



Rágógumi vizsgálata

Készítette:
Stefanik Adrienn

Konzulens:
Dr. Kollár Mariann
Egyetemi adjunktus

Kun Éva
Tudományos segédmunkatárs

A kutatást a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 projekt támogatásával folytattuk.

Polimermérnöki Tanszék
2012

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
1. Irodalmi összefoglaló.....	4
1.1. A rágógumi története	4
1.2. A rágógumi élettani hatása, gyógyhatása	5
1.3. Miből van a rágógumi?	6
2. Rágógumik vizsgálata FTIR infravörös spektroszkópiával	10
2.2. FTIR infravörös spektroszkópia	10
2.3. A vizsgálati eredmények kiértékelése.....	12
3. A mikrobiológiai vizsgálat	23
3.1. A McFarland skála	23
3.2. Hígítási sor készítése	23
3.3. Lemezöntés.....	24
3.4. Használt közegek összetétele	24
3.5. A vizsgálat menete.....	25
3.6. Eredmények	26
3.7. Kiértékelés	27
4. Összefoglalás, eredmények értékelése	28
Köszönetnyilvánítás	29
Irodalomjegyzék	30

Bevezetés

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán Polimertechnológiai szakirányos hallgatója vagyok.

A szakirányon megismerve a polimerek világát, ismeretanyagát tekintve jelentős szerepük van életünkben, táplálkozásunkban, amihez hozzátartozik a fogápolás is. A rohanó hétköznapiakban sokan bíznak a rágógumikban, ezért rendkívül érdekes témának tartottam az egyes rágógumi fajták összehasonlítását, valamint alapanyagaik hatásait, összetételük vizsgálatát.

A dolgozat elején bemutatom a rágógumi történetét az ókori Egyiptomtól napjainkig, ismertetem a vizsgált rágógumik összetételét, és hogy milyen hatásai vannak a fogainkra, mennyire egészségesek.

A vizsgálataim során bemutatom az FTIR infravörös spektroszkópia működését a rágók FTIR vizsgálatát, és a mikrobiológiai vizsgálatot és annak eredményeit.

Szeretném a rágógumis témát a továbbiakban is folytatni, további vizsgálatokat elvégezni.

1. Irodalmi összefoglaló

1.1. A rágógumi története

A legősibb rágógumi-lelet vélhetőleg 9000 éves, Svédországból származik. Az ókori egyiptomiak is rágózó hírében állnak, dinnyéből, mirhából és más fűszerekből gyúrt golyókat rágsáltak, de természetesen a görögök sem maradhattak ki a rágógumi-történelemből. Az európai hódítók a XVI. századi amerikai őslakosokat szintén rágózó népnek ismerték meg. Az első modernkori rágógumi 1850 körül is e hagyományból táplálkozva indult hódító útjára. Az ősi közép-amerikai és az első modernkori rágógumik fő alkotója egy trópusi fa, a zapota, vagy egyszerűen rágógumifa tejnedvéből származó chikle. [1] De nemcsak a növény kérgéből nyert latexből (koagulált tejnedvből), hanem a növényerjedő gyümölcsnedvből leülepedő anyagból is készítenek rágógumit (az előbbi a vöröses chicle comun, az utóbbi a kívül sárgás, belül fehér chicle virgen). [2] Az 1800-as években az Egyesült Államok keleti részén kockacukros rágógumit adtak el, így az első kereskedelmi rágógumi ebben az országban volt. De ezt 1850-ben az édesített paraffinvasz népszerűségben leelőzte a kockacukor gumi. Ezután a feltaláló Thomas Adams, kísérletezett a chikle alapanyaggal, próbált maszkokat, játékokat és gumicsizmát készíteni belőle, de kudarcot vallott velük. Egy nap a műhelyében ülve, a szájába pattant egy gumidarabka, és rájött, hogy ezt elég sokáig lehet rágni, ízt próbált hozzáadni, ekkor készült az első medvecukor az eredeti neve Black Jack volt. Ezzel csak az volt a probléma, hogy nem tudta tartani az ízét. Tehát az íz kérdéses volt még 1880ig, amíg William White kísérletezett az ízekkel, cukrot, kukoricaszirupot és borsmentát adott a chikle-éhez. Ez a kísérletezés döntötte el napjainkig a rágógumi gyártását. A modern rágógumi története a XIX. századi Amerikában kezdődött. 1892-ben William Wrigley, egy fiatal eladó elhatározta, hogy a rágógumi a jövő egyik népszerű dolga lesz.



1. ábra Rágógumi típusok

A Wrigley-féle rágógumit a második világháborúban a fronton is bevetették: a cég hadi szállító lett, mert a rágógumit nyugtató hatásának koncentrálo-képességet növelő hatásának mondták. A katonák később Európában osztogatták az ellátmányt (persze mindig hatalmas gyermektömeg kísérte őket) és a rágógumi ezzel megérkezett az öreg kontinensre is.^[3] Az igazi rágógumik pótlékaul ma már különben sokféle készítmény kerül forgalomba. Így rágógumi gyanánt szövet zsákocskákban megdermedt, vízzel előzőleg emulgált kolofonium-vazelinolvadékot is használnak. Készítése céljából 6.5 kg kolofoniumot 0.5 kg szagtalan vazelinnel és 1 kg francia fenyőgyantával olvasztanak össze, a kapott terméket pedig 2 kg vízzel összegyúrák, még nedvesen lenvászón zsákocskákba töltik és ebben hagyják megdermedni. ^[2]

1.2. A rágógumi élettani hatása, gyógyhatása

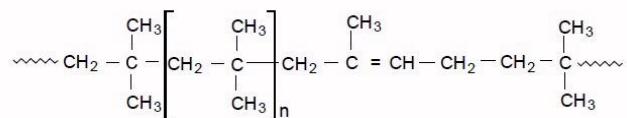
A rágógumi segít a beleknek a műtét utáni regenerálódásban, a bélműködés újraindulásában, bélrenyheség ellen. Az egészségesek is tapasztalhatják, hogy a rágógumi rágása nyomán éhesek lesznek, emésztőrendszerük felkészül a táplálékfogadásra. A rágással azt sugalljuk az emésztőrendszernek, hogy táplálék érkezik, így az működni kezd, megindítja a nyál- és emésztőnedv termelést, a hormonelválasztást és az enyhe bélmozgásokat is. Hasznos szájszárazság ellen. A rágó kóros szájszárazság esetén akár hétszeresére is növelheti a nyáltermelést. A termelődött nyálat önkéntelenül lenyeljük, ezért hasznos repülőre ülve vagy magashegyi utakon, mert nyelés közben segít az Eustach-kürtön keresztül a szájüreg és a középfül közötti nyomáskülönbség kiegyenlítésében. Az étkezés utáni nyáltermelés-fokozással a rágógumi a gyomorégést csökkenti, mert a szájüregből lecsurgó, enyhén lúgos nyál semlegesíti a gyomorsavat. Nem mindegy tehát, mikor kapjuk be a rágógumit. Étkezés előtt inkább étvágygerjesztő, evés után hasznosabb! Valószínűleg egészséges embernél nélküle jobban kiszámítható, mitől hízunk, és mitől fogyunk, mint vele! ^[1]

1.3. Miből van a rágógumi?

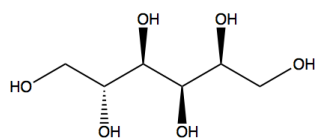
A legtöbb rágógumiban lévő alapanyagok:

1. Alapanyaga:

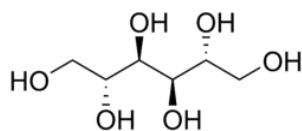
Poliizobutilén kaucsuk:



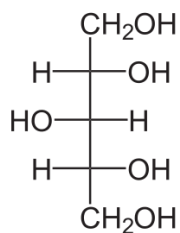
2. Édesítőszer:



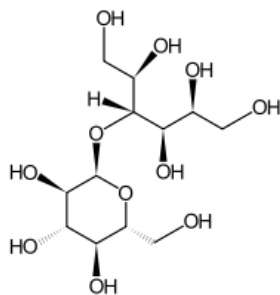
Sorbit:



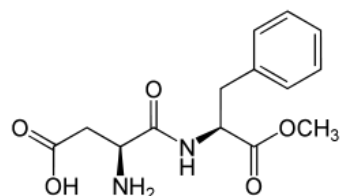
Mannit:



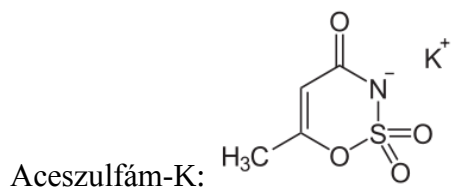
Xilitol:



Maltit:

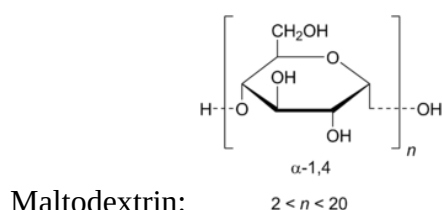
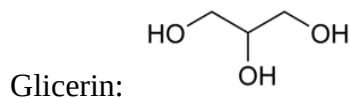


Aszpartám:



3. Sűrítőanyagok:

Gumirábikum: D-galaktóz, α -arabinóz, D-glükuronsav, α -ramnóz, 95%-ban poliszacharid.



