vibrim asimetric I grupit metilik. Zhvendosje e frekuencave për këto dy grupe jep të kuptohet se interaksioni me glukozën ndodh përreth këtyre grupeve funksionale pra interaksion në karbonat fqinjë të grupit metilik si dhe në afërsi të karbonit të pangopur terminal vinilik të tipit mbitone (overtone ang).

Trajtimi termik I vajit me glukozë (M5) duhet krahasuar me M3 vajin e pastër apo spektrin e derivuar ta krahasojmë me M4. Sipas saj shihet se në këtë rast trajtimi termik nuk sjell interaksione më aktive gjë që ishte e pritshme sepse zhvendosjet e pikeve 1747  $\text{cm}^{-1}$  dhe 2918  $\text{cm}^{-1}$  nuk vijnë nga interaksioni me glukozë por janë zhvendosje të natyrshme të vajit gjatë trajtimit të tij termik në gjendje të pastër kjo dëshmohe se të njejtat frekuenca janë edhe në trajtimin e vajit të pastër. Pra nuk kemi interaksion me glukozë gjatë trajtimit termik. Spektri I derivuar I vajit me glukozë nuk pëson ndryshime për dallim nga e njejta mostër e patrajtuar nëse I krahasojmë frekuencat e spektrave të derivuara.

Mostrat M7 dhe M8 paraqesin të njejtën mostër pra vajin e patrajtuar me amidon por njëra paraqet frekuencat e spektrit bazë dhe tjetra atë të derivuar. Krahasimi i tyre duhet

të bëhet me frekuencat e grupit M1 dhe M2 që janë vetëm për vajin bazë të patrajtuar sepse dallimet mes tyre janë vetëm prezenca e amidonit. Bazuar në spektrin bazë të kësaj përzierje ajo aspak nuk dallon nga vaji I pastër prat ë gjitha frekuencat janë të njëjta por në rastin kur e kemi aplikuar spektrin e derivuar kemi vërejtur se zhvendosjen e pikut nga 1799  $\text{cm}^{-1}$  te vaji I pastër kalon në 1795  $\text{cm}^{-1}$ . Dhe rasti I fundit paraqet mostrën ku e njëjta mostër paraprake tashmë është trajtuar termikisht dhe këtu kemi shumë zhvendosje të disa pikeve karakteristike dhe kjo duhet sqaruar marrë në konsideratë se amidoni për dallim nga glukozja është polimer I glukozës dhe trajtimi termik si duket shkakton këputjen e vargjeve polimere të cilat tashmë e inicojnë reaksione radikalare me lipidet. Grupet që pësojnë zhvendosje shihen edhe në spektrin bazë si psh., grupi karbonil 1745  $\text{cm}^{-1}$  (C=O), karboni I pangopur cis (=C-H) dhe shfaqja e disa pikeve në frekuencat rreth 3500  $\text{cm}^{-1}$  që kryesisht janë komponimet e oksiduarra sekondare. Bazuar në spektrin e derivuar të kësaj mostre dallimet bëhen më të qarta ku vërehen se thuhet të gjitha grupet kanë bërë zhvendosje apo edhe janë shfaqur grupe të reja që më herët mungonin. Sipas kësaj rezulton që të gjitha interaksionet që janë vërejtur me glukozë apo me amidon të patrajtuar egzistojnë edhe këtu por dallimi esencial është se përderisa glukozja ishte rezistente ndaj trajtimit termik duke mos shfaqur aspak interaksion këtu kemi të kundërtën sepse pikërisht trajtimi termik I shfaq interaksionet e vrullshme duke I shkaktuar interaksionin me lipide dhe ku përfshihen të gjitha grupet funksionale. Gjë që len të kuptohet se këtu kemi interaksione më komplekse se në rastet e trajtuara më herët.

E përbashkëta e interaksionit lipide-karbohidrate është se lipidet si pjesë më aktive në interaksion e kanë lidhjen dyfishe të pangopur të karbonit si dhe grupet metile sepse zhvendosjet më të shprehura janë këto grupe. Kjo arsyetohet sepse elektronet e lidhjes pi në karbonin e inicojnë interaksionin me karbohidratet dhe këto reaksione padyshim që I përfshijnë edhe izomerizmin e grupeve metilike të vargut të një lipidi. Aq më shumë që lidhjet e pangopura mund të jenë të konjuguara dhe në rezonancë gjë e cila akoma më të lehtë e bën interaksionin dhe lidhjet dyfishe të karbonit mund të konsiderohen si qendra të inicimit të reaksionit ndërmjet lipideve dhe karbohidrateve.

Të gjitha këto inçizime të spektrave që janë bërë janë të prezentuara përmes spektrave bazë dhe atyre derivativ si dëshmi e origjinalitetit të punimit. Ndërsa në figurën 3.11. është paraqitur vetëm spektri i vajit të pastër dhe me amidon dhe më pas I njëjti I nxehur përmes mbimbulimit vetëm të pikut 3008  $\text{cm}^{-1}$  si një pik më atraktiv në interaksionin dhe aty qartë shihet se vaji i pastër këtë pik e ka më të shprehur për dallim nga spektri

me amidon dhe ai i nxehur të cilët e kanë intensitetin më të ulët apo kjo nënkupton degradim të tyre si rezultat i interaksionit.

