

고로쇠나무(*Acer mono* Max.)樹液 標準濃縮液의 色度指數와 着色物質^{*1}

안 원 영^{*2}

Color Index and Coloring Substances in Korean Sugar Maple, *Acer mono* Max., Syrup^{*1}

Won Yung Ahn^{*2}

The sap uses of Korean sugar maple, *Acer mono* Max., "Gorosoe-namoo," the most abundant growing stock in maples, for a medical beverage at every early spring have had the long history in Korea.

The sap of Korean sugar maple (the maple) was prepared with a unique tapping method from the trees during the sap flow season of 1974, measured the sugar content in 2.6° to 3.3° Brix of sugar on average and the sugar concentration of the sap was enough for a sweetener resource comparing with those of American sugar maples in literature.

The color of sirup was very dark and the color index was 2.69 for the sirup of 15.3° Brix having 10 hours evaporation and 3.380 for the standard sirup, as shown in Table 3 and Figure 2, due to the prolonged evaporation in deep aluminium or stainless steel kettles.

The alcohol extractives of standard sirup has the light color and the residue reddish brown and the absorption spectra have the maxima in wave length of 350 nm, 1,000 nm, 1,170 nm, 1,400 nm and 1900 nm, as shown in Figure 3.

The extractives of ethanol and monoethanolamine mixture (97:3, v/v) has dark red and the residue darker redish brown.

古來로 부터 採取하여 藥用으로 飲用하여 왔고 단풍나무類중 山林에 蓄積에 가장큰 고로쇠 나무(*Acer mono* Max.)의 樹液의 糖度는 平均 2.6°—3.3° Brix로 甘類資源으로 開發이 可能한 범위이고 色度指數는 15.3° Brix(10時間濃縮)에서 2.69, 標準물엿은 3.380으로 甚한 着色을 하였다.

알코올 抽出物은 淡黃色을 나타냈으며 吸特性은 波長(λ_{max}) 350 nm, 1,000 nm, 1,170 nm, 1460 nm 및 1900 nm에서 吸光最大를 나타냈다.

緒 論

우리나라에서는 古來로 부터 名山大刹周圍의 우거진 숲의 자작나무와 단풍나무에서 봄철에 樹液을 採取하여

藥用으로 飲用하여와서 現在에도 이들나무의 保存地域에서는 이樹液의 採取·飲用이 住民의 重要한 年中行事로 되어 있다.

자작나무類의 樹液은 最近 그잎에서 대량의 사포닌물

*1 Received for publication in March 28, 1975.

*2 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon.

질을 抽出하여 藥學界의 觀心을 모으고 있어 이樹液의 採取利用(藥用)에 間接的으로나마 重要性을 暗示하고 있고 우리나라에 분포가 가장 많은 고로쇠나무(*Acer mono* Max.)의 樹液은 단풍나무과 樹液의 一般의特性으로서 多量의 糖類가 含有되어 있어 未濃縮時에도 若間의 甘味를 가지고 있어 採取하여 藥用으로 飲用하고 있다.

특히 고로쇠나무의 “고로쇠”는 骨利樹 卽 “뼈에 이로운 나무”라는데 由來하였다는 俗說이 있어 이樹液의 採取利用은 興味가 있다.

世界的으로 단풍나무樹液의 採取利用地域은 北美洲의 東北部로 從來 인디언들이 採取飲用하던것을 白人들이 採取하여 甘味資源으로 開發·産業化하여 단풍나무물엿 (maple syrup)과 단풍나무사탕 (maple sugar)으로 利用하여 왔고 現在에도 世界總生産量의 大部分을 찾아 하고 있으나 1916—1965년간의 統計에 依하면 그 生産量은 차츰 減少하여 왔고 그 價格은 사탕수수 또는 사탕무우에서 採取한 精製설탕보다 4—6배에 達하여 高級甘味料인 것이다.¹⁷⁾