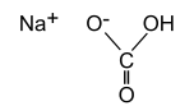
Térfogatnövelő: Kalcium-karbonát: CaCO_3

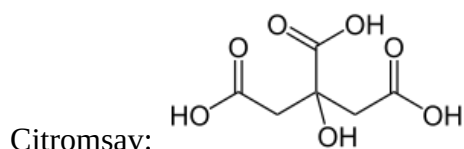
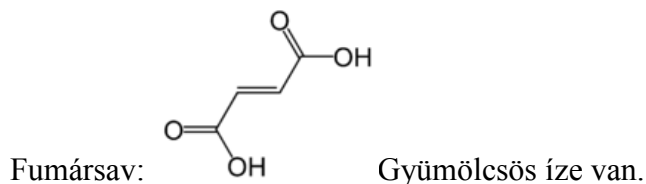
4. Fényezőanyagok:

Karnaubaviasz: Legnagyobb részben zsírsavak észterei alkotják (80-85%), de található benne különféle zsíralkoholok (10-15%), savak (3-6%) és szénhidrogének (1-3%). A karnaubaviaszra jellemző, hogy körülbelül 20%-ban tartalmaz észterezett zsírsav-dioloikat, hidroxilált zsírsavakat (kb. 6%), és fahéjsavat (kb. 10%).

5. Ízfokozók:

Cink-acetát: $\text{Zn}(\text{O}_2\text{CCH}_3)$ Savanyú, fanyar íz

Nátrium-hidrokarbonát:  fogak fehéritésére alkalmas, fodormenta hozzáadásával fordul elő mentolos rágókban.



6. Színezékek:

E 171: Titán-dioxid (fehér) (napvédő termékeknél fordul elő, nem emészthető meg)

E 133: Brillantkék FCF (világos kék)

E 163: Antocián (piros, lila) E 160a: Karotin

Vizsgált rágógumik összetevői

1. *Winterfresh original*: Menta- és mentol ízű.

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, szójalecitint, aromák, gumiarábikum, glicerin, karnaubaviasz, színezék E171.

2. *Winterfresh mint ice*: Menta- és mentol ízű.

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, szójalecitint, glicerin, gumiarábikum, aromák, kalcium-karbonát fényezőanyag, színezék, antioxidáns BHA.

3. *Airwaves Green Mint*: Mentol és eukaliptusz ízű

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, fényezőanyag karnaubaviasz, poliolok, maltodextrin.

4. *Airwaves feketeribizli*:

Összetevők: szorbit, izomalt, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, aromák, sűrítőanyag gumiarábikum, maltodextrin, E 171 színezék, keményítő, szójalecitin, karnaubaviasz, E 163 színezék, E133, E 160a.

5. *Airwaves Black Mint*:

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, fényezőanyag karnaubaviasz, poliolok, sűrítőanyag gumiarábikum,

6. *Twiner 88 White Mint*:

Összetevők: szorbit, xilit, izomalt, maltit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, térfogatnövelő CaCO_3 , NaHCO_3 , napraforgó lecitin, ízfokozó cinkacetát, fényezőanyag.

7. *Twiner 88 Fresh Spearmint:*

Összetevők: szorbit, xilit, izomalt, maltit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, térfogatnövelő CaCO_3 , NaHCO_3 , napraforgó lecitin, ízfokozó cinkacetát, fényezőanyag.

8. *Orbit Blueberry:*

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, szójalecitin, glicerín, sűrítőanyag gumiarábikum, aromák, citromsav, fényezőanyag karnaubaviasz, fenil-alanin, fumársav.

9. *Orbit Melon:*

Összetevők: szorbit, maltit, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, szójalecitin, glicerín, sűrítőanyag gumiarábikum, aromák, citromsav, fényezőanyag karnaubaviasz, fenil-alanin.

10. *Orbit spearmint:*

Összetevők: szorbit, izomalt, mannit, aszpartám, aceszulfám-K, gumi alapanyag, szójalecitin, CaCO_3 , karnaubaviasz, gumiarábikum, glicerín, E171 színezék, BHA antioxidáns.

11. *Orbit gyerek:*

Összetevők: szorbit, xilit, mannit, aceszulfám K, aszpartám, gumi alapanyag szójalecitin, savanyúságot szabályozó anyag (kalcium-laktát), nedvesítőszer (glicerín), aromák, antioxidáns (BHA), édesgyökeret tartalmaz.

12. *Gömbbrágó:*

Összetevők: cukor, glükóz szirup, gumi alapanyag, aromák, hidrogénezett növényi zsír, színezékek,

13. *Mentos Aqua Kiss:*

Összetevők: édesítőszer (szorbit, xilit, eritrit, aszpartam, aceszulfám-K, szukralóz), rágógumi alapanyag, aromák, stabilizátor (glicerín), étkezési sav (citromsav, almasav), emulgeálószer (sojalecitin), színezék (paprika kivonat), sűrítő anyag (gumiarábikum), antioxidáns (E320)

2. Rágógumik vizsgálata FTIR infravörös spektroszkópiával

2.2. FTIR infravörös spektroszkópia

A módszer elve:

A molekulákat felépítő atomok a molekulán belül egymáshoz képest rugalmas módon elmozdulhatnak, kötéseik mentén rezeghetnek, hosszabb molekulák hajladozhatnak, kötéseik körül elfordulhatnak. Ezek a mozgások kvantáltak, tehát határozott energiaadagokban történhet csak meg a változásuk. Ezek a kvantumenergiák a különböző infravörös sugárzás fotonjainak energiájával egyenlőek. A periodikus mozgások frekvenciája és energiája a részecskéket összekötő erőtől, és kémiai kötés típusától és a mozgásban résztvevő részecske tömegétől, vagyis az atomtömegtől függ. Ennek alapján az adott atomok között létrejövő kötéstípusokhoz néhány jellemző energia tartozik, melyeket infravörös technikával megmérhetünk.

A módszer megvalósítása:

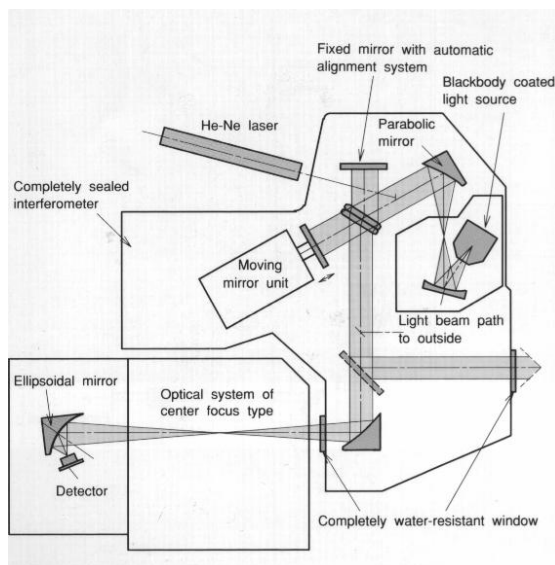
A mérést általában abszorpciós módon végezzük, azaz egy külső infravörös sugárforrás fényét vezetjük át a mintán, majd egy detektor segítségével észleljük a fényintenzitást. A molekulán belüli kötésekkel rezonáló infravörös kvantumokat az anyag elnyeli és ott az infravörös fényintenzitás csökkenését tapasztaljuk.

A mérés megvalósítható a Fourier transzformációs infravörös spektroszkópia alkalmazásával, amely nagyobb fényereje és felbontása miatt előnyös. Itt az infravörös sugárzást egy interferométerbe vezetjük, amely azokat a sugarakat erősíti, melyeknek hullámhossza az optikai úthossz egész számú többszöröse, a többi sugarat gyengíti vagy elnyeli. Folyamatosan változtatva az interferométer optikai úthosszát a hullámhossztartományt végigpásztázzuk. Ezt a sugárzást átvezetve a mintán egy detektor érzékeli. Így egy olyan elnyelési színeképet kapunk, amely nem az egyes hullámhosszak, hanem hullámhossz kombinációk függvényében adja az elnyelést. Ebből a kombinált jelből a Fourier transzformáció segítségével kaphatjuk meg az elnyelési spektrumot a hullámhossz függvényében.

Az FTIR működési elve

A feketetestet felmelegítve infravörös sugárzást bocsát ki. Ez a sugárzás egy két tükörből álló egységre jut, amely a fény párhuzamosítására szolgál. Ezután a már párhuzamos infravörös fény egy félígáteresztő tükörrre jut. Itt a fény egy része visszaverődik a rögzített tükörrre, másik része áthalad a félígáteresztő tükrön és a mozgatható tükörrre jut. A két visszaverődő sugár a félígáteresztő tükrön újra egyesül és interferenciát hoz létre. Az interferencia hatására a fekete test sugárzás frekvencia összetétele módosul. Ezt a módosított infravörös sugarat vezetjük be a mintatartóba. A mintán áthaladó fényt a detektorérzékelő ablakára fókuszáljuk. A

detektorban keletkező elektromos jelet a lézersugárzás segítségével szinkronizáljuk a mozgó tükör pillanatnyi helyzetéhez a következő módon: a rövid hullámhosszú monokromatikus lézersugár amplitúdója a Michelson interferométeren áthaladva az úthosszváltozás hatására periodikusan változik. Ezáltal a mozgó tükör helyzetét a lézersugár hullámhosszának megfelelően 682 nanométer pontossággal meghatározhatjuk. A mozgó tükör helyzetének függvényében felvett intenzitás a minta fényelnyelés hullámhossz függvényének a Fourier-transzformáltját adja. Az inverz Fourier transzformációt a berendezéshez kapcsolt számítógép végzi el.[5]