Në Tabelën 3.1 janë paraqitur vlerat e indeksit të refraksionit dhe vlera e konvertuar e numrit jodik dhe ndryshimi i ketij numri tregon që lidhjet dyfishe janë në mobilitet te vazhduëshem dhe kjo është në përputhje edhe me rezultatet më të thelluara nga spektroskopia infra e kuqe.

## KAPITULLI V

### PËRFUNDIMET

Nga hulumtimi ynë vijmë në përfundimet vijuese:

1. Në mes të glukozës dhe lipideve ka interaksion edhe pa asnjë trajtim termik të mostrës ndërsa trajtimi termik shihet se nuk ndikon në interaksione të tjera në mes tyre edhe pse ishte e pritshme interaksioni më i madh të jetë pas trajtimit termik.
2. Interaksioni në mes lipideve dhe amidonit si një polimer është dukshëm më i shprehur edhe para trajtimit termik por shumë më intenziv bëhet interaksioni pas trajtimit termik.
3. FTIR Spektroskopia mundëson një detektim i lehtë dhe i shpejtë i interaksioneve edhe përmes spektrave bazë por sidomos spektroskopia derivative mundëson identifikimin e pikeve të tjera të cilat nuk ka qenë e mundur të identifikohen përmes spektrit bazë.
4. Spektroskopia derivative shihet se mund të aplikohet edhe për karakterizim të vajit ushqimor sepse përmes saj janë gjetur disa pike mjaft të rëndësishme për ta kuptuar strukturën organike të lipideve.
5. Hulumtimi i interaksioneve të këtij niveli ndërmjet karbohidrateve dhe lipideve jep për të kuptuar se shumë produkte ushqimore përfitohen nisur nga ky lloj interaksioni ose në raste të tjera ky interaksion mund të jetë aksidental dhe efekti negativ ndaj konsumatorit mund të ketë pasoja të caktuara.
6. Nisur nga shembujt e mara model në këtë hulumtim shohim se glukozë ka interaksion të ndryshëm me lipidet për dallim nga amidoni, andaj vlen të konstatohet se nuk mund të jepen përfundime të caktuara për interaksion lipide karbohidrate sepse secili karbohidrat ka sjellje të ndryshme andaj duhet të referohemi për molekula të caktuara të karbohidrateve në interaksion me lipidet dhe secila molekulë e përzgjedhur do të ketë sjellje të ndryshme.

## CONCLUSIONS

From our research we come to the following conclusions:

1. There is an interaction between glucose and lipids even without any thermal treatment of the sample while the thermal treatment is seen not to affect other interactions between them although it was expected that the largest interaction would be after the thermal treatment.
2. The interaction between lipids and starch as a polymer is significantly more pronounced even before the thermal treatment but the interaction becomes much more intense after the thermal treatment.
3. FTIR Spectroscopy enables easy and fast detection of interactions even through basic spectra but especially derivative spectroscopy enables the identification of other points which have not been possible to identify through the basic spectrum.
4. Derivative spectroscopy can be seen that it can also be applied to characterize edible oil because through it some very important points have been found to understand the organic structure of lipids.
5. Research of interactions of this level between carbohydrates and lipids gives to understand that many food products benefit from this type of interaction or in other cases this interaction may be accidental and the negative effect on the consumer may have certain consequences.
6. Based on the model examples taken in this research we see that glucose has a different interaction with lipids unlike starch, so it is worth noting that certain conclusions can not be given for carbohydrate lipid interaction because each carbohydrate has different behaviors therefore should refer to certain carbohydrate molecules interacting with lipids and each selected molecule will have different behavior

## REFERENCAT

- [1] IUPAC, Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book") (1997). Online corrected version: (2006–) "lipids". doi:10.1351/goldbook.L03571
- [2] Subramaniam S, Fahy E, Gupta S, Sud M, Byrnes RW, Cotter D, Dinasarapu AR, Maurya MR (October 2011). "Bioinformatics and systems biology of the lipidome". *Chemical Reviews*. 111 (10):645290. doi:10.1021/cr200295k. PMC 3383319. PMID 21939287
- [3] Michelle A, Hopkins J, McLaughlin CW, Johnson S, Warner MQ, LaHart D, Wright JD (1993). *Human Biology and Health*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall. ISBN 978-0-13-981176-0.
- [4] F.D. Gunstone, Fatty acids—structural identification, in: J.L. Bowyer, J.R. Bowyer (Eds.), *Methods in Plant Biochemistry, Lipids, Membranes, and Aspects of Photobiology*, vol. 4, Academic Press, London, 1990, pp. 1– 17.
- [5] J.-L. Sebedio, Classical chemical techniques for fatty acid analysis, in: J.-L. Sebedio, E.G. Perkins (Eds.), *New Trends in Lipid and Lipoprotein Analysis*, AOCS Press, Champaign, IL, 1995, pp. 277–289.
- [6] E.W. Hammond, Lipid analysis—a 20th century success, *J. Sci. Food Agric.* 82 (2001) 5 –11.
- [7] G.O. Burr, M.M. Burr, On the nature and role of fatty acids essential in nutrition, *J. Biol. Chem.* 82 (1929) 345– 367.
- [8] U.S. von Euler, Uber der spezifische blutdrucksenkende substanz des menschlichen prostata-und samenblasensekretes, *J. Physiol.* 88 (1936) 213– 334.
- [9] R.A. Riemersma, et al., Dossier devoted to “Analysis and possible significance of oxidised lipids in foods”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 (2002) 419–447.
- [10] K. Miyashita, Polyunsaturated lipids in aqueous systems do not follow our perceptions of oxidative stability, *Lipid Technol. Neesl.* 8 (2002) 35–41.
- [11] T. Netscher, Synthesis and production of vitamin E, in: F.D. Gunstone (Ed.), *Structured and Modified Lipids*, Dekker, New York, 2001, pp. 250– 267.
- [12] I. Feussner, Using enzymes of the lipoxygenase pathway as a versatile source for oxygenated fatty acids, *Lipid Technol.* 13 (2001) 133–137.

