

27/1978

Greiningar á útfellingum  
í Svartsengi.

Hrefna Kristmannsdóttir.

Greiningar á útfellingum  
í Svartsengi.

Hrefna Kristmannsóttir.

Úr hitaveitulögn til Grindavíkur frá orkuverinu í Svartangi var þ.13.4.78 tekið sýni af útfellingum (merkt LAPUNKTUR við H-5). Fjallar eftirfarandi skýrsla um athuganir á sýninu. Sýnið reyndist örðugt í greiningu og miklum tíma varið til athugana á því, þar sem nauðsynlegt er að vita hvers eðlis útfellingin er til að skýra megi orsök hennar og gera réttar ráðstafanir til að koma í veg fyrir áframhaldandi útfellingar. Vegna efnasamsetningar vatnins og frá reynslu af útfellingum í hitaveitu Reyknihlíðar var talið líklegt að vötnuð efnasambönd af magníum og kísli væru aðalefnin í útfellingunum. Til að skýra aðstæður við útfellinguna er hins vegar nauðsynlegt að vita á hvaða formi efnin falla út og hvort um einn eða fleiri fasa er að ræða.

#### Frumathugun.

Aðalmassinn í útfellingunum eru létt og porótt, ljósbrúnleit myndlaus korn. Ryðhúð er á sumum kornanna. Dreif af svörtum, myndlausum kornum, sem sennilega er húð innan úr rörunum finnst einnig í sýninu.

Sýnið freyðir ekkert í saltsýru og er því ekkert kalk í því. Við athugun í bergsmásjá sást að útfellingarnar eru úr myndlausum massa, sem er nær ísotróp og ljósbrotið er 1.515.

Röntengreining sýndi að efnið er amorft (ókrystallað) gagnvart röntgengeislum.

#### Efnagreiningar með Örgreini.

Þar sem sýnið er ókrystallað er mjög erfitt að aðgreina mismunandi fasa í því. Heildarefnagreining segir aðeins til um magn efna í sýninu, en ekkert um dreifingu efnanna, né hvernig þau eru tengd hvort öðru. Á Örgreini er hægt að efnagreina einstaka punkta í korni sem eru örfá mikron að stærð og einnig er hægt að

fá fram mynd af dreifingu einstakra efna í hverju korni með því að "skanna" yfir það með elektrónugeislanum. Í þessu tilfelli var talið mjög líklegt að í sýninu væri magníum, kísill og vatn, en ekki hvort þessi efni væru bundin í eitt eða fleiri efnasambönd. Til að skýra orsakir útfellingarinnar er mikilvægt að vita hvort magníumhydroxyð og kísill hafa fallið út samtímis úr vatninu, eða hvort um er að ræða útfellingu á vötnuðu magníumsilikati.

Ef um tvo fasa væri að ræða þtti hlutfall á milli magníums og kísils að vera breytilegt á milli punkta í sýninu og dreifing efnanna í korninu ekki eins jöfn og ef um eitt efni væri að ræða.

Fyrst voru gerðar á Örgreininum tólf efnagreiningar á allmörgum efnum í kornunum: kísli, títan, áli, járn, mangan, magníum, kalsíum, natríum og kalíum.

Illa gekk að fá greiningar með samilegri summu. Vatn og hydroxyð koma ekki fram í greiningu og er því eðlilegt að summan sé 80 - 90%. Mun lægri summa en þetta fékkst í flestum greiningunum.

Efnið var oft sjáanlega óstöðugt í elektrónugeislanum og "saut" burt á meðan á greiningu stóð. Korn, sem ekki voru sjáanlega óstöðug, gáfu þó einnig oft allt of lága summu. Það gæti stafað af því að sýnið er mjög fínkornótt og porótt og því stærð geislans meiri en einstök korn. Einnig verður yfirborð sýnisins ekki eins vel fægt og þegar kornastærð er meiri og því fást lægri tölningar. Nokkrar skástu greiningarnar eru sýndar í töflu 1.

Tafli 1.