또 이北美洲의 東北部(美國과 캐나다)에서의 採取樹種은 在來 단풍나무 13個 樹種中에 설탕단풍(*Acer saccharum* Marsh., sugar maple 總生産量의 3/4)과 검설탕단풍나무(*Acer nigrum* Michx. F., black sugar maple)^{9,10,17)}等 2個 樹種에서 主로 樹液을 採取하며, 그 採取技術과 濃縮및 加工技術도 多樣하게 研究開發^{12,14,18)}되었고 또한 설탕단풍나무 採水園^{3,4,5,15,18)}의 造成과 管理法이 잘 研究되어 있다.

甘味資源以外에도 木材의 hemicelluloses 特히 pentose가 血液中의 cholesterol의 濃度低下作用⁶⁾이 있어 古來로 우리나라에서 고로쇠나무樹液을 藥水로 飲用하여 온 것이 어느面에는 妥當性을 보여 준다고도 하겠다.

우리나라의 단풍나무科는 13種, 變種과 輸入種까지 합하면 42種에^{9,10)} 達하고 있으나 山野에 林木으로 蓄積을 가지고 있는것은 고로쇠나무와 그 變種으로 이들의 智異山地域에서 蓄積은 ha當 2m³를 상회하고 있으며, 材積으로는 3—4%를 占하고 있다.⁷⁾

그러나 고로쇠나무의 分布는 全國에 걸쳐 있으며 江原道地方에는 훨씬더 많은 蓄積이 있으리라 推定된다.

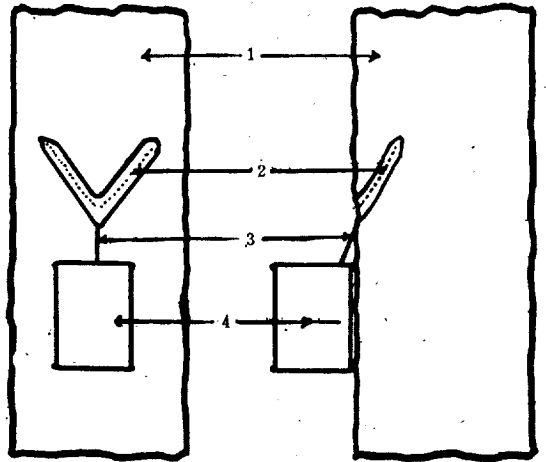
全南智異山地方과 江原道地方의 고로쇠나무의 樹液 採取는 在來의인 方法으로 採取하고 있어 그 單位採取量은 一般的으로 小量이다. 따라서 고로쇠나무樹液의 採取方法의 改善과 加工技術을 開發하면 輸入源糖에 甘類資源의 대부분을 依存하고 있는 우리나라 實情에 比추어 보면 고로쇠나무樹液에 採取利用은 必要하다고 생각된다.

材料 및 試驗方法

1. 材料

A. 고로쇠나무 樹液

본大學光陽演習林의 畚谷및 鳳岡施業所內의 標高 500—800 m의 位置에 混淆林으로 自生하는 胸高直徑 15—30cm 되는 고로쇠나무에서 在來의方法 卽 樹幹에 도끼類로 V字形으로 홈을 파고 그끝에 갈매나 갈대잎 또는 기타의 재료로 樹液을 容器에 유도하여 수집되도록(그림 1)하고 고로쇠나무에 부착된 容器로 부터는 每日 또는 隔日로 수집하여 20l容 프라스틱容器에 모아 試料로 하였다.



1:Maple 2:Tapping 3:Lead 4:Can

그림 1. 재래적고로쇠나무채취방법
Fig. 1. Schematic view of Korean suger maple tapping

樹液에 採取期間은 1974年 3月 1日—20日間에 걸쳐 採取하였다.

B. 고로쇠나무樹液의 糖度

採取한 고로쇠나무樹液은 容器別로 屈折式糖度計로 糖度を 測定하고 測定溫度에 따라 濃度補整을 하였다.

