

食品和飲料分析



食品和
飲料中的
糖度測定

折射率法
密度
滴定
水份分析

糖份含量測定指南 經過驗證的分析方法和結果

METTLER TOLEDO

人類接觸糖類已有很長一段歷史。從之前的人造白金到普通商品的過程是工業化的結果，但糖類一直被認為對我們的健康不利。現在，糖在許多食品和飲料產品中都是一種重要成份。其濃度可高可低，這取決於添加糖的目的。準確的糖份含量是食品成份中的一個重要參數。以下指南介紹了根據產品和要求測定糖份含量的不同方法。

目錄	2
1 簡介	3
2 解決方案總覽	4
3 高效測定食品和飲料中的糖份含量	4
3.1 儀器測定白利糖度	4
3.2 飲料、果汁、葡萄酒	6
3.3 糖蜜和糖漿	6
3.4 採用 LiquiPhysics 儀器的多參數功能	7
4 滴定還原糖	8
5 糖的水份和糖度	9
5.1 測定糖的溫度	9
5.2 測定粗糖中的水份	10
6 生產過程控制	12
6.1 透過滴定分析監測純化過程	12
6.2 典型分析	12
6.3 自動滴定系統	13
6.4 優勢	13
6.5 提示與絕竅	13
7 總結	14
8 更多訊息	15
9 附錄	15

1. 簡介

糖

糖是指作為食品用甜味劑的通用術語。不同的糖源可以提取各種不同類型的糖。單醣是簡單的醣類，包括葡萄糖、果糖和半乳糖。最常用作食品的調味糖或砂糖是蔗糖，它是一種雙醣。其它雙醣包括麥芽糖和乳糖。調味糖的化學式為 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，每克所含能量為16.8 kJ，比水重，密度為1.6 g/cm³。“糖”這個詞起源於梵文中的“śarkarā”，意思是甜；後來這個詞被引入阿拉伯，並從阿拉伯引入歐洲語言。

甘蔗和甜菜中糖份含量充足，可高效提取。甘蔗是一種大型草本植物，從古至今一直生長在遠東的熱帶氣候區。甜菜是一種塊根作物，生長在較為寒冷的氣候下。蔗糖這種物質直接包含在這些植物中，透過榨取、煮沸或者擠壓從水溶液中提取出來，並在水份煮沸的過程中結晶。蔗糖是食品實驗室中測試最多的參數。

甘蔗最早發現於公元前8,000 年前的美拉尼西亞和波利尼西亞。大於公元600 年，人們將熱甘蔗汁加入木製或陶製錐形體中－這就是蔗糖的製作過程。起初，砂糖在歐洲供不應求，被看作是一種奢侈商品和藥物。砂糖被稱為人造白金也不足為奇。

1747 年，安德烈亞斯馬格拉夫發現了甜菜，接著，1801 年，化學家 Franz Carl Achard 為工業糖的生產奠定了基礎。1850 年糖開始投入工業生產之後，便開始成為工業商品，價格也有降低了。趣味說明：1840 年製作出了第一塊方糖。最初這些糖是紅色的，因為發明者雅各布·克里斯托夫·拉德的妻子試圖從糖錐上取下幾塊糖，結果弄傷了自己，於是她要求丈夫生產較小塊的糖。他發明了方糖壓塊機，一開始的方糖呈紅色，以紀念這一事件。他的妻子一直向顧客提供血染的糖，這證明了方糖在那個時期的價值之高。

2011 年，全世界的產糖量約為1.68 億噸。產糖量最大的國家包括巴西、印度、中國、美國和泰國。平均每人每年消耗24 千克糖，相當於每人每天攝入260 多卡路里。糖消耗量的增加（過去150 年約增長了20 倍）也對我們的健康產生了不利影響，這不足為奇。人們認為糖是肥胖症增加的罪魁禍首，它作為一種易於消化的碳水化合物對胰島素水平有著重要影響。

轉化糖是葡萄糖和果糖的混合物。它是由雙醣通過添加酸，或者利用生物催化劑蔗糖酶誘導，經過水解反應製成的。轉化糖具備一些理想的屬性：它比蔗糖甜，不會輕易結晶，並且結晶體較小。轉化糖比蔗糖的水分活性低，因此更易於保藏。麵包師和食品生產商常會利用這種糖。

2. 解決方案總覽

含糖量測定

測定食品、原材料、成份和飲料中的糖份含量的方法取決於樣品類型及標準和指南要求。梅特勒-托利多提供多種自動分析的儀器。

	糖度/白利糖度 折光率法	糖度/白利糖度 密度	還原糖含量 滴定	精製過程控制 滴定	水份含量 卡爾費雪	水份含量 水份測定儀	稱量 分析天平	稱量 精密天平
食品和配料								
飲料/果汁								
糖漿、糖蜜、提取物								
糖作為原料/成份								
生產過程控制 - 甜菜、甘蔗								
生產過程控制 - 甘蔗精煉廠								
品質控制 - 純糖								

3. 高效測定食品和飲料中的糖份含量

3.1 儀器測定白利糖度

根據折光率儀測定白利糖度

早先用阿貝折光率儀測量折射率。但是，阿貝折光率儀刻度上的折射率讀數或白利糖度值容易出現誤差，因為黑白分界線常會模糊不清。另外，只有借助外部循環恆溫水槽才能使溫度保持不變。