1. ábra: FTIR működési vázlat

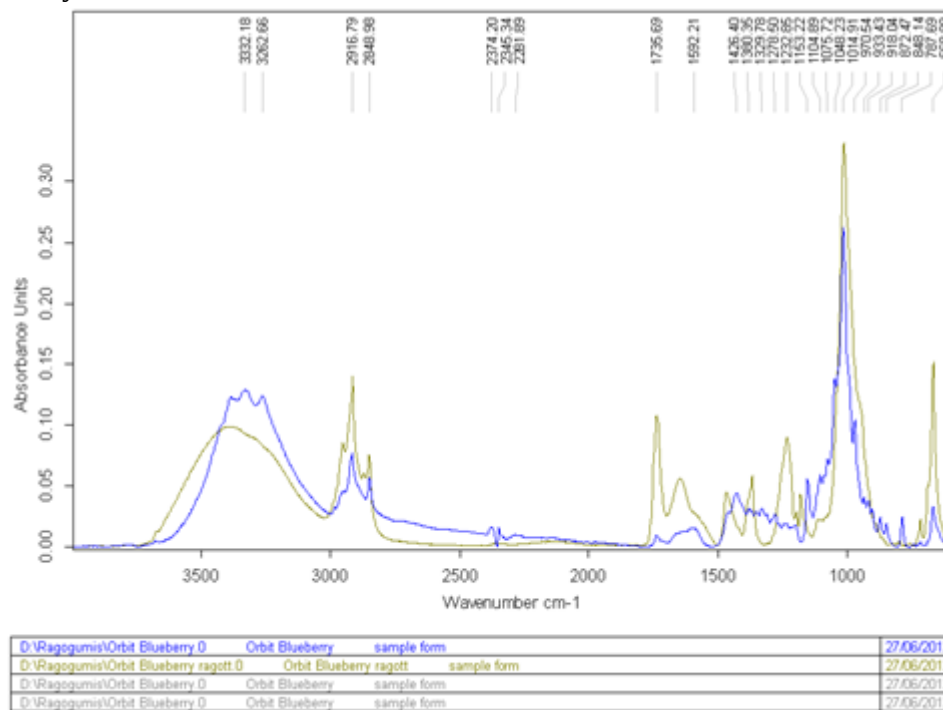
A csúcs helye [cm ⁻¹]	Átlag terület	Szórás	Funkciós csoport
A-szint			
845	32.8	0.815	aldehid, aromás, amin
1451	46.0	1.265	alkán
1700	31.8	0.47	sav
2360	22.31	1.94	nitril
3056	32.19	0.7	alkán, aromás
3472	24.965	2.325	alkohol
B-szint	Σ190.3		
650	35.43	3.31	alkén
850	37.58	2.83	aldehid, aromás, amin
1183	40.245	3.495	alkohol, észter
1454	53.845	6.555	alkán, alkén
1681	37.325	5.135	sav, amid, keton, aldehid
2358	36.84	5.14	nitril
3060	38.92	5.65	alkán, aromás
3459	33.335	7.115	alkohol
C-szint	Σ313.5		
876	45.025	6.645	aldehid, aromás, amin
1142	47.575	5.885	alkohol, észter
1435	56.215	5.475	alkán, alkén
1740	41.54	5.65	sav, amid, keton, aldehid
2338	39.915	0.565	nitril
3029	41.2	5.6	alkán, aromás
3504	34.87	5.59	alkohol
	Σ261.3		

2. ábra FTIR spektroszkópia kiértékelésének táblázata

2.3. A vizsgálati eredmények kiértékelése

A vizsgált rágógumik

Orbit Blueberry:



3. ábra Orbit Blueberry termékről készült FTIR felvétel

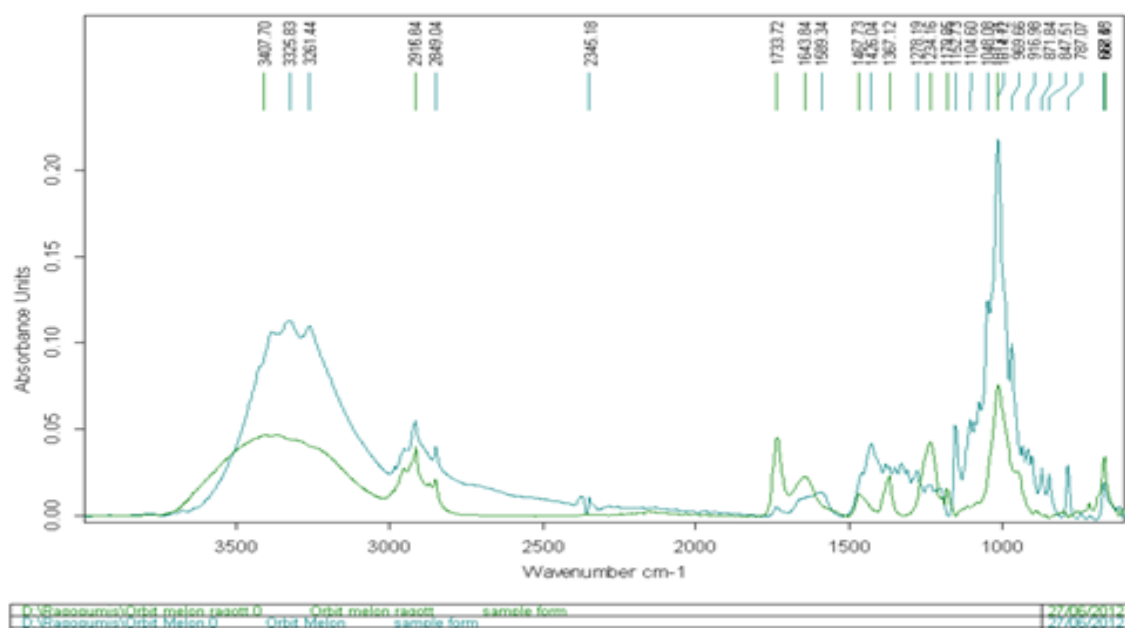
1.táblázat Orbit Blueberry termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra Rágás után	Rezgés
3332	I	-	-OH
3262	I	-	-OH
3300	-	I	-H ₂ O
2916	I	I	-CH ₂ lánc
2848	I	I	- <chem>c1ccccc1</chem>
1735	-	I	-C=O
1592	-	I	-NH ₂
1426	-	I	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOR
1380	I	-	-C(CH ₃)
1329	-	I	-SO ₂ N Aceszulfám-K
1232	-	I	-C-O
1153	I	-	-C-O, C=S
1048	I	I	-C-O
872	I	-	=CH
787	-	I	- <chem>R-c1ccccc1</chem>

A spektrum értékelését, a legnagyobb hullámszámú tartomány felől kezdtem el. 3332-3300 cm⁻¹ tartomány között, -OH csoport található, a rágatlan rágónál kevesebb, édesítőszer,

mint például a maltit, a szorbit, a mannit és a xilitol, a rágottnál pedig a víz csúcs található. 2916-2848 cm^{-1} hullám tartományánál, mindkét rágónál a $-\text{CH}_2-$ polimerlánc, szénhidrogén rezgés van. 1735-1592 cm^{-1} oxid csúcs található, degradáció látszik a rágottnál. 1426-1380 cm^{-1} -ig fehérje csoport található mindkét rágóban. 1153-1048-ig a rágatlan rágónál gumiarábikum sűrítőanyag lehet. 872 cm^{-1} tartomány alatt pedig aromás vegyületek találhatóak.

Orbit Melon:



4.ábra Orbit Melon termékről készült FTIR felvétel

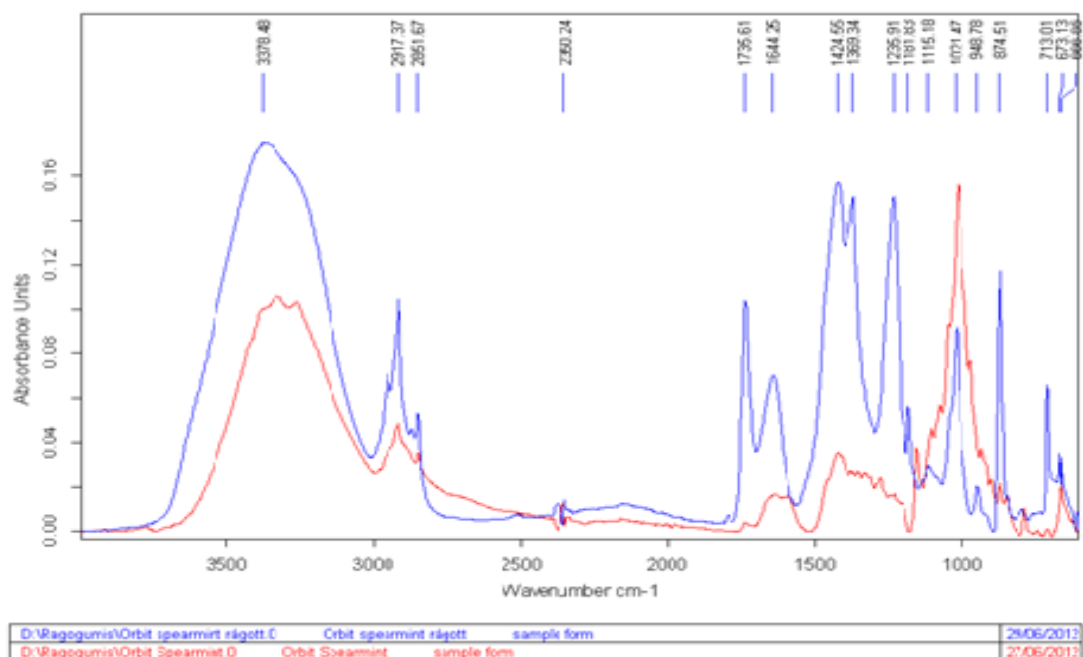
2.táblázat Orbit Melon termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgés
3407	-	I	-OH
3325	-	I	-OH
3261	-	I	-OH
3300 széles	I	-	$-\text{H}_2\text{O}$
2916	I	I	$-\text{CH}_2$ lánc
2849	I	I	$-\text{CH}_2$
1733	I	-	$-\text{C}=\text{O}$
1643	I	-	$-\text{NH}_2$ fehérje
1426	-	I	$-\text{CH}_3-\text{CH}_3$ alkének
1367	I	-	$-\text{C}(\text{CH}_3)_2$
1234	I	-	$-\text{C}-\text{O}$
1152	-	I	$-\text{C}-\text{O}$, $-\text{C}=\text{S}$
1014	I	I	$-\text{C}-\text{O}-$
969	-	I	$-\text{C}=\text{C}-\text{H}$
787	-	I	$\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4$
668	I	I	$\text{X}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{X}$

3407-3261 cm^{-1} tartomány között, $-\text{OH}$ csoport található, a rágatlan rágónál kevesebb, édesítőszer, mint például a maltit, a szorbit, a mannit és a xilitol, a rágottnál pedig a víz

csúcs található. 2916-2849 cm^{-1} hullám tartományánál, mindkét rágónál a $-\text{CH}_2-$ polimerlánc, szénhidrogén rezgés van. 1732-1643 cm^{-1} oxid csúcs található, degradáció látszik a rágottonál. 1467-1367 cm^{-1} -ig fehérje csoport található mindkét rágóban. 1048-1014-ig a rágatlan rágónál gumiarábikum sűrítőanyag lehet. 969 cm^{-1} tartomány alatt pedig aromás vegyületek találhatóak.