2. 試驗方法

A. 樹液의 濃縮

糖度を 測定한 樹液은 40l容술에 연탄난로 위에서 濃縮을 遂行하며 時間別로 試驗을 採取하여 冷却後에 濃度和 吸光度를 測定하였다. 濃縮後期에는 stainless 냄비(4l 容)에서 수행하였다.

B. 濃縮樹液의 糖度

濃縮 時間別 濃縮樹液의 糖度は 前記한 屈折式糖度計를 使用하였고 測定溫度에 따라 濃度補整을 하였다.

C. 色度指數의 測定

樹液 濃縮液은 色度指數를 測定하기 爲하여 濃縮時間別로 採取한 濃度別試料를 1.0cm의 水晶Cell에 담아

Double Beam Spectrophotometer(Shimadzu, autoscanning, MPS 50)로 energy level은 slit control로 하여 可視部(350 nm—650 nm)와 必要할때는 紫外部(210 nm—310 nm)와 近赤外部(650 nm—260 nm)의 連續의 吸光度를 測定하여 色度指數를

$$\text{色度指數(Color Index)} = A_{450} (86.3/bc)$$

A_{450} = 波長 450 nm의 吸光度

b = 水晶セル의 길이 1.0 cm

c = 濃縮樹液의 濃度, 摺折式糖度計로 測定(%)

式으로 算出하였다.

D. 着色物質의 抽出

標準濃縮試料 20 ml를 에탄올(%) 및 에탄올과 모노에탄올아민(97 : 3 v/v) 100 ml로 各己 抽出하여 Kurth法에 依하여 色素를 分離하였다.

結果 및 考察

1. 樹液의 糖度

고로쇠나무에서 採取한 樹液의 糖度は 2.5°—3.8° Brix로 採取前期에 받은것은 平均 2.6° Brix, 後期에 採取한것은 平均 3.3%로 0.7° Brix의 差가 있고 後期의 樹液이 糖도가 높다. 그러나 채취기간중에 同一樹木에 對한 前後期를 區時한것이 아니므로 同一立木에 對하여 連續採取時에 後期の것이 糖도가 높다고는 말 할 수 없다.

表 1. 고로쇠나무樹液의 糖度

Table 1. Brix of sap from *Acer mono* Max.

試料	I		II	
	°Brix	g/100 ml ^{a)}	°Brix	g/100 ml ^{a)}
1	2.6	2.622	3.1	3.132
2	2.5	2.520	3.8	3.850
3	2.8	2.826	3.0	3.030
4	2.6	2.622	3.3	3.337
5	2.7	2.724	3.5	3.542
平均	2.6	2.622	3.3	3.337
SD				

^{a)} 文獻 1 및 12에서 산출

다만 美國에서 梨棠단풍나무에서 採取하는 樹液의 糖도가 平均 2°—3° Brix, 얇으면 0.5° Brix, 높으면 9°—11° Brix인데 比하여 고로쇠나무樹液의 糖도가 2°6—3.3° Brix등이어 경제적으로 採水함이 可하다고 생각된다. 이濃度 2.6°—3.3° Brix樹液을 濃縮하여로 標準물엿(standard sirup 65.5° Brix) 1l를 製造하려던

$$S_s = 86.3/2.6$$

$$= 33.2l$$

$$\text{또는 } S_s = 86.3/2.6 -$$

$$= 26.1l$$

로 各己 26—33l (3°—2° Brix의 樹液)이 必要하다.