SiO <sub>2</sub>	45,13	36,43	30,48	28,07
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,21	2,18	0,49	1,59
FeO	1,56	1,07	0,75	0,35
H <sub>2</sub> O	0,00	0,04	0,01	0,00
MgO	32,34	16,37	18,23	18,87
CaO	0,16	0,16	0,17	0,18
H <sub>2</sub> O	0,02	0,03	0,04	0,02
K <sub>2</sub> O	<u>0,00</u>	<u>1,12</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
	81,42	57,40	57,17	49,08

Síðan var mælt í um þrjátíu punktum til viðbótar atómhlutfallið Mg : Si og valin korn sem virtust allstöðug undir elektrónugeislanum. Dreifni þessa hlutfalls var frá 2,1 - 0,002, en meðaltalið var 0,94. Sex málningar af samtals um fjörutíu féllu utan þilsins 0,7 - 1,1 fyrir Mg : Si.

Að lokum var skannað yfir tvö korn. Á myndasíðu 1 er sýnd efst mynd af útlínunum kornsins 1000 x stækkað og einnig er sýnd dreifing magníums á sömu myndinni. Neðar á blaðinu er sýnd dreifing magníums og kísils í korninu á sitt hvorri myndinni.

Punktafjöldinn er háður útgeislun efnisins, en er ekki beinn mælikvarði á magn. Ef myndirnar eru bornar saman sést að dreifing beggja efnanna er fremur jöfn í korninu og engin áberandi belti þar sem aðeins annað efnið finnst eru sjáanleg.

Á myndasíðu 2 eru sýndar myndir af útlínunum annars korns, ásamt dreifingu járn, magníums og kísils í sýninu. Dreifing járn er fremur óregluleg og lítið er af því. Línan efst á myndinni er truflun í rafeindaútbúnaði. Dreifing magníums og kísils er einnig mjög jöfn í þessu sýni.

### Athugun á gleypni í innrauða litrófinu.

Til að athuga bindingar á milli efna í sýninu var athugað gleypni sýnisins í innrauða litrófinu. Sýnin voru mulin með KBr í hlutfallinu 1 : 100 og pressuð í þunna disk.

Hluti línuritsins er sýndur á meðfylgjandi myndum (3 og 4) en miðhluta þess er sleppt. Þar kemur lítið fram nema gleypnitoppur við um  $1600\text{ cm}^{-1}$ , vegna beygjusveiflu í vatnsmólekúlum í sýninu.

Gleypnin við lægri bylgjulengdir (bylgjutíðni 2500 - 4000  $\text{cm}^{-1}$ ) sýnir vetnisbönd í sýninu (mynd 3). Toppur við  $3695\text{ cm}^{-1}$  er vel afmarkaður. Tilsvavar hann OH- teygjusveiflu í brúsíti ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) og einnig OH teygjusveiflu í chrysotíl ( $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ ). Sýnir þetta að magníum er bundið hydroxyðjónum í sýninu. Einnig sést á þessu bili "haugur" með miðju nálægt  $3430\text{ cm}^{-1}$ , sem stafar af kristalvatni í sýninu.

Þann hluta línuritsins, sem sýnir gleypni við lengri bylgjulengdir (mynd 4) er erfitt að túlka þar sem upplausn er ekki góð. Haugur kemur fram við um  $1000\text{ cm}^{-1}$ . Á þessu bili liggja gleypnitoppur vegna Si - O teygjusveiflna. Gleypni ókristallaðra silikata er yfirleitt svipuð og hjá skyldum kristölluðum efnum. Gleypnitoppur eru þó breiðari og fínstrúktúr hverfur. Í þessu tilviki hefur ekki fengist heldur nein upplausn milli toppa. Sýnið er sennilega í of miklu magni í KBr disknum til að upplausn fást á milli toppanna á þessu bili. Þó má sjá að "gleypnihaugurinn" er hliðraður í átt til lægri bylgjutíðni en fást í hreinum kísli og bendir það til bindinga milli kísils og magníums.

Gleypnitoppur við u.þ.b. 780, 630 og á bilinu 446-480  $\text{cm}^{-1}$  getu verið vegna bindinga magníums við kísil en þar er upplausn mjög léleg.