現在的數字折光率儀易於使用，測定的液體折射率準確度高。結果自動評估，顯示在顯示幕上，可以列印或保存。利用內置恆溫器代替水槽保持溫度不變。

另外，折射率值可利用相應的換算表自動換算成白利糖度或其它濃度單位。

為提高樣品處理率，可將實驗室數字折光率儀與自動進樣器相結合。自動進樣器也可自動清洗和乾燥稜鏡。操作人員只需將樣品瓶置於自動進樣器上，分析即開始。

根據密度計測定白利糖度

測定液體密度的經典方法是使用比重瓶和比重計。兩種方法都需要許多手動操作步驟。另外，要求的樣品體積很大，會對昂貴的樣品或者數量有限的樣品不利。液體密度很大程度上取決於溫度。細微的溫度偏差會導致密度出現相當大的差異（圖 1）。這就是為什麼比重瓶在讀數之前需要恆溫相當長的一段時間。比重計中的樣品也需要恆溫很長一段時間。請務必控制正確的溫度或者仔細測量溫度，以獲得準確且可重複性密度。

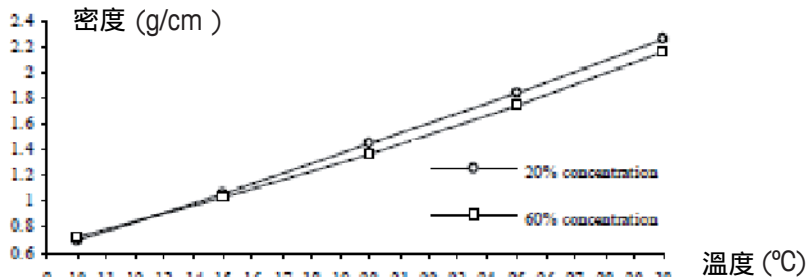


圖 1：溫度對兩種蔗糖溶液密度的影響

自動密度計採用 U 型管振蕩的測量原理，只需幾毫升樣品，大大方便的樣品取樣。內置恆溫器用來對樣品進行溫度調節，並達到平衡，然後通過密度計進行控制。溫度會很快達到平衡。因此，包括計算白利糖度或其它濃度單位的密度測定過程就會縮短到幾分鐘。

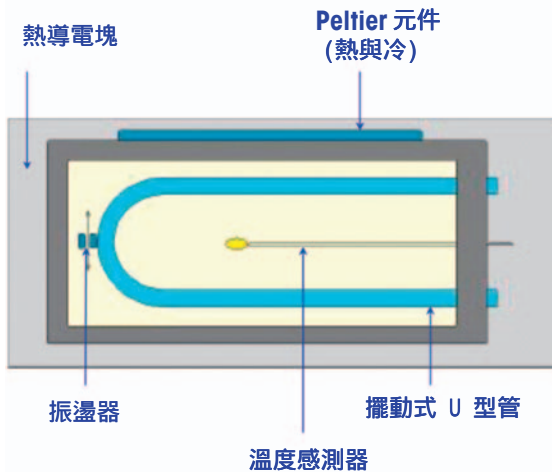


圖2：帶 U 型振盪管和帕爾貼元件（用於加熱和冷卻）的傳感器示意圖 Peltier 加熱和冷卻元件的密度測量單元圖解

換算表

密度和折射率值借助換算表可輕鬆換算成濃度單位。糖的密度和折射率會換算成白利糖度單位。現在的儀器會自動完成這些操作。如果測量時溫度較高，會將結果補償到 20 °C 時的白利糖度值。因此避免了手動換算和誤差。

由於密度計和折光率儀不會具體測定糖份含量，而只是液體的物理屬性，因此各種化合物的密度或折射率數據與相應的濃度間建立了相互關係，比如蔗糖、HFCS 42 或 HFCS 55（HFCS 高果糖玉米糖漿）。因此可以利用多個換算表根據折射率或密度來計算白利糖度。一定要選擇正確的換算表，以避免換算錯誤。

3.2 飲料、果汁、葡萄酒

飲料：軟性飲料通常不需要任何樣品製備過程，比如冰茶、檸檬水、糖漿劑和其它飲料。用注射器注滿密度計的 U 型管，在折光率儀的稜鏡上滴幾滴，或者將樣品瓶置於自動進樣器中。

碳酸飲料：測定碳酸飲料的密度之前需要脫氣，因為氣泡會干擾 U 型管的振盪頻數。溶解的二氧化碳氣體也會影響密度，從而導致與白利糖度或其它濃度單位的換算出現錯誤。但是，二氧化碳對測定折射率的影響較小。只需確保氣泡不會聚集在測量稜鏡表面即可。

果汁：果粒（果肉）會導致果汁樣品不均勻。因此，測定密度或折射率之前需要去除果肉。但是，折射率的測定對果粒的敏感度低於密度測定。

酸度修正白利糖度值已將果酸（檸檬酸）對折射率的影響考慮在內。修正之前需要測定酸度（滴定，請參見酸度指南），之後修正工作就可以十分輕鬆的完成了。

葡萄酒：紅葡萄酒和白葡萄酒不需要樣品製備過程，可以直接應用於密度計和折光率儀測定。

密度測量結果

	平均值 (%Brix)	SD(%Brix)	n
蔗糖溶液 20%	20.00	無	
橙汁 A	12.56	0.01	4
橙汁 B	11.33	<0.01	2
糖漿	43.92	無	

折射率測量結果

	平均值 (%Brix)	SD(%Brix)	n
蔗糖溶液 20%	20.00	無	
橙汁 C	11.38	<0.01	2
橙汁 D	11.41	<0.01	2
蘋果汁	11.20	無	
紅西柚汁	16.60	無	