2. 樹液의 濃縮過程과 糖度

樹液을 濃縮하여 標準물엿(66.5°Brix, 86.3%) 1l를 만들려면 前述한 86의 法則을 적용하여 所要

$$S_s = 86.3/x$$

x = 樹液의 糖度

樹液을 求하고 여기서 標準물엿으로 殘存하는 1l의 量을 減하면 樹어면 糖度の 樹液의 所要量과 單位生産量을 求할 수 있다. 2.6° Brix와 3.3° Brix의 樹液의 경우는 各己 33.2 l와 26.1 l가 所要되고 濃縮蒸發시킬 水分의 量은 32.2 l와 25.1 l가 되어 多量의 水分을 蒸發시켜야 하는데 이過程을 樹液의 蒸發 또는 濃縮이라하는 바 産業的으로 効率的이고 能率의인 蒸發器 또는 濃縮器를 考案하여 使用하고 있다.

이樹液의 濃縮過程에서 일어나는 變化는 3가지가 있는데, 첫째로 水分의 蒸發로 糖도가 增加되고, 둘째로 樹液의 採取後에는 pH가 7이다가 加熱하여 끓이면 20分以內에 pH에까지 이르러 樹液이 알칼리化하였다가 그以後 濃縮을 마칠때까지 서서히 pH 7로 中性化하는 pH의 變化이고, 셋째로 이두가지의 影響을 받아서 色度指數가 樹液일때 無色透明한 것이 Brix가 增加함에 따라 初期에 急激히 增加된후 25° Brix까지 徐徐히 增加되며 그以後 濃縮末期까지는 °Brix가 增加함에 따라 正比例하여 增加하는 경향이다.

一般的으로 표준물엿을 제조하는데 比較的 長時間이 걸

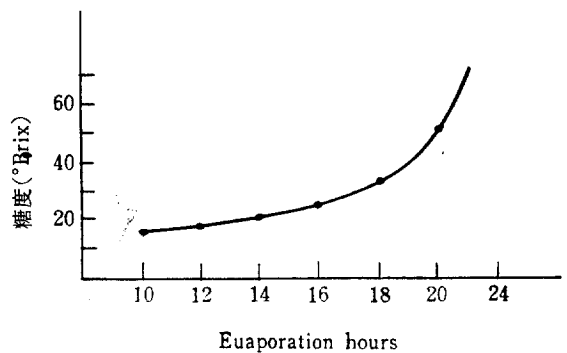


Fig. 2. Changes of Brix during evaporation

은 實驗에서는 蒸發器가 아닌 在來容器를 使用하여

表 2. 濃縮經過別 물엿의 濃縮
Table 2. Brix of syrup by evaporation

試料		Brix	Average
10	1	15.3	14.0
	2	14.3	
	3	14.6	
12	1	20.0	19.8
	2	19.3	
	3	20.2	
14	1	24.6	23.3
	2	23.3	
	2	22.0	
	3	23.4	
16	1	26.3	23.8
	2	25.7	
	3	19.4	
18	1	31.2	31.8
	2	30.9	
	3	33.4	
20	1	49.5	52.0
	2	54.0	
	3	52.6	
標準물엿		65.5	

러 色度指數에 큰 影響을 준것으로 생각된다.

또 설당단풍나무樹液과 濃縮물엿을 회색한 용액의 紫外線部 吸光曲線을 얻어 比較한바 회색한용액은 lignin 物質의 吸光과 類似한 280 nm에서 最大值를 보여 蒸發過程中에 少量의 芳香族物質이 形成됨이 報告되고 있다⁷⁾.

설당단풍나무물엿의 色度는 물엿의 糖度에 따라 달라 지므로 色度의 比較를 爲하여 標準물엿의 色度指數 (color index)를 산출하여 사용하고 있다.