Gleypnitoppur á um  $400\text{ cm}^{-1}$  tilsvavar beygjusveiflu í OH<sup>-</sup> bundnu magníum (eins og í  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ).

Línuritíð sýnir að bindingar eru á milli magníums og hydroxyðs og sennilega eru einnig bindingar á milli kísils og magníums.

Gæti því hér verið um að ræða illa kristallað lagsilikat með eins konar brúsít ( $Mg(OH)_2$ ) millilögum í silikatlagningunni. Einnig gæti verið um að ræða blöndu af magníumhydroxyði og vötnuðu kísilgeli, sem væri að byrja að mynda efnasamband.

Nánari túlkun á gleypni við lengri bylgjulengdir í innrauða litrófinu gæti fengist með því að athuga meira þynnt sýni og fleiri viðmiðunarstaðla. Mun það verða gert síðar. Að afla hentugra staðla mun taka tíma og þar sem niðurstöður annarra greininga liggja fyrir er rétt að birta þessa framtúlkun með þeim.

Niðurstöður.

Útfellingin er ókristölluð efnasambönd af magníum, kísli, vatni og hydroxyði. Niðurstöður örgreininga sýna að Mg : Si hlutfall er fremur stöðugt og dreifni þessara efna í kornunum er jöfn. Bendir það til þess að þessi tvö efni hafi fallið út í sama fasa, fremur en í tveim aðskildum fösum. Þær bindingar, sem sjást á milli efnanna, skera ekki úr um hvort um einn eða fleiri fasa sé að ræða. Greiningarnar benda til þess að kísill sé bundinn magníum, en engar upplýsingar fengust um symmetríu þess efnasambands. Magníum er bundið hydroxyði og gæti það bæði verið óháður fasi eða í silikatstrúktúr.

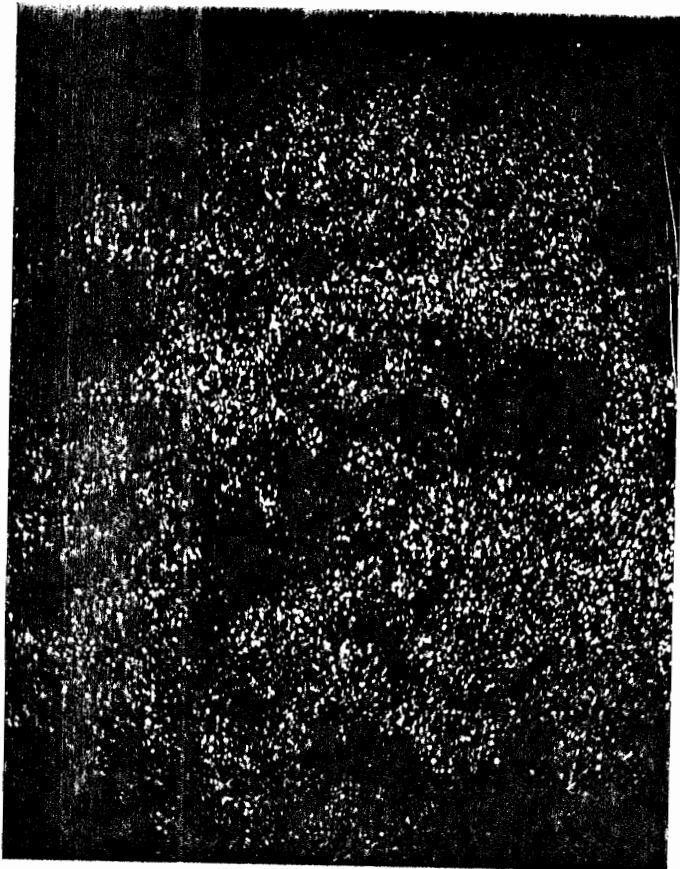
Eg tel frá þessum athugunum líklegast að efnið hafi fallið út sem magníumsilikat. Byggi ég þá ályktun einkum á niðurstöðum örgreininganna, en túlkun á gleypni í innrauða litrófinu styður einnig fremur þá ályktun, þótt hún sé ekki nógu afgerandi.