Orbit Spearmint:



5.ábra Orbit Spearmint termékről készült FTIR felvétel

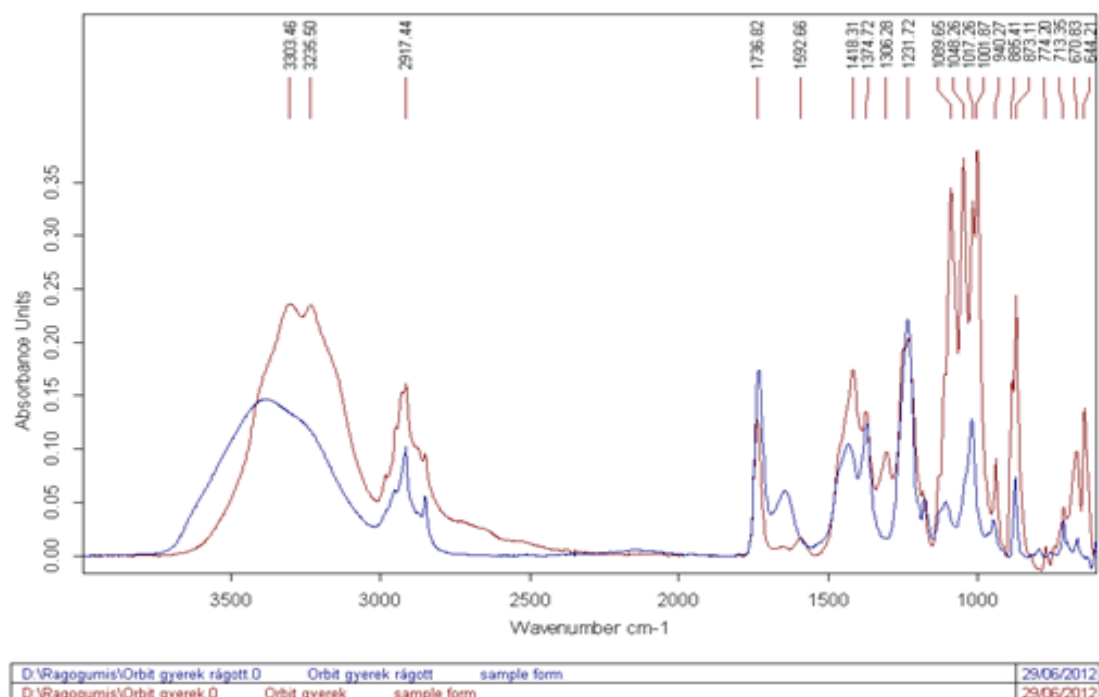
3.táblázat Orbit Spearmint termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3378	I	-	-OH
2917	I	I	$-\text{CH}_2$
2815	-	I	
1735	-	I	$-\text{C}=\text{O}$
1644	-	I	$-\text{NH}_2$ fehérje
1424	-	I	$-\text{CH}_3-\text{CH}_3$
1369	-	I	$-\text{C}(\text{CH}_3)$
1235	-	I	$-\text{C}-\text{O}$
1181	-	I	$-\text{C}-\text{O}$
1021	I	I	
874	-	I	$=\text{CH}$
713	-	I	$=\text{CH}$
673	-	I	

A 3378-2917 cm^{-1} vegyértékrezgésnél nagymértékben fordul elő $-\text{OH}$ csoport, ami a rágottonál víz-csúcs, a rágatlan rágónál, pedig édesítőszerek, szorbit, mannit, xilitol és a maltit vegyület lehet, a sok $-\text{OH}$ csoport miatt. 2917 cm^{-1} rezgésnél a rágott rágóban kimutatható a $-\text{CH}_2-$ polimerlánc. 1735-1644 cm^{-1} -ig a $\text{C}-\text{O}$ csoportok miatt valószínűleg itt találhatók az

ízfokozók, a rágott rágóban. 1021 cm^{-1} vegyértékrezgésnél a rágatlan rágóban található nagymértékű csúcs, a gumiarábikum, a maltodextrin és a glicerín sűrítőanyagok, a rágott rágóban kevesebb van. A 800 cm^{-1} rezgések alatt színezékek és egyéb más aromás vegyület található.

Orbit gyerek rágó:



6.ábra Orbit gyerek rágó termékről készült FTIR felvétel

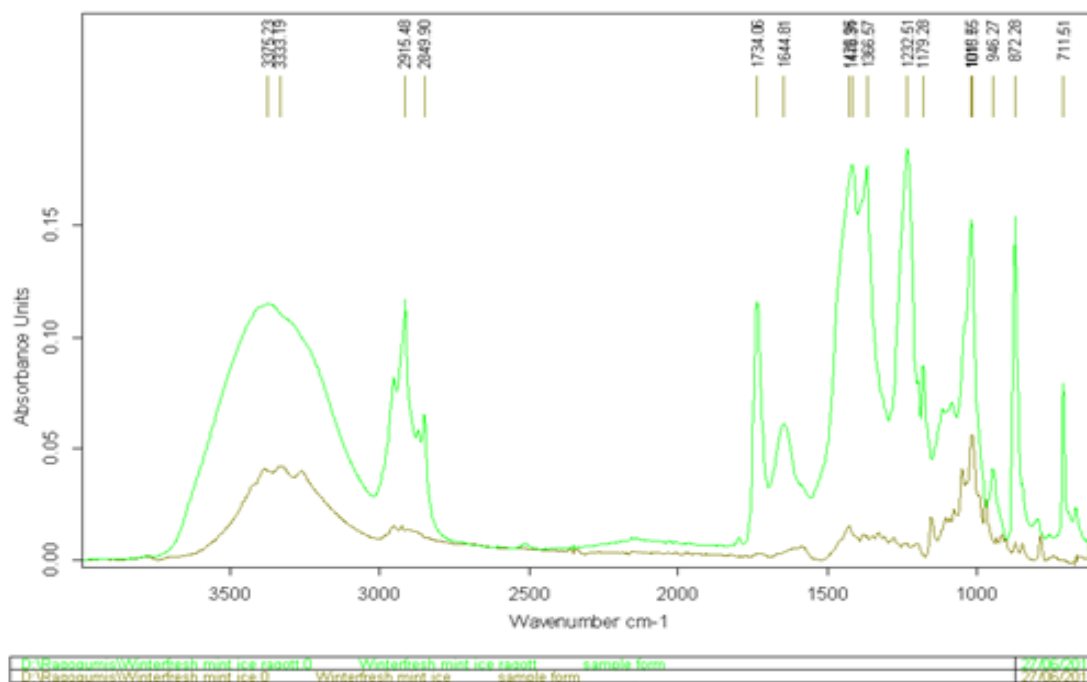
4.táblázat Orbit gyerek rágó termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3303	I	-	-OH
3235	I	-	-OH
3300 széles	-	I	víz
2917	I	I	-CH ₂
1736	I	I	-C=O karamell íz
1592	-	I	-NH ₂
1418	I	-	-CH ₃ -CH ₃ alkének
1374	I	I	-C(CH ₃)
1306	I	-	-OH, -CH ₂ lánc
1089	I	-	-C-O
1048	I	-	-C-O
1017	I	-	 aromások
1001	I	-	alkil-ciklobutánok
940	I	-	-CH=CH
873	I	I	=CH
670	I	-	benzol (=CH)
644	I	-	hármaskötés C-H

A legnagyobb hullám számú tartomány az -OH csoport $3303\text{--}2917\text{ cm}^{-1}$ -ig a rágatlan rágóban több van, valószínűleg az édesítőszer miatt, a rágottban pedig a víz miatt. 2917 cm^{-1} rezgésnél a -CH₂- polimerlánc mutatható ki a rágatlan rágóban kevesebb, mint a rágottban.

1736 cm^{-1} C=O csoport van jelen ennél a rezgésnél, valószínűleg ez adja az édes, karamell ízt. 1592 cm^{-1} rezgésnél a rágott rágóban nagy a fehérje tartalom. 1089-873 cm^{-1} –ig C-O csoport található a rágatlanban, az ízfokozók, a szubsztituált aromás vegyületek, az aszpartám az aceszulfám-K, a maltodextrin sűrítőanyag, 800 cm^{-1} hullámszám alatt a fényezőanyagok és más aromás vegyületeket rágtunk ki a rágóból.