3. 色度指數

설당단풍나무의 표준물엿 또는 물엿의 色度指數는 이 들을 商品化하였을때 냄새와 함께 品質에 重要한 指標가 되어 물엿의 製造에 重要한 着眼點이 된다. 原來 樹液은 木材組織을 通하여 흘러나오므로 無菌이며 無色透明하고 甘味를 띠고 있어 冷凍乾燥를 하면 白色내지 淡黃色을 띤 甘味結晶을 얻으며 濃縮過程과 其他要因에 依하여 2次的으로 着色과 냄새를 내게 되며, 特히 樹液이 수집보관중에 微生物에 依하여 醱酵하게 되면 설당은 포도당과 과당으로 되고 이들은 자분시에 變하는 pH의 關係로 alkali분해를 받아 trioses되고 이들은 glucic acid와 acetol로 되어지는데 이 trioses는 반응성이 커서 이들끼리 착생물질을 형성하기도 하고 또 樹液中에 有

機酸과 結合하여 특유한 냄새를 내게하며¹¹⁾ 아울러 長時間에 걸친 濃縮도 設糖의 카라멜化로 着色이 甚하게 된다.

色度指數는

$$\text{色度指數(=Color index)} = A_{450}(86.3/bc)$$

로 計算하나 86.3은 표준물엿의 設糖의 g/100 ml이므로 各濃縮液의 色度指數는 比較측정시료의 c를 使用하여 各濃度에 대한 色度指數를 求하여 이를 比較한다.

色度指數는

0.0—0.510: U.S. Grade AA(Light Amber)

0.510—0.897:U.S. Grade A(Medium Amber)

0.897—1.455:U.S. Grade B(Dark Amber)

1.455以上: Unclassified¹¹⁾

로 分類하고 있다.

이것으로 계산한 濃縮別 色度指數는 表 3에서 보는바 2.69-4.22로 높아서 優秀한 品質이 아니다. 이러한 色

表 3. 고로쇠나무 물엿의 色度指數

Table 3. Color index of maple sirup from *Acer mono* Max.

채취번호 (시간)	Brix (°)	물엿 100 ml 당중량 (g)	흡광도 (A)	色度指數
10	15.3	16,225	0.505	2.69
12	20.0	21,619	0.680	2.69
14	24.6	27,102	0.919	2.93
16	26.3	29,182	1.050	3.12
18	31.2	35,341	1.340	3.27
20	49.5	60,728	2,920	4.22
표준물엿	65.5	86,419	3,380	3.38

度指數가 높은것은 樹液의 저장중에 微生物에 依한 醱酵에 基因하거나 또는 長時間의 高熱濃縮에서 일어나는 설당의 카라멜化에 基因하는바 本實驗에서 使用한 고로쇠나무樹液은 5—10日間の 저장기간이 있었으나 醱酵은 되어 있지 않은 것으로 생각되며 濃縮容器가 협소하여 濃縮液의 두께가 두꺼워 신속한 水分의 蒸發을 이루지 못하고 장시간의 농축에 基因하는 것으로 생각된다.

4. 着色物質

설당단풍나무樹液은 濃縮한 물엿의 着色物質은 明確한 構造가 아직 究明되지 않았으나, 前述한바 濃縮中에 리그닌前驅物質이 芳香核을 이루어 리그닌類似物質의 形成, 樹液의 保管貯藏中微生物에 依하여 glucose 및 fructose等 六炭糖으로 加水分解 되고, 이들은 加熱濃縮中 pH 8—9에서 알칼리分解로 化學反應性이 아주 큰 三炭糖으로 되고 이들이 상호반응하여 着色物質을

이룬다. 또 高熱로 長期間濃縮할때 일어나는 카라멜화이다.

본實驗에서 얻은 고로쇠나무물엿은 表 3에서 보는바 초기(10시간)측정물엿의 흡광도는 낮으나 色度指數는 높게나와서 初期濃縮時에 着色物質이 거의 生成되었다고 생각되며 이는 大量的 樹液을 蒸發面積이 적은 容器로 濃縮을 遂行한데 基因하는 것으로 여겨진다.