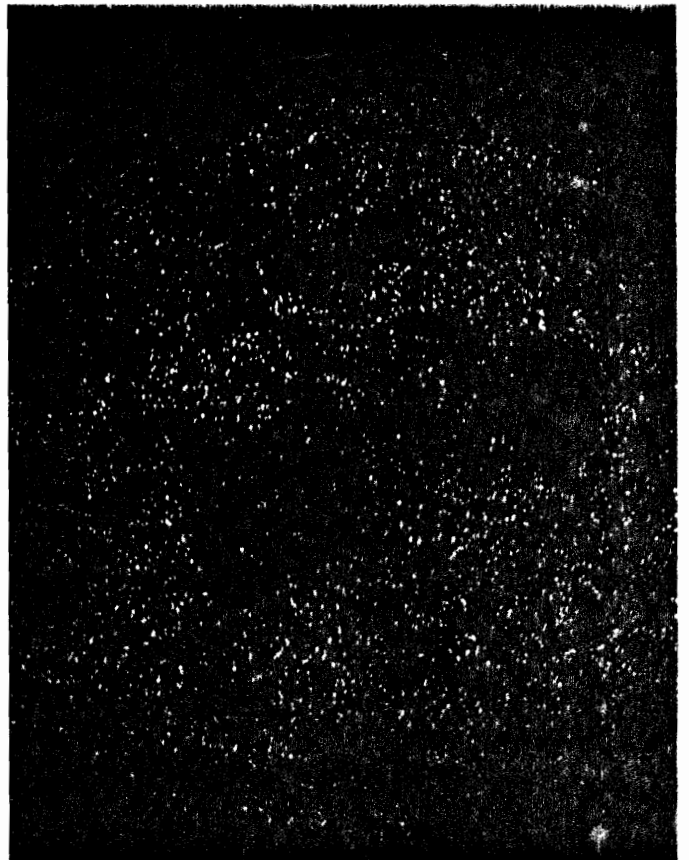
Korn af sýninu, stækkað 1000 sinnum.



Útlínur korns. Einnig sést dreifing magníums.



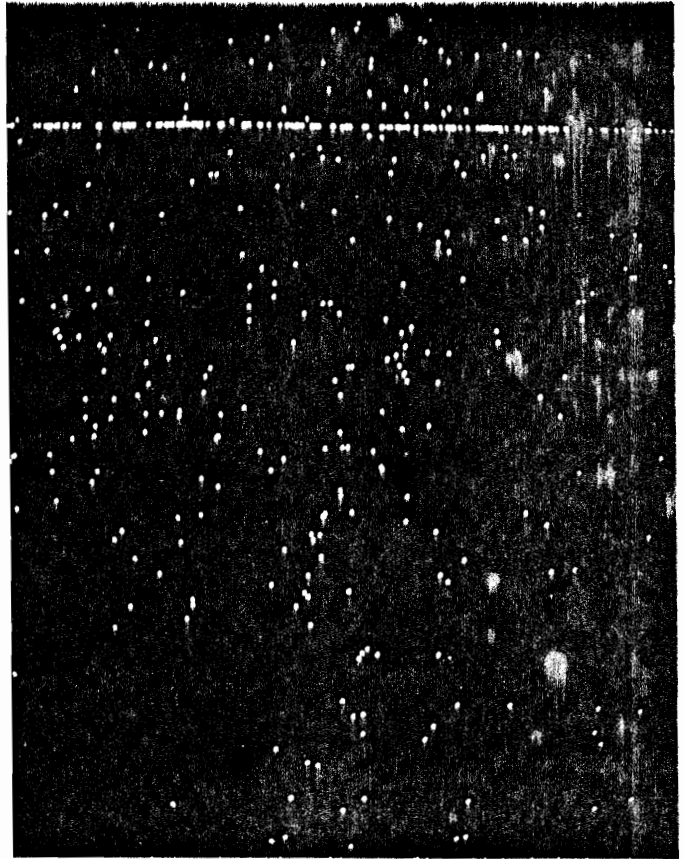
Dreifing magníums í korninu.