3.3 糖蜜和糖漿

ICUMSA* 的兩種主要方法介紹了糖蜜和糖漿中糖份的測定過程。方法 GS4/3-13 阿貝折光率儀測定糖蜜和糖漿中的折光幹固物 (RDS)。方法GS4-15 利用比重計測定表觀幹固物 (° 白利糖度)。兩種方法都需要具備高階操作技能，另外，由於建議的設定限制，因而會造成多種錯誤。但是，這些儀器都很便宜，很久以前就開始採用了。

方法 GD4/3-13 中存在的一些主要缺點包括

- 在水槽內對樣品進行恆溫調節
- 深色樣品會導致測量的可重複性降低
- 不確定波長的光源

* 國際糖分析統一方法委員會

自動折光率儀和密度計

一種基於自動密度計和/或折光率儀與自動進樣器的解決方案，是糖蜜和糖漿中蔗糖測定的理想選擇。測量全自動完成，包括沖洗，結果可打印、保存或傳送至LIMS* 和ERP*。現在的密度計採用 U 型管振盪原理，可快速可靠地測定密度，並評估白利糖度值。自動折光儀採用全反射原理，幾秒鐘內即可確定折光率和白利糖度值。兩種儀器都具備內置恆溫器，可確保樣品保持在合適的溫度下。根據 ICUMSA GS1-7(2002) 和 GS2/3-9(2005)，可以很容易地將測量色度的色度計與該儀器與自動進樣器組合成多參數測定系統。

測量結果

	平均值 (%Brix)	SD(%Brix)	n
根據折光率 nD 得出的白利糖度	37.27	<0.01	5
根據密度 d 得出的白利糖度 d	37.93	0.01	5

最終結果計算

	配方	結果 (%Brix)
折射乾固物質 RDS	(37.27 白利糖度 nD x me) / md	74.74
表觀乾固物 ADS	(37.93 白利糖度 d x me) / md	76.06

糖蜜的質量 + 水 (me) = 100.5

糖蜜的質量 (md) = 50.1

3.4 採用 LiquiPhysics 系列儀器的多參數系統

密度和折射率通常在同一樣品中測定出來。漸漸地，要求的參數越來越多，比如 pH 值或色度。LiquiPhysics 系列密度計和折光率儀、自動進樣器和其它儀器的結合為同時測定多個參數提供了十分完美的解決方案。



圖3：密度計和折光率儀結合 pH 計、自動進樣器和 LabX 軟體的多參數系統

* LIMS 實驗室信息和管理系統，ERP 企業資源規劃系統

4. 還原糖的滴定

方法

任何含有醛基或者能夠在溶液中形成醛基的糖是還原糖。典型的例子是醛糖，比如葡萄糖、半乳糖、甘露糖或木糖。根據Rebelein，還原糖的滴定適用於果汁、葡萄酒和其它含糖的食品和飲料產品。因此，還原糖與鹼性硫酸銅(II) 發生化學反應產生銅(I)。鹼性硫酸銅作為費林溶液 A 和 B 添加進來 (A: 硫酸銅, B: 氫氧化鈉和酒石酸鉀鈉)。多餘的未反應的銅(II) 會被碘化物還原，並生成相應量的碘。接著，用硫代硫酸鈉 ($0.1 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 滴定碘。鉑金氧化還原電極指示

結果

樣品	平均值 g/L	RSD %	n
白酒	0.983	0.53	4
紅酒	3.425	0.66	6
橙汁	47.89	1.2	5
葡萄汁	135.6	0.51	3

提示與訣竅

- Rebelein 滴定是一個返滴定過程。因此，在樣品滴定之前，要完全按照相同的方式執行空白滴定，只是不需要添加樣品。計算還原糖含量時需要考慮空白值（返滴定值）。現在的自動滴定儀全自動完成所有計算，避免出現計算錯誤。
- 分析樣品的大小取決於樣品中的還原糖含量。10 mL 費林溶液最多可還原 43 mg 葡萄糖。如果樣品中的還原糖含量較高，則需要通過去離子水進行稀釋。

糖份含量	樣品
0 – 1.5 g/L	20 mL, 未稀釋
1.5 – 3 g/L	10 mL, 未稀釋
3 – 15 g/L	2 mL, 未稀釋
15 – 60 g/L	2 mL, 稀釋：25 mL 樣品稀釋至 100 mL → 稀釋系數為 4
60 – 150 g/L	2 mL, 稀釋：10 mL 樣品稀釋至 100 mL → 稀釋系數為 10

- 2 分鐘的加熱過程必須準確執行，以獲得可重複性結果。加熱之後，建議立即冷卻至室溫。
- 添加碘化鉀溶液後避免大力攪動，以免損失碘。

5. 砂糖中的濕度和水份含量

快速獲取準確的濕度訊息十分關鍵，這樣才能更確實地控制製糖工藝，並安全儲存和運輸糖精製的最終產品。乾燥過程將濕度控制在最佳水平，保持在嚴格的範圍內，優化生產過程以達到最佳品質。白糖的最佳濕度含量一般在0.01% 到0.05% 之間，粗糖的則在0.1% 到1.10% 之間。具體了解水份含量也很重要。因為水份會增加糖的重量，所以有必要了解實際含量，這樣才能獲得有效的產品質量參數。砂糖的表面水是製成方糖以及儲存在料倉中的關鍵參數。

5.1 測定砂糖中的水份

根據 ICUMSA GS2/1/3/9-15，測定水份的標準方式要求採用烘箱乾燥法。這項工作十分耗時，需要較長的加熱過程。另外，乾燥前後需要對樣品進行兩次稱量。並且操作人員必須避免混淆稱量結果。