一般植物(木材)色素의 色素의 分遠가 알코올로 抽出²⁾되는바 고로쇠나무 標準물엿의 알코올抽出液은 淡黃色을 띄고 殘渣는 赤褐色으로 남아 있고 알코올+모노메탄올아민混合液으로 抽出하면 赤褐色의 抽出物을 얻으며 亦時 暗赤色의 殘渣가 남았다. 이 殘渣의 着色物質은 植物色素가 아니라 澱탄분의 카라멜化物質이라고 생각된다. 추출물의 紫外部吸光特性(210—350 nm)은 lignin 質特有的의 그것과는 相異하였다. 알코올抽出物의 可視部(350—650 nm)와 近赤外部(650—250 nm)에서의 吸光의 λ_{max} 는 350 nm, 1,000 nm, 1,170 nm, 1,460 nm, 1,900 nm이었다.

結 論

우리나라에서 古來로부터 採取하여 藥用으로 飲用하여 왔고 또 단풍나무類에서 가장 蓄積이 많은 고로쇠나무의 樹液을 樹液流動期에 採取하여 糖度を 測定하고 濃縮하여 色度指數와 着色物質을 調査한바 고로쇠나무 樹液에[糖度は 2.6°—3.3° Brix로 甘類資源으로 開發에 손색이 없으며 色度指數는 濃縮 10時間에 測定한 樹液이 糖度 15.3° Brix에서 2.69로 나타 났고 標準물엿의 그것은 3.380으로 상당히 높게 나타나 고로쇠나무 樹液의 濃縮에는 신속하고 効率의인 蒸發器로 短時間에 遂行함이 淡色의 優秀한 물엿을 얻을수 있겠고, 고로쇠나무 樹液에 着色物質은 알코올과 알코올및 모노에탄올아민混合液으로 抽出한바 알코올抽出液은 淡黃色을 나타내며 殘渣는 赤褐色을 나타내며 이抽出液에 吸光特性은 波長(λ_{max}) 350 nm, 1,000 nm, 1,170 nm, 1,460 nm 및 1900 nm에서 吸光度 最大를 나타냈다.

모노에탄올아민과 에탄올混合液의 抽出物은 暗赤色이고 殘渣도 暗赤褐色이 었다.

引 用 文 獻

- Browne, C.A. & Zerban, F.W. 1955. "Physical & Chemical Methods of Sugar Analysis." pp 1-1333. John Wiley & Sons Inc.
- Browning, B.L. 1967. "Methods of Wood Chemistry." Vol. I pp. 11-52. Interscience Publishers.
- Gabriel, W.J., Watere, R.S. & Seegrst, D.W. 1972. The relationship between sap-flow rate and sap volume in dormant sugar maples. USDA. For. Ser. Res. Note NE-153: 1-4
- Gibbs, C.S. and Smith, H.C. 1970. Sugarbush management research. Nat'l Maple Syrup Digest 9(3):8-10
- Gibbs, C.B. and Smith, H.C. 1973. Cambial dieback and taphole closure in sugar maple after tapping. USDA. For. Serv. Res. Note NE-155 1-4pp
- Hashi, M. and Takeshita, T. 1973. Hypocholesterolemic effect of wood hemicelluloses on cholesterol-fed rats. Jour. Jap. Wood Res. Soc. 19(2): 101-103
- Kim, K.D. and Kim, T.W. 1968. Survey on forest resources. Bull. Seoul Nat'l Univ, Forests 5:139-45
- Kleinert, T.N. 1974. UV-Absorption von Kambialsoft des Zuckerhorns. Holzforschung 28(3):114-115
- Lee, T.B. 1969. Plant Resources of Korea. Seoul Univ. Jour. (B) 20:89-228.
- Lee, T.B. 1973. "Illustrated Woody Plants of Korea." 1-237. For. Res. Inst., Seoul, Korea
- Penshin, A.J. E.S. Harrar and J.S. Bethel. 1962. "Forest Products." pp. 466-79.
- Meade, G.P. 1963. "Cane Sugar Handbook." pp. 1-845. Nineth Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Mendel, J.J., Grisez, T.J. and Trimble, Jr. 1973. The rate of value increase for sugar maple. USDA For. Service Res. paper NE-250 pp 19
- Smith, H.G. and Gibbs, C.B. 1970, A Guide to the sugarbush stocking based on the crown diameter/D.b.h. relationship of open-grown sugar maples. USDA For. Service Res. Paper NE-171. 8pp
- Smith, H.C. and Snow A.G. 1972. Installing plastic tubing to collect sugar maple sap. USDA For. Ser-ivice Res. Paper NE-240. 16pp
- Synonymous. The maple Sweetener Situation. Economic Res. Service. NFS-115:26-31. Feb. '66.
- Willits, C.O. 1965. "Maple Sirup Producers Manual." USDA Agri. Handbook No. 124. 112pp.
- Yawney, H.W. and Carl, Jr. C.M. 1970. A sugar maple planting study in Vermont, USDA For. Service Res. Paper NE-175. 14pp