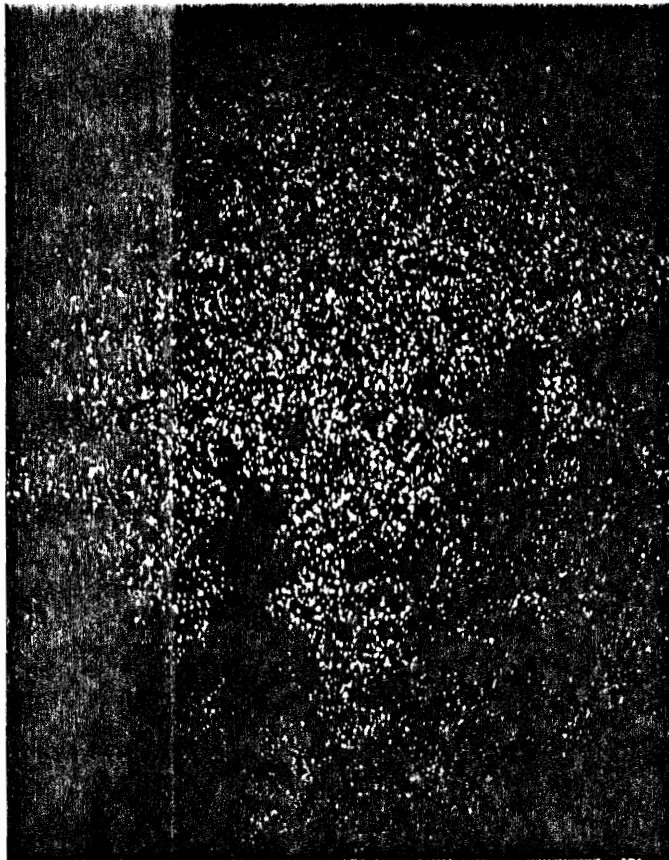
Dreifing kísils í korninu.



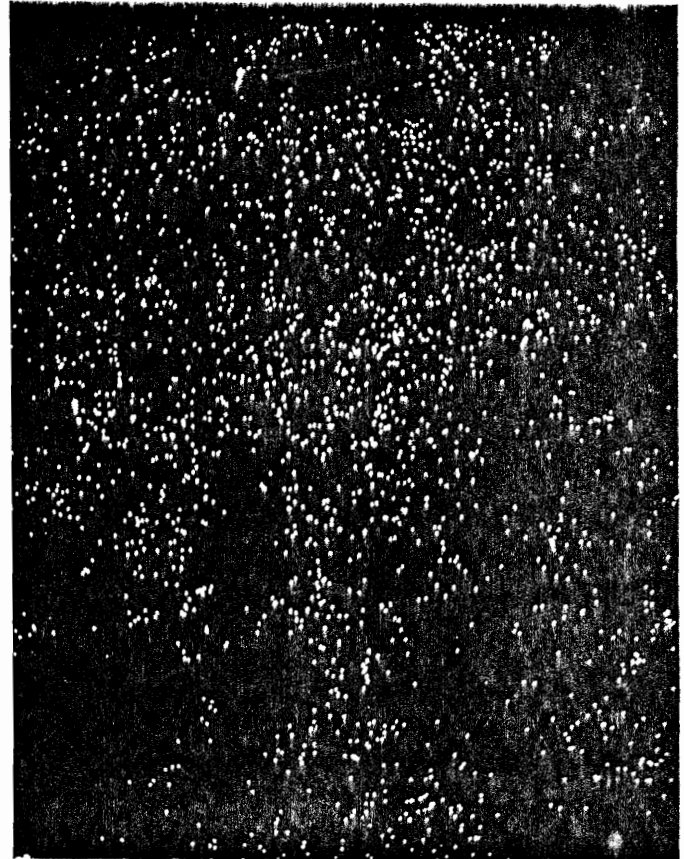
Júlíana korns. 1000 x.



Dreifing járns í korninu.