5.1.1 採用烘箱和分析天平的方法

除了在烘箱中加熱時精確控制溫度之外，用分析天平稱量是這一方法的關鍵。必須完成兩個稱量步驟，使得誤差來源增加了兩倍。為降低不確定性和偏差，乾濕樣品的稱量必須盡量確保準確以及精確。另外，不要混淆樣品。否則，結果無效。

梅特勒-托利多的 Excellence 和 Excellence Plus 系列天平可提供所需的稱量性能，並且可確保工作流程的安全。

- 稱量室大，易於使用和處理樣品
- 量程大、分辨率高，能夠滿足方法要求
- SmartGrid 和 ErgoClips 可快速稱量，並保證安全處理樣品
- 交互式觸摸螢幕上提供用戶指導，可最大程度上降低操作誤差
- LabX 軟體提供全面的用戶指導、自動化的工作流程和數據管理

5.1.2 鹵素水份分析儀

一項十分可行的方法就是應用水份測定儀。現在的鹵素水份測定儀可更快速測定水份含量，但同樣十分準確的結果。這在生產過程中是一項很大的優勢。

梅特勒-托利多建議使用最新的 HX204 鹵素水份測定儀。

5.1.3 樣品和樣品的製備

採用鹵素水份測定儀，樣品製備過程就會變得十分簡單。大多數樣品只需在秤盤中稱量。

樣品	預期的水份含量	建議樣品量的大小
白糖	0.01 – 0.05%	20 g
粗糖	0.1 – 1.1%	10 – 20 g

5.1.4 對比烘箱乾燥參考方法

粗糖和白糖的對比研究表明，水份測定儀可獲得高度可重複的結果，與烘箱結果完全一致。但是，水份測定儀方法只需幾分鐘，用不著數小時。

	HX204 鹵素水份測定儀			烘箱 (ICUMSA GS2/1/3/9-15)		
	平均值 [% MC]	SD [%MC]	時間 [分鐘]	平均值 [% MC]	SD [%MC]	時間 [分鐘]
白糖	0.018	0.002	4	0.019	0.004	180
粗糖	0.181	0.07	9	0.202	0.014	180
	樣品數量 = 6					

5.1.5 總結

利用鹵素水份測定儀可快速準確測定糖的水份含量。結果與參考方法得出的結果完全一致。快速準確的水份含量結果大大有助於提高糖精煉廠和糖加工公司的營運效率。



圖 4：HX204 鹵素水份分析儀

5.2 測定粗糖中的水份

卡爾費雪水份滴定儀是一種大家熟知的測定樣品水份含量的方法。它廣泛適用於所有樣品類型。新一代的卡氏試劑穩定且反應迅速，全球有多家供應商。其它更為適合的化合物代替不良的有毒物質，這提高了安全性，降低了毒性。

現在的卡氏滴定儀易於操作和清潔，閉環更換和灌注試劑，為用戶進行結果計算、數據儲存和合規提供支持。

5.2.1 卡氏滴定

容量法卡爾費雪水份滴定儀可有選擇性地實現糖的總水份含量或者表面水份含量測定。如果要測量總水份含量，樣品需要完全溶解。而如果測量表面水份含量，則需要使用輔助溶劑，僅溶解糖的表面水份，而糖本晶體本身並不溶解。

下表中介紹了兩種方法的步驟。

	分析 1	分析 2
	總體水份含量測定	表層水份含量測定
樣品	粗糖 樣品大小: ~1 g	粗糖 樣品大小: ~4.5 g
滴定劑	KF 單組份試劑 2 mg/g 或 KF 雙組份試劑 2 mg/g	KF 單組份試劑 2 mg/g
溶劑	150 mL 雙組份試劑溶劑	150 mL 甲醇/三氯甲烷 1:4
樣品製備和滴定	1. 常溫下, 150 mL 雙組份試劑溶劑最多分解 2 g 粗糖。45 °C 時, 最大量可增加到 2.5 g。 2. 應用高速均質器, 經過 90 秒混勻時間, 糖樣品即可完全溶解。 3. 糖溶解過程使一個耗時且漸進的過程。因此, 至少需要 1200 秒的滴定時間。這樣才能避免提早結束滴定。	1. 1:4 的甲醇/三氯甲烷混合溶液可以避免糖溶解, 並選擇性測定糖的表面水份含量。 2. 滴定在 1.5 – 2.5 分鐘內完成, 需要 3 秒延遲時間作為終止參數。 3. 最短滴定時間設置 80 秒可避免提早結束滴定。
儀器	V30 精巧型容積式卡氏滴定儀 TBox DR42 操作 Kinematica Polytron 1200E 均質器, 電源: 220 V	V30 精巧型容積式卡氏滴定儀

	總水份含量測定	表面水份含量測定
結果	3 個樣品 平均水份含量 = 816 ppm 相對標準差 = 2.5%	3 個樣品 平均水份含量 = 125 ppm 相對標準差 = 7.5%

為了更好地測定低表面水份含量的樣品, 建議用三氯甲烷進行外部萃取, 然後採用庫侖法滴定, 以此代替上述簡單地直接容積式過程。

應用精巧型 C30 庫侖法卡氏滴定儀。

5.2.2 備註

過去常用1:1 的甲醇/甲酰胺溶劑完全溶解糖。但是, 有毒(致畸形)的甲酰胺主要通過雙成分溶劑和均質器來代替。

也可使用套管式滴定杯, 以便在高溫條件下進行分析, 例如45 °C, 促進糖樣品的溶解。糖在溫度較高的情況下溶解也十分迅速。因此可縮短最少滴定時間, 例如, 縮短至600秒, 這樣就縮短了總的分析時間, 大大提高了效率。