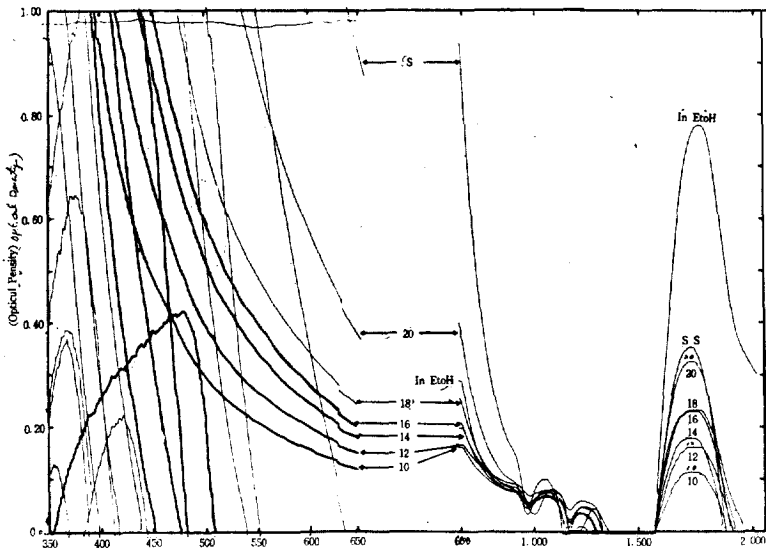


Fig. 3. Absorption spectra of sirup in visible and infrared lights during evaporation

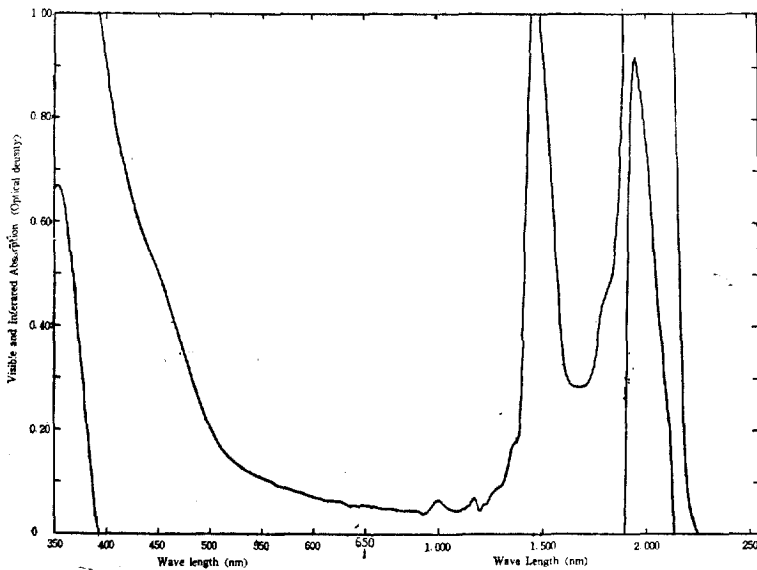


Fig. 4. Visible and infrared absorption spectra of ethanol extractives of standard sirup