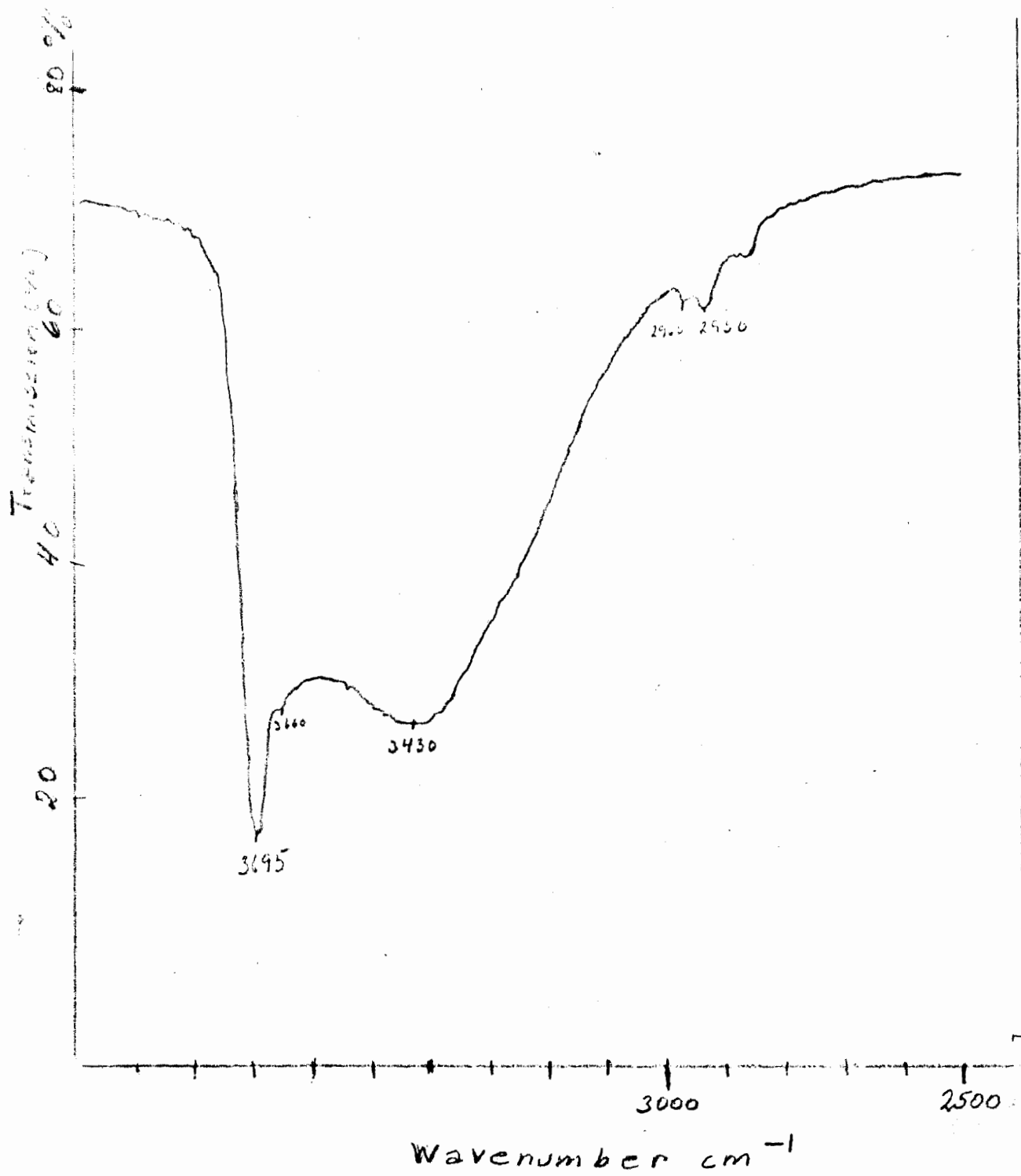


Dreifing magníums í korninu.



Dreifing kísils í korninu.

Fig. 3. Infrared spectrum of the compound in the region of the carbonyl group.



Mynd 4. Gleypni sýnis við hærri bylgjulengdir í innrauða litrófinu.