5.2.3 總結

對於糖來說, 卡氏滴定是測定總水份含量或者表面水份含量最理想的方法。相應的溶劑、步驟和方法經過測試且適用。均質器的操作由滴定儀方法控制。滴定控制參數需進行相應的調整。

6. 生產製程控制

主要的粗糖提取技術是碳酸化和磷酸化過程。兩種過程中都會形成沉澱物，其中包裹並吸附了一些染色劑和其它雜質。兩種過程都需要嚴格控制和監控，以達到產量、效率和質量目標。因此，糖精煉廠對糖生產過程進行品質控制是基本的要求。

碳酸化主要適用於甜菜提純加工。根據地區的技術現狀，甘蔗加工商採用的是磷酸化或碳酸化過程。

6.1 透過滴定分析監測提純製程

滴定分析法（比如鹼度、總石灰和總硬度）在糖精製過程和質量控制中是不可或缺的參數。滴定法是許多應用中廣泛採用的經典定量分析。可用玻璃滴定管和顏色指示劑手動執行，也可用電動滴定管或自動滴定儀進行半自動操作。按照這一順序，操作人員的參與度和誤差可能性有所降低。這樣一來就提高了自動程度和效率。

梅特勒-托利多的卓越系列滴定儀進一步提高了安全性和速度。這些滴定儀專為糖生產過程中進行不間斷操作而設計。獨一無二的 One Click 操作使得日常應用中的自動滴定儀應用變得極其簡單。

甜菜加工

在不同的生產步驟中隨時分析和測量鹼度、總硬度、pH 值和總石灰。

生產步驟	分析
果汁淨化，石灰澄清前期	pH、鹼度、總石灰
果汁純化，石灰澄清主過程	鹼度
1 st 碳酸化	pH、鹼度、總石灰
2 nd 碳酸化	pH、鹼度、總硬度
過濾	總硬度
蒸發	總硬度

6.2 典型分析

甜菜精煉廠一般會採用3種不同的滴定方法來監控生產和提純過程。其中兩種是酸/鹼滴定法，硬度是採用 EDTA 的綜合滴定法。

	分析 1	分析 2	分析 3
	硬度測定	鹼度測定	總石灰測定
樣品	<ul style="list-style-type: none"> 動力水 壓力石灰濾液 稀糖汁 濃糖汁 	<ul style="list-style-type: none"> 石灰澄清前期 石灰澄清主過程 1st 碳酸化 2nd 碳酸化 	<ul style="list-style-type: none"> 泥漿再循環 石灰乳 1st 碳酸化
名稱	水的總硬度的測定是基於鈣鎂與 EDTA 二鈉鹽在 pH 值為 10 時進行絡合滴定。	0.3571 mol/L HCl 終點 滴定樣品至 pH 8.2	添加鹽酸後，樣品被滴定至 pH 值為 1。之後，CaCO ₃ 分解為 CaO 和 CO ₂ 。用氫氧化鈉滴定剩餘的 CaO，使最終的 pH 值達到 5.1
儀器	T90卓越系列滴定儀、Rondo 自動進樣器、DG115-SC pH 電極、DX200 參考電極和DX240-SC（鈣離子選擇），以及條形碼閱讀器的除DX240 之外，還可以應用DP5 光度電極和顏色指示劑。		

6.3 自動滴定系統

完整的分析順序可自動執行。精煉廠工人將樣品插入自動進樣器架，然後通過一鍵觸碰螢幕開始分析過程。根據不同的樣本，系統可採用相應的方法來測量 pH、鹼度和總硬度。

6.4 優勢

豐收季節，系統一天會運行24 小時，並且隨時測量樣本。為確保生產過程中加工步驟不會超出極限，方法中會規定結果範圍。如果任何一種樣品超出了規定的極限範圍，就會產生警報，操作人員會在顯示螢幕上清楚看到這一狀況。可立即採取措施優化生產過程，無需耗費時間和材料。所有的方法和結果保存在 LabX[®] 專業版滴定軟體中，並且可以傳送至 LIMS 系統。

6.5 提示與訣竅

- 在鹼度和總石灰滴定中，堅固耐用型 pH 電極最適用。建議採用 DGi115 複合 pH 電極。
- 但是需要定期清潔 pH、ISE 和參考電極，以清除結垢殘餘物或粘附的顆粒。用紙巾仔細擦拭。
- 鈣離子選擇電極是測定非常混懸樣品（比如動力水、壓力石灰濾液和稀糖汁和濃糖汁）的總硬度的最佳選擇。由於甜菜根不同（例如淺棕色和深棕色），稀糖汁和濃糖汁樣品的顏色差別很大。因此不建議採用顏色指示方法。



圖 5：全自動滴定系統。梅特勒-托利多卓越系列 T90，採用 Rondo 20 自動進樣器。

7. 總結

本文介紹了幾種測定糖份含量的方法。其中一些方法可用折光率儀和密度計測定液體和固體中的糖份含量。自動解決方案比手動儀器提供的結果準確度和可重複性更高。

作為食品成份，糖的質量取決於濕度/水份含量。卡氏滴定法無疑是測定水份含量最準確的解決方案。但是，鹵素水份測定儀是生產線上快速測定糖的濕度含量的快速牢靠的解決方案。

梅特勒-托利多為食品實驗室提供適合的儀器，並選擇相應的方法。了解有關我們產品的更多訊息，並聯繫我們的專家，就如何從梅特勒-托利多在食品行業的專業知識中受益獲取建議。