- [13] R.C. Hastert, Past, present, and future of the hydrogenation process, *Lipid Technol.* 10 (1998) 101–105.
- [14] Flitsch SL, Ulijn RV (January 2003). "Sugars tied to the spot". *Nature*. 421 (6920): 21920. Bibcode:2003Natur.421..219F. doi:10.1038/421219a. PMID 12529622. S2CID 4421938
- [15] Avenas P (2012). "Etymology of main polysaccharide names" (PDF). In Navard P (ed.). *The European Polysaccharide Network of Excellence (EPNOE)*. Eien: Springer-Verlag.
- [16] Maton A, Hopkins J, McLaughlin CW, Johnson S, Warner MQ, LaHart D, Wright JD (1993). *Human Biology and Health*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. pp. 52–59. ISBN 978-0-13-981176-0.
- [17] Cummings, John H. (2001). *The Effect of Dietary Fiber on Fecal Weight and Composition* (3rd ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press. p. 184. ISBN 978-0-8493-2387-4.
- [18] Byrne CS, Chambers ES, Morrison DJ, Frost G (September 2015). "The role of short chain fatty acids in appetite regulation and energy homeostasis". *International Journal of Obesity*. 39 (9):13318. doi:10.1038/ijo.2015.84. PMC 4564526. PMID 25971927.
- [19] USDA National Nutrient Database, 2015, p. 13
- [20] Matthews CE, Van Holde KE, Ahern KG (1999). *Biochemistry* (3rd ed.). Benjamin Cummings. ISBN 978-0-8053-3066-3
- [21] "Chapter 1 – The role of carbohydrates in nutrition". *Carbohydrates in human nutrition*. FAO Food and Nutrition Paper – 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [22] Pigman W, Horton D (1972). "Chapter 1: Stereochemistry of the Monosaccharides". In Pigman and Horton (ed.). *The Carbohydrates: Chemistry and Biochemistry Vol 1A* (2nd ed.). San Diego: Academic Press. pp. 1–67. ISBN 9780323138338.
- [23] N.A.Campbell (1996) *Biology* (4th edition). Benjamin Cummings NY. p.23 ISBN 0-8053-1957-3
- [24] Broën, W. H.; Poon, T. (2005). *Introduction to organic chemistry* (3rd ed.). Wiley. ISBN 978-0-471-44451-0.
- [25] David R. Lineback, "Starch", in *AccessScience@McGraw-Hill*.



- [26] You, C.; Chen, H.; Myung, S.; Sathitsuksanoh, N.; Ma, H.; Zhang, X.-Z.; Li, J.; Zhang, Y.- H. P. (April 15, 2013). "Enzymatic transformation of nonfood biomass to starch". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 110 (18):71827187. Bibcode: 2013PNAS..110.7182Y. doi:10.1073/pnas.1302420110. PMC 3645547. PMID 2358 840
- [27] Anne-Charlotte Eliasson (2004). *Starch in food: Structure, function and applications*. Woodhead Publishing. ISBN 978-0-8493-2555-7.
- [28] Englyst, H.N.; Kingman, S.M.; Cummings, J.H. (Oct 1992). "Classification and measurement of nutritionally important starch fractions". *European Journal of Clinical Nutrition*. 46 (Suppl. 2): S33-50. PMID 1330528
- [29] Daci N. (1998). *Kimia organike Eksperimentale*. Prishtinë: ASHAK - Libri Shkollor
- [30] K. Xhaxhiu, A. Korpa *Spektroskopia Molekulare*, Tiranë 2018
- [31] Çullaj A. (2004). *Metoda instrumentale të analizës kimike*. Tiranë
- [32] GEORGIEVSKA S. *Kimia Analitike*, Shkup 2012
- [33] Frederick J. Warren, Michael J. Gidley, Bernadine Flanagan." Infrared spectroscopy as a tool to characterise starch ordered structure- a joint FTIR-ATR, NMR, XRD and DSC study" The University of Queensland, St. Lucia, Brisbane, Queensland 4072, Australia.