Winterfresh mint ice:



7.ábra Winterfresh mint ice termékről készült FTIR felvétel

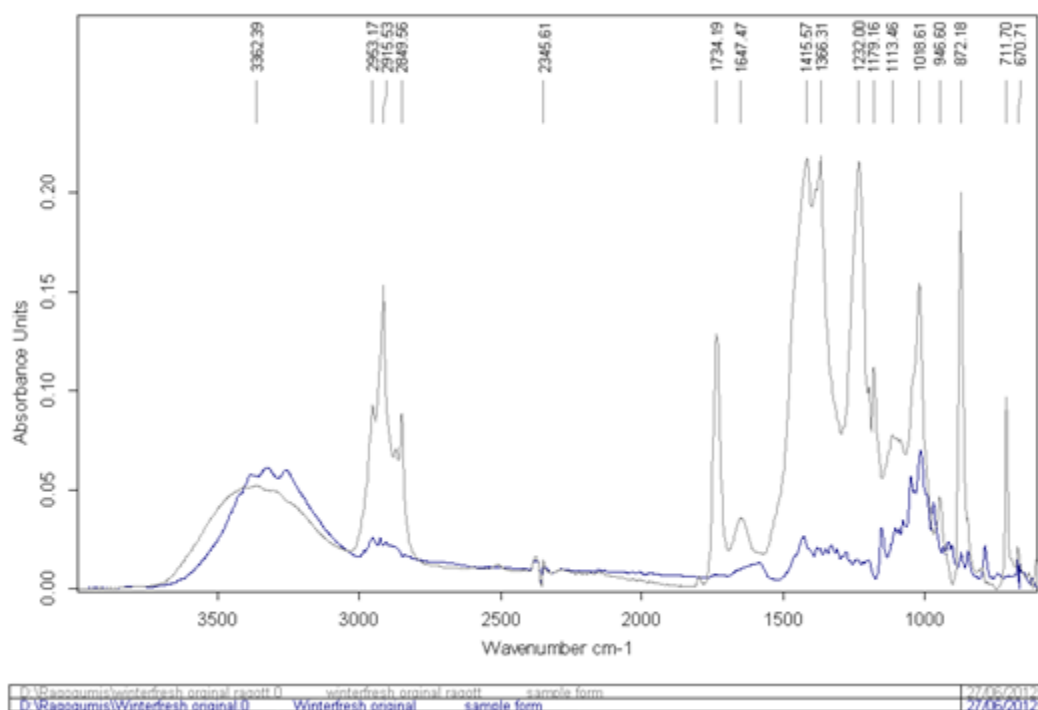
5.táblázat Winterfresh mint ice termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3375	I	-	-OH
3333	I	-	-OH
3300 széles	-	I	víz
2915	-	I	-CH ₂
2849	-	I	⊙
1734	-	I	-C=O
1644	-	I	-NH ₂
1426	-	I	-CH ₃ -CH ₃
1366	-	I	-C(CH ₃); -OH
1232	-	I	-C-O-
1179	-	I	asszimmetrikus gyűrű rezgés
1016	-	I	-C-O-
946	-	I	-CH ₂ =CH ₂
872	-	I	=CH
711	-	I	=CH diszubsztituált aromás vegy.

A legnagyobb hullámszámú tartomány 3375-2915 cm^{-1} –ig tart, amira az OH csoport a jellemző vagy a víz csúcs. A rágott rágóban több van mint a rágatlanban, valószínűleg a nyál mutatható ki ebből az adatból. A 2915-2849 cm^{-1} tartományban a CH_2 - polimerlánc látható, a rágottban több van mint a rágatlanban, vagyis a rágás során alakul ki nagymértékben. 1734-

1644 cm^{-1} rezgéseknél nagymértékben kimutatható a rágott rágónál a degradáció, az oxid-csúcs miatt. A rágott rágóból leolvasható az amin-csúcs, és a fehérje-csúcs, vagyis a répacukor az 1426-1366 cm^{-1} tartományból. Ez alatti tartományokban előfordulnak további aromás vegyületek, adalékanyagok amik a rágókban előfordulnak, amiket a rágott rágóban magasabb rezgéseknél lehet észrevenni, valószínű hogy a rágáskor előhoztuk ezeket az anyagokat.

Winterfresh original:



8.ábra Winterfresh original termékről készűt FTIR felvétel

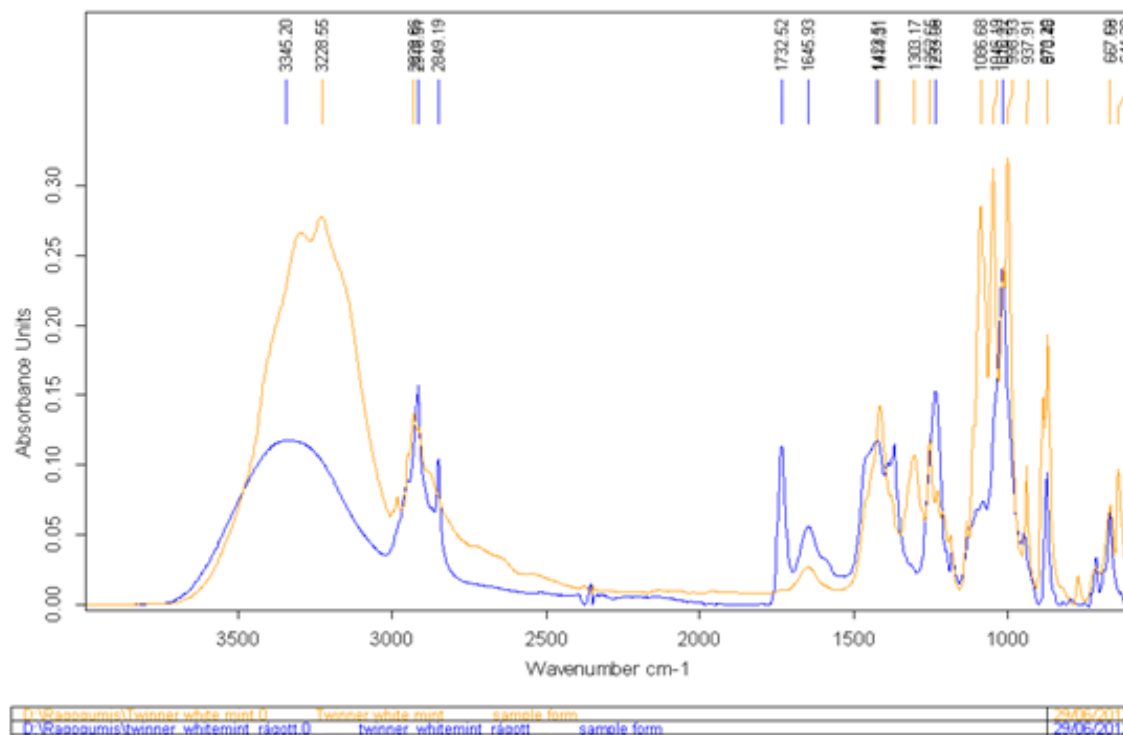
6.táblázat Winterfresh original termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3362	I	-	-OH
3300 széles	-	I	víz
2953	-	I	CH_2X_2 (halogén)
2915	I	I	$-\text{CH}_2$ lánc
2849	-	I	 korona alak
1734	-	I	$-\text{C}=\text{O}$
1647	-	I	$-\text{C}=\text{C}$
1415	-	I	$-\text{CH}_3-\text{CH}_3$
1366	-	I	$-\text{C}(\text{CH}_3)$
1232	-	I	$-\text{C}-\text{O}$
1179	-	I	asszimmetrikus gyűrű rezgés
1018	I	I	$\text{C}-\text{O}$, 
872	-	I	$=\text{CH}$
711	-	I	$=\text{CH}$ diszubsztituált aromás vegy.

A 3362-2953 cm^{-1} tartományban található víz csúcs, -OH csoport, ami a rágatlan rágóban van több. A rágás során alakult ki jobban a $-\text{CH}_2-$ polymerlánc. 1734-1647 cm^{-1} nagymértékben degradáció alakult ki a rágott rágóban, az oxid-csúcsnál. 1415-1323 cm^{-1} rezgéseknél a rágott

rágóban volt több a fehérje csúcs. 1018 cm^{-1} rezgésnél a gumiarábikum mutatható ki mindkét rágónál, de a rágottban nagyobb tartományban van. (-C-O csoport) A kiemelkedő csúcs még a =CH csoport, a rágott rágóban valószínűleg a színezékek lehetnek.

Twiner 88 white mint:



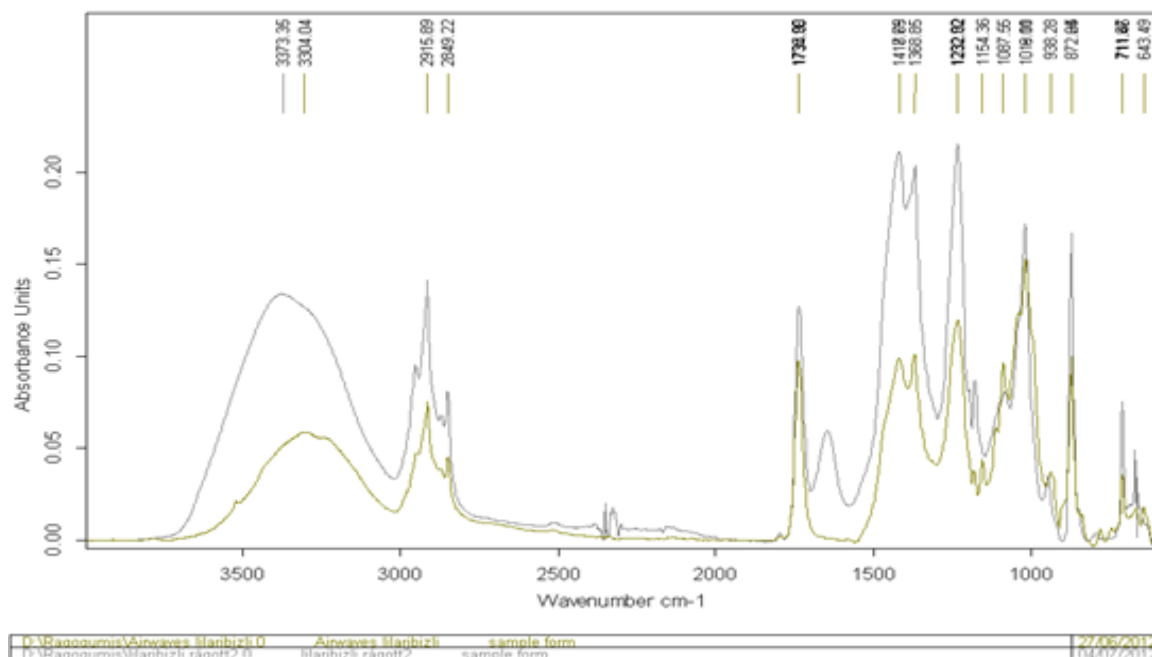
9.ábra Twiner 88 White mint termékről készült FTIR felvétel