測量技術	優勢
數字式折射儀	幾秒內快速測量，自動讀數 5 位精度，準確度高 內置溫度補償 白利糖度換算表，HFCS 42、HFCS 55、Oechsle 及其它 單個樣品、樣品系列沖洗、乾燥自動化
數字密度計	自動讀數 內置溫度補償 白利糖度換算表，HFCS 42、HFCS 55、Oechsle 及其它 單個樣品、樣品系列沖洗、乾燥和加熱自動化
自動滴定儀	全自動測定 全面文檔記錄 可追溯結果 自動化
鹵素燈水份分析儀	測量時間短，不到 10 分鐘 易於操作 方便清潔

8. 更多訊息

如果您喜歡這一指南，我們很高興為大家呈現梅特勒-托利多在食品行業的一系列指南。請點擊以下鏈接造訪對應的食品指南。

鹽度測定指南

www.mt.com/salt-lab

酸度測定指南

www.mt.com/acidity-lab

配方指南

www.mt.com/formulation-lab

食用油脂檢測指南

www.mt.com/fat-lab

溫度和水含量測定指南

www.mt.com/moisture-lab

有關滴定儀的更多訊息：

www.mt.com/titration

有關密度計和折射儀的更多訊息：

www.mt.com/Liquiphysics

有關酸修正白利糖度值的更多訊息：

www.mt.com/juice-multiparameter

應用手冊

飲料測定，應用手冊19，梅特勒-托利多51725013

Good Density and Refractometry Practice™ (優良密度與折光率管理規範)，請閱讀手冊，

網址：www.mt.com/gdrp

使用均質器進行卡氏滴定，應用手冊27，梅特勒-托利多51725053

外部資源

維基百科，如 <http://de.wikipedia.org/wiki/Zucker>

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, 如 <http://www.wzw.tum.de/~bmeier/pages/83rebelein.htm>

9. 附錄

食品和飲料10 根據Rebelein 測定飲料中的還原糖

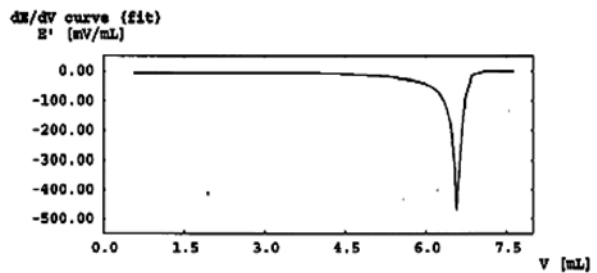
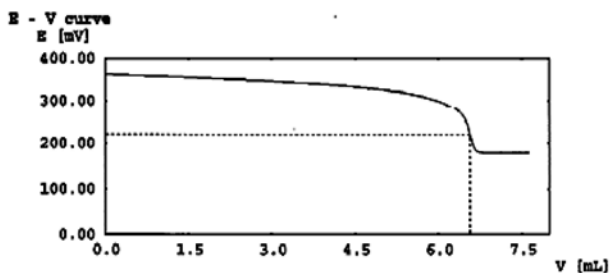
食品和飲料16 甲醛編號、酸度和橙汁的白利糖度值

Reducing sugar determination in beverages according to Rebelein	
Reducing sugars are determined in beverages by titration of released iodine with sodium thiosulfate.	
Sample	- Wines and juices
Preparation and procedures	<ul style="list-style-type: none"> - 5 mL of each Fehling A and B solutions - 40 mL deionized water - Boil it for exactly 2 minutes then cool it to the room temperature - 10 mL of 10% H₂SO₄ and 10 mL of 10% KI - The solution is titrated with 0.1 mol/L Na₂S₂O₃.
Compound	<ul style="list-style-type: none"> - Sugar (Glucose), C₆H₁₂O₆ - M= 180.16 g/mol z = 1
Chemicals	<ul style="list-style-type: none"> - Deionized water - Fehling solution A, Fehling solution B - 10% H₂SO₄ - 10% KI
Titrant	<ul style="list-style-type: none"> - Sodium thiosulfate, Na₂S₂O₃ - c(Na₂S₂O₃) = 0.1 mol/L
Standard	- Glucose
Instruments, Accessories	<ul style="list-style-type: none"> - T50/T70/T90 Excellence Titrator (This method can also be used on G20). - DV1020 20 mL glass burette, - 100 mL glass beakers(ME-101446), XP205 Balance, LabX[®] pro titration software.
Indication	- DM140-SC platinum ring electrode.
Results	- Glucose : 2.3589 ± 0.0238 g/L srel = 1.009 % n = 3
Waste	- Precipitate copper by adding sodium hydroxide. The filtrate has to be classified as special waste.
Comments	<ul style="list-style-type: none"> - Use safety goggles, wear gloves and a lab coat. Note: It is recommended while working in a lab. - It may be necessary to adapt the method parameters to your specific sample. - Reducing sugars are oxidized with excess alkaline copper sulphate solution. - Standard solutions are prepared. - Clean the electrode and the stirrer after each titration with deionized water.
Literature	- Mettler-Toledo Titration Applications M340 and M341
Author	Craig Gordon Compiled by: Sohel Ansari, IMSG AnaChem, April 2012 - v1.0 Revised: V. Gärtner – MSG AnaChem, August 2012

Titration method

Sample Determination			002 Sample		
001 Title	Type	General titration	Number of IDs	1	
	Compatible with	T50/T70/T90	ID 1	--	
	ID	ReducingSugar	Entry type	Fixed Volume	
	Title	Reducing Sugar	Volume	10 mL	
002 Sample			003 Titration stand (Rondolino TTL)		
	Number of IDs	1	Type	Manual stand	
	ID 1	--	Titration stand	Manual stand 1	
	Entry type	Volume	004 Stir		
	Lower limit	2 mL	Speed	40%	
	Upper limit	20 mL	Duration	10 s	
003 Titration stand (Manual stand)			005 Titration (EQP) [1]		
Type	Manual stand		Titration		
Titration stand	Manual stand 1		Titration	Na2S2O3	
004 Stir			Concentration	0.1 mol/L	
Speed	40%		Sensor		
Duration	10 s		Type	mV	
005 Titration (EQP) [1]			Sensor	DM140-SC	
Titration			Unit	mV	
Titration	Na2S2O3				
Concentration	0.1 mol/L		Stir		
Sensor			Speed	40%	
Type	mV		Predispense		
Sensor	DM140-SC		Mode	Volume	
Unit	mV		Volume	10.000 mL	
			Wait time	0 s	
Stir			Control		
Speed	40%		Control	User	
Predispense			Titration addition	Dynamic	
Mode	Volume		dE(set value)	8.0 mV	
Volume	1.000 mL		dV(min)	0.02 mL	
Wait time	0 s		dV(max)	0.5 mL	
Control			Meas. val. acquisition	Equilibrium controlled	
Control	User		dE	0.5 mV	
Titration addition	Dynamic		dt	1 s	
dE(set value)	8.0 mV		t(min)	3 s	
dV(min)	0.02 mL		t(max)	30 s	
dV(max)	0.5 mL		Evaluation and recognition		
Meas. val. acquisition	Equilibrium controlled		Procedure	Standard	
dE	0.5 mV		Threshold	100 mV/mL	
dt	1 s		Tendency	Negative	
t(min)	3 s		Ranges	0	
t(max)	30 s		Add. EQP criteria	No	
Evaluation and recognition			Termination		
Procedure	Standard		At Vmax	20.0 mL	
Threshold	100 mV/mL		At potential	No	
Tendency	Negative		At slope	No	
Ranges	0		After number of		
Add. EQP criteria	No		recognized EQPs	Yes	
Termination			Number of EQPs	1	
At Vmax	20.0 mL		Combined termination		
At potential	No		criteria	No	
At slope	No		Accompanying stating		
After number of			Accompanying stating	No	
recognized EQPs	Yes		Condition		
Number of EQPs	1		Condition	No	
Combined termination			006 Calculation R1		
criteria	No		Result	Consumption	
Accompanying stating			Result unit	mmol	
Accompanying stating	No		Formula	R1=Q	
Condition			Constant C=	1	
Condition	No		M	M[None]	
			z	z[None]	
			Decimal places	4	
006 Calculation R1			007 Record		
Result	Content		Summary	Results	
Result unit	g/L		Results	Yes	
Formula	$R1=(B[\text{Back EQP}]-Q)*C/m$				
Constant C=	M/z				
M	M[Glucose]				
z	z[Glucose]		008 End of sample		
Decimal places	3		009 Blank		
			Name	Back EQP	
			Results	Mean[R1]	
007 Record			010 Calculation R2		
Summary	Results		Result	Mean Back value	
Results	Yes		Result unit	mmol	
			Formula	R1=Mean[R1]	
			Constant C=	1	
			M	M[None]	
			z	z[None]	
			Decimal places	4	
008 End of sample			007 Record		
			Summary	Results	
			Results	Yes	
Back Value Determination					
001 Title	Type	General titration			
	Compatible with	T50/T70/T90			
	ID	BackValue			
	Title	Back value			

Titration curve



Formol Number, Acidity and True Brix Value of Orange Juice	
Method for the determination of the formol number, acidity and true Brix value of orange juice according to NEN 2843 and NEN 2861 (Dutch standards)	
Sample	- Concentrated orange juicy, 1 - 4 g
Preparation and procedures	<ul style="list-style-type: none"> - The sample is weighed in the titration beaker and mounted at the titration head. If drinkable orange juice is used, then weigh in approximately 20 g. The sample is diluted using the second pump of the sample changer. - Firstly the acidity content is determined by performing an EP titration to pH 8.2 with NaOH. this is given as citric acid content. - Formol is dispensed by the second burette. After 1 minute reaction time, an EP titration to pH 8.2 with NaOH is started. - The formol number is defined in calculation R4 as mmol NaOH/10g sample, normalized to 65 True Brix: $FN = (mmol\ NaOH * 10 * 10 * 65) / (m * True\ Brix)$ - A blank is run and stored as auxiliary value H2. - Prior titration Brix value of the sample is measured with a refractometer. The value is stored as auxiliary value as H1 and used in calculation R3 (correction for true brix) - The molar mass M is set to 1.0 and is not used.
Compound	- Organic acids, free amino acids
Chemicals	- 50 mL deionized water
Titrant	<ul style="list-style-type: none"> - Sodium Hydroxide, NaOH - $c(NaOH) = 0.5\ mol/L$
Standard	- THAM (TRIS) Tris(hydroxymethyl)aminomethane
Instruments, Accessories	<ul style="list-style-type: none"> - Titration Excellence T50/T70/T90 - Rondo 60 sample changer - 1 additional diaphragma pump (DOSE) - XS205 Balance - 10 mL DV 1010 Burette - 1 additional burette drive DV90 - Titration beaker ME - 101974 - Printer
Indication	- DG111-SC combined pH electrode.
Results	- True Brix : 57.77 ± 0.007 % srel = 0.013 % n = 2
Waste	- Aqueous solution
Comments	<ul style="list-style-type: none"> - Use safety goggles, wear gloves and a lab coat. - Since there are different juice producers, it may be necessary to slightly adapt the method to your specific sample. - The formol value is generally given as the titrant consumption of 0.1 mol/L NaOH needed for 10 g or sample. - True Brix is the corrected measured refractive index for the citric acid concentration.
Literature	- Mettler-Toledo Titration Application M240
Author	Ko Schaap, MT-NL Compiled by : Robin Isyas MSG AnaChem, June 2012 Revised: V. Gärtner – MSG AnaChem, August 2012