7.táblázat Twiner 88 White mint termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3345	I	-	-OH
3228	I	-	-OH
3300 széles	-	I	víz
2920	I	I	-CH ₂
2849	-	I	
1732	-	I	-C=O
1645	I	I	-NH ₂ fehérje
1423	I	I	-CH ₃ -CH ₃
1303	I	-	-OH, -CH ₂ szénhidrogén
1233	-	I	-C-O-
1086	I	-	-C-O-
1046	I	-	-C-O-
1018	-	I	-C-O-
998	I	-	Alkil ciklobutánok
878	I	I	=CH
667	I	I	
641	I	I	hármaskötésC-H

A 3345-3228 cm^{-1} vegyértékrezgéseknél nagymértékben előfordul az -OH csoport, a rágatlan rágóban, ezek lehetnek az édesítőszer, tehát sok benne a szorbit, mannit, xilitol és a maltit. A rágottban pedig a víz csúcs figyelhető meg. Mindkét rágóban kimutatható a -CH₂-polimerlánc, a rágottnál, 1732-1645 tartományánál degradáció, oxid csúcsok miatt és az 1423-1235 cm^{-1} tartományig a -C-O csoportja mutatatható ki nagymértékben illetve színezékek, más aromás vegyületek.

Airwaves feketeribizli:



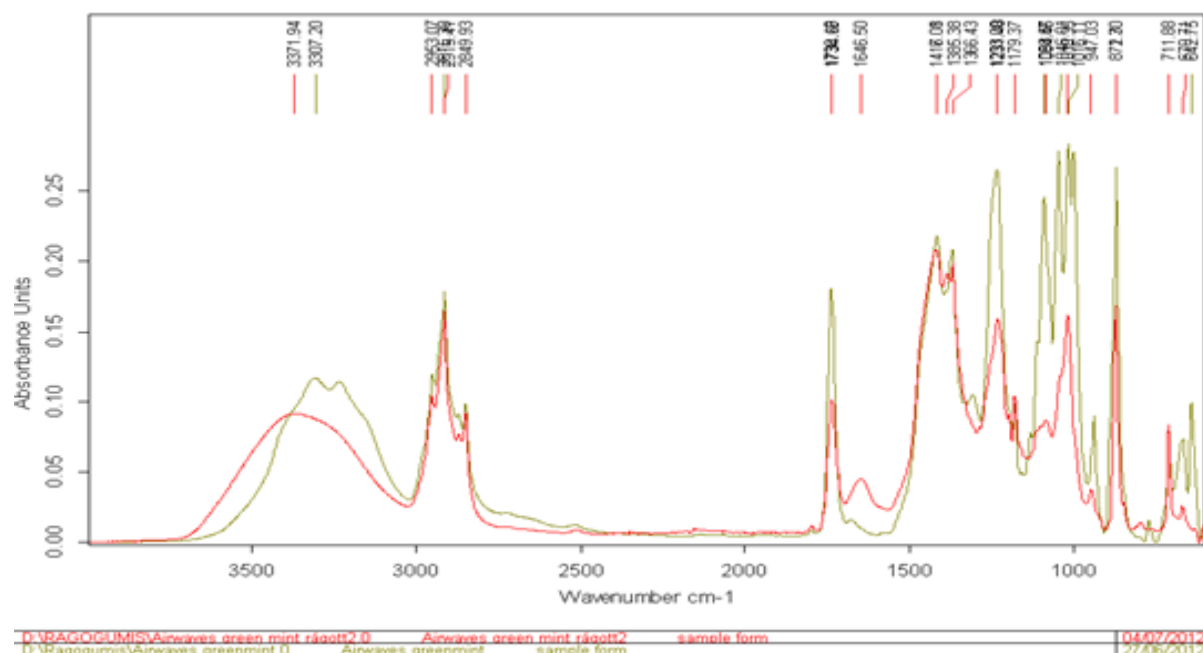
10.ábra Airwaves lilaribizli termékről készűt FTIR felvétel

8.táblázat Airwaves lilaribizli termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3375	I	-	-OH
3304	-	I	víz
2915	I	I	-CH ₂ lánc
2849	-	I	
2450	-	I	nitro-csoport
1734	I	I	-C=O
1418	-	I	-CH ₃ -CH ₃
1368	-	I	-C(CH ₃)
1232	I	I	-C-O
1087	I	-	-C-O
1018	I	I	-C-O, 
872	I	I	=CH
711	-	I	=CH aromások
643	-	I	hármaskötés CH

3373-2915 cm⁻¹ hullámszámú tartomány között a rágott rágóban nagy mértékű víz csúcs található, a rágatlanban pedig édesítőszer. 2915-2849 cm⁻¹ tartománynál a -CH₂-polimerlánc található mindkét rágóban. 1734 cm⁻¹ rezgésnél, degradáció van mindkét rágóban, oxid csúcs miatt. 1418-1368 cm⁻¹ között vannak a rágott rágóban a fehérje csúcs található. 1232-1154 cm⁻¹ hullámszámú tartomány között található az aceszulfám-K, az aszpartám édesítőszer az rágott rágóban. 1018 cm⁻¹ mindkét rágóban a gumiarábikum sűrítőanyagok vannak. 872 cm⁻¹ -től lentebb az ízfokozók és más aromás vegyületek vannak.

Airwaves Green Mint:



11.ábra Airwaves green mint termékről készült FTIR felvétel

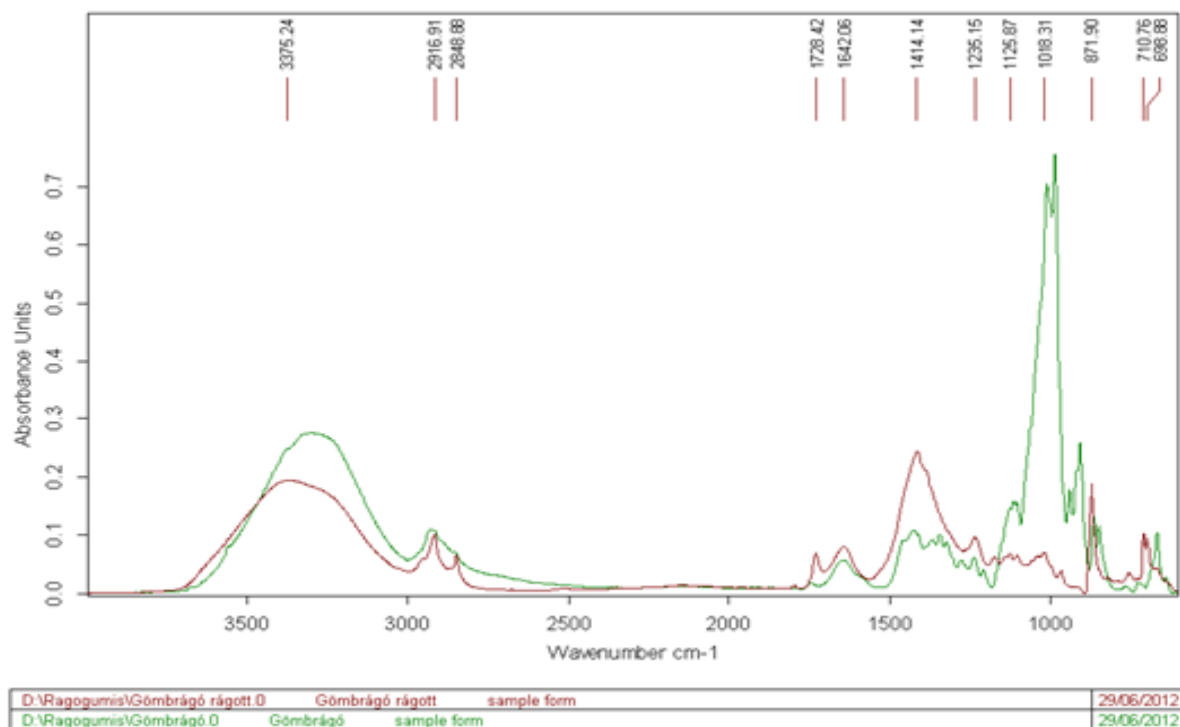
9.táblázat Airwaves green mint termék főbb elnyelése

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3371	I	-	-OH
3307	-	I	víz
2953	I	I	CH ₂ X ₂ (halogéncso.)
2915	I	I	-CH ₂ lánc
2849	I	I	⊙
1730	I	I	-C=O
1646	-	I	-C=C
1417	I	I	-CH ₃ -CH ₃
1365	I	I	-C(CH ₃)
1233	I	-	-C-O-
1179	-	I	aszimmetrikus gyűrű rezgés
1081	I	-	-C-O
1046	I	-	-C-O
1016	I	-	aromások
947	I	-	-CH=CH
872	I	-	=CH
711	-	I	=CHdiszubsztituált aromások
678	I	-	benzol (=CH)
642	I	-	hármaskötés CH

3371-2953 cm⁻¹ rezgések között megtalálható az -OH csoport a rágatlan rágóban, az édesítőszerek a szorbit, a mannit, a xilitol és a maltit, a rágottban pedig a víz csúcs. Nagymértékben kimutatható a 2953-2848 cm⁻¹ rezgések közötti -CH₂- polimerlánc, mindkét rágóban. A 1730-1646 cm⁻¹ hullámok között a degradáció mutatható ki. 1415-1366 cm⁻¹ -ig mindkét rágónál látszik a fehérje csoport -C-O- valószínűleg ízfokozók is. 1233-1179 cm⁻¹ lehet aceszulfám-K és az aszpartám található. A 1088-947 cm⁻¹ a gumiarábikum a

maltodextrin a glicerín sűrítőanyagok találhatóak. A 871 cm^{-1} hullámnál az ízfokozók találhatóak, mindkét rágónál.