Titration method

001 Title
 Type General titration
 Compatible with T50/T70/T90
 ID True Brix
 Title Formol No
 Author Administrator

002 Sample
 Number of IDs 1
 ID 1 --
 Entry type Weight
 Lower limit 0.0 g
 Upper limit 20.0 g
 Density 1.0 g/mL
 Correction factor 1.0
 Temperature 25.0 C

003 Titration stand (Manual TTL)
 Type Rondo/Tower A
 Titration stand Rondo60/1A

004 Pump
 Auxiliary reagent Water
 Volume 20 mL
 Condition No

005 Stir
 Speed [%] 70
 Duration [s] 15
 Condition No

006 Titration (EQP) [1]
Titration
 Titration NaOH
 Concentration 0.5 mol/L
Sensor
 Type pH
 Sensor DG111-SC
 Unit pH
Temperature
 Temperature measurement No
 Stir
 Speed [%] 30
Predispense
 Mode None
 Wait time[s] 5
Control
 End point type Absolute
 Tendency None
 End point value 8.1 pH
 Control band 2.0 pH
 Dosing rate (max) 10 mL/min
 Dosing rate (min) 10 uL/min

Termination
 At EP 10.0
 Termination delay 0 s
 At Vmax 20 mL
 Max.time = s
 Accompanying stating
 Accompanying No
 Condition No

007 Dispense (normal) [1]
 Titration Formol
 Concentration 37
 Volume 10 mL
 Dosing rate 60.0 mL/min
 Condition No

008 Stir
 Speed 70%
 Duration 60s
 Condition No

009 Titration (EP) [2]
 Titration NaOH
 Concentration 0.5 mol/L
Sensor
 Type pH
 Sensor DG111-SC
 Unit pH
Temperature acquisition
 Temperature acquisition No
 Stir
 Speed 30%
Predispense
 Mode None
 Wait time 0 s
Control
 End point type Absolute
 Tendency None
 End point value 8.2 pH
 Control band 2.0 pH
 Dosing rate (max) 10 mL/min
 Dosing rate (min) 10 uL/min
Termination
 At EP Yes
 Termination delay 0 s
 At Vmax 20 mL
 Max.time = s
 Accompanying stating
 Accompanying stating No
 Condition No

010 Calculation R1
 Result Citric acid
 Result unit %
 Formula $R1=Q \cdot C/m$
 Constant C- 192/m*3
 M [None]
 Z z[None]
 Decimal places 1
 Result limits No
 Record statistics Yes
 Extra statistical function No
 Send to buffer No
 Condition No

011 Calculation R2
 Result True Brix corr
 Result unit %
 Formula $R2=R1 \cdot R1 \cdot (-0.00035) + C$
 Constant C- (R1*0.191)+0.024
 M [None]
 Z z[None]
 Decimal places 2
 Result limit No
 Record statistics Yes
 Extra statistical function No
 Send to buffer No
 Condition No

012 Calculation R3
 Result True Brix
 Result unit %
 Formula $R3=H[\text{Brix value}] + R2$
 Constant C- [None]
 M [None]
 Z z[None]
 Decimal places 2
 Result limit No
 Record statistics Yes
 Extra statistical function No
 Send to buffer No
 Condition No

013 Calculation R4
 Result mmol NaOH/10g
 Result unit mmol NaOH/10g
 Formula $R4=6500 \cdot C / (m \cdot R3)$
 Constant C- Q[2]-B[Blank run]+QEX[1]
 M [None]
 Z z[None]
 Decimal places 2
 Result limit No
 Record statistics Yes
 Extra statistical function No
 Send to buffer No
 Condition No

014 Record
 Summary No
 Results Per sample
 Raw results Per sample
 Table of meas.values Lat titration function
 Sample data No
 Resource data No
 E - V Last titration function
 dE/dV - V No
 log dE/dV - V No
 d2E/dV2 - V No
 BETA - V No
 E - t No
 V - t No
 dV/dt - t No
 T - t No
 E - V & dE/dV - V No
 V - t & dV/dt - t No
 Method No
 Series data No

015 End of sample

優良測量管理規範 改善測量結果五步驟

梅特勒-托利多執行的“優良測量管理規範”是一項全球性計劃，憑借天平、秤體、移液器和分析儀器的品質保證措施，在實驗室中和生產環境下為您提供支持。

“優良測量管理規範”的五步驟首先要評估您的過程測量需求及相關風險。我們還會考慮監管要求和行業相關標準。

利用這些訊息，“優良測量管理規範”會直接為稱量儀器和測量裝置的選擇、安裝、校準和操作提供建議。

- ▶ www.mt.com/gwp 用於稱量
- ▶ www.mt.com/gtp 用於滴定
- ▶ www.mt.com/gpp 用於移液
- ▶ www.mt.com/gdrp 用於測定密度和折射率



www.mt.com

更多訊息

Mettler-Toledo AG

實驗室部門

Im Langacher

CH-8606 Greifensee, Switzerland

梅特勒-托利多始終致力於其產品功能的改進工作。基於該原因，產品的技術規格亦會受到更改。如遇上述情況，恕不另行通知

© 09/2012 Mettler-Toledo AG

Global MarCom Switzerland