Gömbrágó:



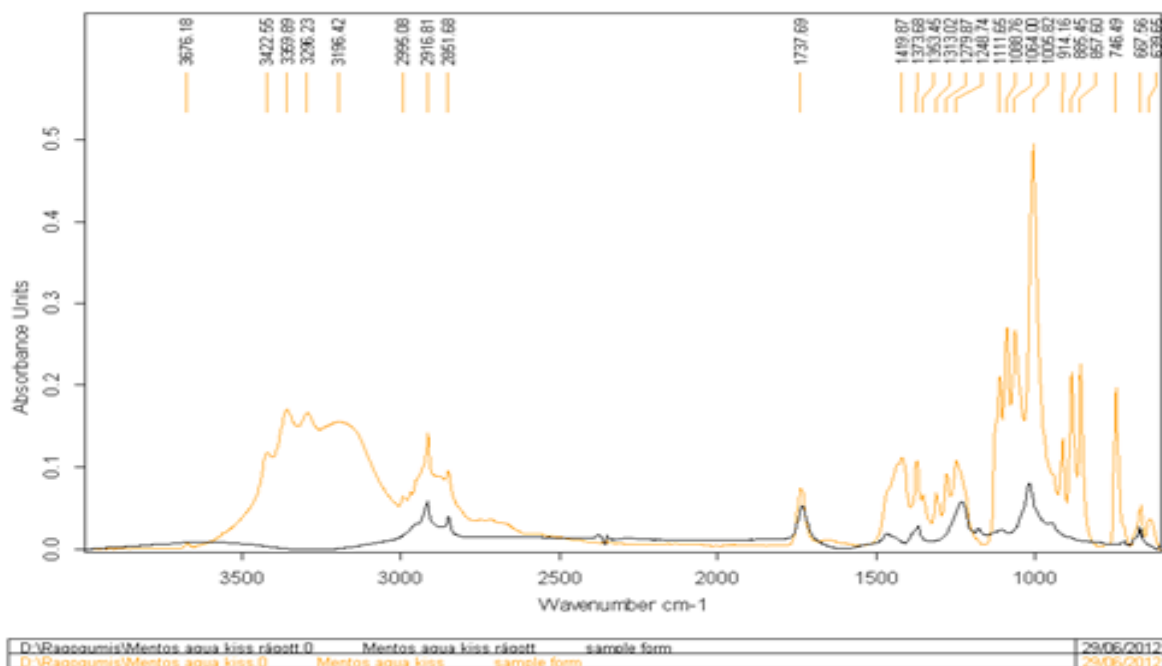
12.ábra Gömbrágó termékről készült FTIR felvétel

10.táblázat Gömbrágó termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3357	I	-	-OH
3300	-	I	víz
2916	I	I	-CH ₂
2848	I	I	
1728	-	I	-C=O
1642	-	I	-NH ₂ fehérje
1414	-	I	CH ₃ -CH ₃
1235	-	I	-C-O
1125	-	I	-C-O
871	-	I	C=C-H
710	-	I	=CHdiszubsztituált aromás

Az első rezgés a 3370 cm^{-1} tartományban van, az -OH csoport vegyértékrezgése, a víz csúcs a jelen görbe esetén a rágott rágóban több van mint a nem rágott rágóban. A $2916\text{--}2848\text{ cm}^{-1}$ rezgések között a -CH₂ polimerlánc van jelen, és a rágott rágóban kevésbé érzékelhető, mint a rágatlanban. A rágott gömbrágóban degradáció jött létre az 1728 cm^{-1} csúcsnál. $1642\text{--}1414\text{ cm}^{-1}$ rezgéseknél az aminos csúcsnál a rágott rágóban sok a fehérje, vagyis sok benne a répacukor. A répacukor megfigyelhető az $1125\text{--}1018\text{ cm}^{-1}$ rezgéseknél is, itt a rágatlan rágóban nagymértékben mutatkozik, mint a rágottban.

Mentos Aqua Kiss:



13.ábra Mentos Aqua Kiss termékről készült FTIR felvétel

11.táblázat Mentos Aqua Kiss termék főbb elnyelései

Csúcsok	Rágás előtt	1 óra rágás után	Rezgések
3422	I	-	-OH
3369	I	-	-OH
3296	I	-	-OH
3300	-	I	víz
2916	I	I	-CH ₂
2851	I	I	
1737	I	I	-C=O
1419	I	-	-CH ₃ -CH ₃
1373	I	-	-C(CH ₃)
1313	I	-	-SO ₂ N (-OH)
1111	I	-	ciklobutánok
1088	I	-	ciklo-
1064	I	-	ciklo-
1005	I	-	ciklobutánok
914	I	-	C=C-H
885	I	-	C=C-H
857	I	-	C=C-H aromások
746	I	-	aromások
667	I	-	

3422-2995 cm⁻¹ hullám számú tartomány között a rágott rágóban nincs –OH csoport, a rágatlanban édesítőszeresek vannak. 2900 cm⁻¹ rezgéseknél –CH₂- polimerlánc található. 1732 cm⁻¹ hullámnál –C=O csoport van, fehérje, csoport mindkét rágóban. 1419-1248 cm⁻¹ tartomány között –C-O csoportok, illetve –SO₂ – (-OH), találhatóak az aceszulfám-K és az aszpartám, sűrítőanyag a glicerin. 1248-1005 cm⁻¹ között a gumiarábikum, maltodextrin, aromás vegyületek találhatóak meg a rágatlan rágóban, az 1000 cm⁻¹ alatti tartomány csúcsain a színezékek és ízfokók.

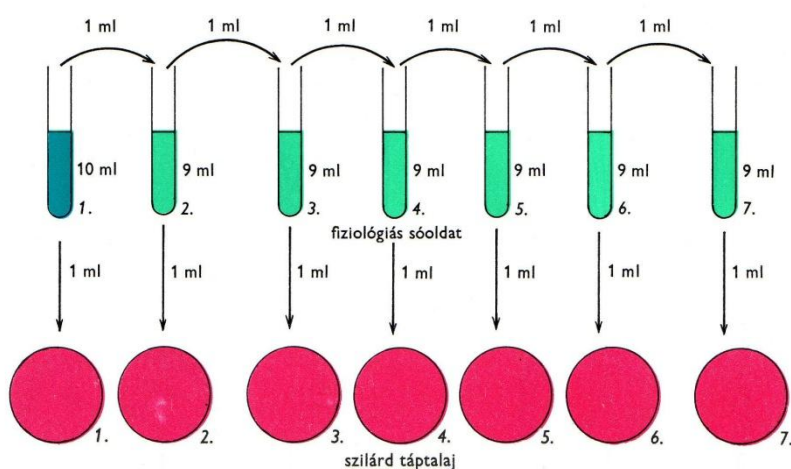
3. A mikrobiológiai vizsgálat

3.1. A McFarland skála

A McF (nevét az elv alkotójáról, McFarlandról kapta, és így is ejtjük a rövidítést) a mikrobákat tartalmazó oldatok töménységi mérőszáma, amely az átlátszóság/zavarosság alapján határozza meg a becsülhető mikróbaszámot. Léteznek McF mérő berendezések, amelyek fényáteresztés mérése alapján működnek, de gyakran alkalmazzák a szabványos McF hígítási sort. Az utóbbi módszer esetében az oldatunkat szemrevételezéssel kell összehasonlítani a McF skála számunkra szükséges oldatával. A 0,5 McFarland, a skála legkisebb tagja, ami kevesebb, mint 300×10^6 CFU/ml-t jelent.[12] A baktériumszámot ez esetben kb. $1,5 \times 10^8$ CFU/ml-nek vesszük. A CFU (colony forming unit) a telepkepző egységek számát, azaz a csíraszámot jelenti. Egy Petri csészébe kb. 20 ml táptalajt szoktunk önteni 4 mm vastag agarlemezhez). A mikróbaszám pontos kvantitatív meghatározásához más módszerekre van szükség. [6]

3.2. Hígítási sor készítése

A hígítási sor elkészítésének módját a következő ábra mutatja:



14. ábra Hígítási sor készítése törzssuszpenzióból

3.3. Lemezöntés

Petri csészébe (esetünkben 90 mm átmérőjű) pipetázunk 1 ml vizsgálandó szuszpenziót (ez általában mikróbát tartalmazó fiziológiás sóoldat), majd kb. 20 ml kézmelegre hűlt tápagart (3-4 mm vastag agarlemez) öntünk rá, a petri csésze vízszintes körkörös mozdításával alaposan eloszlatjuk a baktériumszuszenziót a folyékony tápagarban, majd - kissé félrehúzával a petri csésze fedelét – hagyjuk az agart megdermedni. A dermedést követően a mintákat inkubátorba helyezzük (37°C), és 48 óra elteltével látható telepekké alakulnak azok a mikrobák, amelyek az elszuszpendált folyadékban voltak.

3.4. Használt közegek összetétele

BHI (Agy-szív kivonatos tápleves):

Általános tápleves, igen igényes baktériumok felszaporítására is alkalmas.

- 12,5 g agykivonat
- 5 g szív kivonat
- 10 g proteózpepton
- 5 g nátrium-klorid
- 2,5 g dinátrium-hidrogén-foszfát
- 2 g D-glükóz
- 1000 ml desztillált víz [6]

Fiziológiás sóoldat:

Baktériumszuszenziók készítésére és hígítássorozatok előállítására alkalmas oldat. Hígítási célra készült táptalajoknál a sterilizálás során elpárolgott vizet korrekcióba kell venni.

Összetétele:

- 8,5 g nátrium-klorid
- 1000 ml desztillált víz

20 percig sterilizáljuk 121 °C-on.

Tápagar (összcsíra agar):

Általános tápagar bakteriológiai célokra.

- 3 g húskivonat
- 10 g pepton
- 20 g agar
- 1000 ml desztillált víz

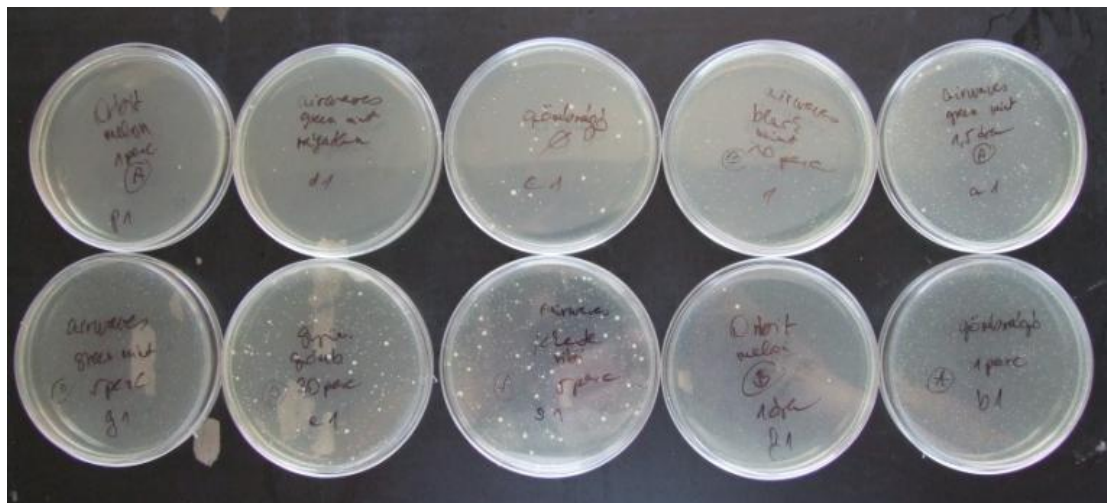
3.5. A vizsgálat menete



15. ábra Rágógumik fiziológias sóoldatban

1 rágó 10 ml fiziológias sóoldatba lett beletéve. Ebből 1 ml-t átpipettáztam az első Petri csészébe (amikre a minták nevét is ráírtam, a többi hígítást csak rövid jelöléssel illettem), arra meleg összecsíra agart öntöttem, elkevertem, és annak megszilárdulása után betettem inkubátorba 37 °C-ra 48 órára. A rágós oldatból egy másik 1 ml-t átpipettáztam egy 9 ml fiziológias sóoldatot tartalmazó kémcsőbe (ez a 10-szeres hígítás), ebből is öntöttem egy lemezt, ebből is kivettem még 1 ml-t és átpipettáztam egy másik 9 ml-es sóoldatos kémcsőbe, abból is lemezt öntöttem, és így tovább.

3.6. Eredmények



16.ábra A minták Petri csészékben

Minta	Rágás időtartama, perc	Rágást végző személy	1	2	3	4	5	6	CFU/db	CFU/db
Airwaves green mint	0		15	1	0	0	0	0	$1,5 \cdot 10^2$	150
Gyümölcsös gömb	0		113	12	1	0	0	0	$1,2 \cdot 10^3$	1200
Orbit melon	1	A	34	8	1	0	0	0	$3,4 \cdot 10^2$	340
Gyümölcsös gömb	1	A	∞	∞	167	17	1	0	$1,7 \cdot 10^5$	170000
Airwaves green mint	5	A		151	24	3	0	0	$1,5 \cdot 10^4$	15000
Airwaves black currant	5	A	∞		89	8	0	0	$8,9 \cdot 10^4$	89000
Airwaves black mint	10	B		51	5	0	0	0	$5,1 \cdot 10^3$	5100
Gyümölcsös gömb	30	A		61	6	0	0	0	$6,1 \cdot 10^3$	6100
Orbit melon	60	B	∞		88	9	0	0	$8,8 \cdot 10^4$	88000
Airwaves green mint	90	A		147	14	1	0	0	$1,4 \cdot 10^4$	14000

15.táblázat A rágógumikból kimutatott összcsíraszám [CFU/db]

3.7. Kiértékelés

Amelyikben a legtöbb baktérium volt:

Rágógumi neve	CPU/db	Rágás időtartama (perc)
1. Gyümölcsös gömbrágó (ebben volt a legtöbb baktérium)	$1,7 \cdot 10^5$	1
2. Airwaves feketeribizli	$8,9 \cdot 10^4$	5
3. Orbit melon	$8,8 \cdot 10^4$	60
4. Airwaves green mint	$1,5 \cdot 10^4$	5
5. Airwaves black mint	$5,1 \cdot 10^3$	10

16.táblázat A legtöbb baktériumot tartalmazó adatok ismertetése

4. Összefoglalás, eredmények értékelése

Dolgozatomban, először a rágógumi történetét, élettani- és gyógyhatásait vizsgálva, következtettem arra, hogy az emberek számára mennyire fontos a rágógumizás. Majd tizenhárom rágó fajtát vizsgáltam, amik Magyarország lakosságának leginkább vásárolt rágóinak számítanak. A rágógumi fajták a következők voltak: Mentos Aqua Kiss, Gyümölcsös gömbrágó, Winterfresh original, Winterfresh mint ice, a Twinner 88 white mint, Twinner 88 fresh spearmint, az Orbit blueberry, Orbit melon, Orbit spearmint, és a Orbit gyerekrágó, az Airwaves feketeribizli, airwaves greenmint, airwaves blackmint. Két különböző módszert használtam. A rágókat az FTIR spektroszkópiával két féle módon vizsgáltam, egy óra rágás után, illetve rágás nélkül helyeztem őket a berendezésbe. Elvégeztem öt rágógumin a mikrobiológiai vizsgálatot, különböző időtartamú rágásokkal, más-más személyekkel rágottan és rágatlanul.

Az eredmények azt mutatták, az FTIR vizsgálat diagramjai szerint, egy óra rágás után, általánosságban a rágókból kirágtuk a cukrot, az édesítőszereket, a színezékeket. A rágás során a fogainkról lekerült fehérje tartalmú szerves vegyületek kerültek a rágókban nagymértékben, ami nem annyira egészséges, mivel a baktériumokat rágjuk folyamatosan. Az mikrobiológia vizsgálat során, az eredmények összehasonlíthatók az FTIR vizsgálat eredményeivel, mivel az első vizsgálat során azt az eredményt kaptam, hogy a gyümölcsös gömbrágóban van a legtöbb (170000 CPU/db) baktérium, a spektroszkópia vizsgálatánál is kimutatta a legtöbb fehérje mennyiséget a rágóban. Tehát, ebből arra következtettem, hogy a gyümölcsös ízű rágógumikban vannak a baktériumok mind a rágatlanban és mind a rágottban, tehát ha óvni szeretnénk fogainak, ne rágjuk őket.

Mivel a dolgozatomban ismertetett eredmények rövid távú rágási hatásokat reprezentálnak, ezért nagyobb léptékű és hosszabb távú méréseket szeretnék később végezni a rágógumikkal, a mikrobiológiai mérést többszöri mérések ismétlésével, hogy az eredményeim még pontosabbak legyenek.

Köszönetnyilvánítás

Nagyon köszönöm témavezetőim, Dr. Kollár Mariann és Kun Éva segítségét, akik nélkül ez a munka nem születhetett volna meg. Külön köszönöm Dr. Kollár Mariannak, hogy megtanulhattam ennek a nagyszerű spektroszkópia készüléknek a használatát, a spektrumok kiértékelését és hogy annyi időt szánt a kérdéses pontok, értékelések megbeszélésére. Köszönettel tartozom Kun Évának, aki az ötletet adta a mikrobiológiai vizsgálathoz, és az eredmények kiértékelésében nyújtott segítségét. Szeretnék köszönetet mondani a Polimermérnöki Tanszék dolgozóinak is, akik a dolgozat elkészítése alatt nemcsak jó szakmai környezetet biztosítottak, hanem a mérésben is segítettek. Köszönöm Dr. Szabó Tamásnak, Zsoldos Gabriellának és Gazsi Nóra csoporttársamnak, akik segítettek a minták előkészítésében. Köszönöm barátaim és családom lelkesítő szavait. Egyúttal köszönöm a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 "A Miskolci Egyetemen működő tudományos képzési műhelyek összehangolt minőségi fejlesztése" című projekt támogatását.

Irodalomjegyzék

[1]. Máriáss Márta: *Mit eszünk a rágógumin?*

[2]. Dr. Kieselbach Gyula: *A rágógumi*

[3]. <http://www.wrigley.com/global/index.aspx>

[4]. Elizabeth Palmer: *A rágógumi*

[5]. Holly Sándor, Sohár Pál: *Infravörös spektroszkópia*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968

[6]. Dr. Horváth Sándor: *Mikrobiológiai praktikum*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1980