

# מדידת ריכוזי סוכר בנוזל

## לילך איילי – 'נקודת ארכימדס', מרכז אחר"ת

מדידת ריכוזי סוכר בנוזל נמצאת בשימוש בתעשיית המזון – יין, מיצי פרות, חלב ועוד – כמו גם ברפואה. ריכוז הסוכר נמדד ביחידה הנקראת בריקס ( $Bx^\circ$ ). מעלה אחת בריקס היא גרם של סוכר ב- 100 גרם נוזל, כלומר אחוזי הסוכר לפי משקל. ישנם מכשירים שונים למדידת ריכוזי הסוכר, המבוססים על עקרונות פיזיקליים שונים, ובדף זה נסקור את עקרונות הפעולה של חלק מהם.

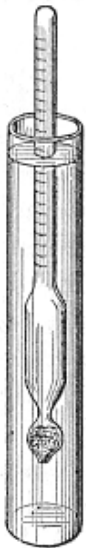
## ההידרומטר

ההידרומטר, שלפעמים נקרא גם היגרומטר או אראומטר, הוא מכשיר מדידה המשמש למדידת המשקל הסגולי או הצפיפות של נוזל, ומבוסס על חוק הצפיפה של ארכימדס. ההידרומטר עשוי בדרך כלל מזכוכית ומורכב ממצוף מכויל שבתחתיתו משקולת איזון ובה כספית. בעזרת משקולת זו צף המצוף אנכית. הנוזל שאותו מבקשים למדוד מוכנס לקנקן מוארך, וההידרומטר שוקע בנוזל, עד שהוא נשאר צף בגובה מסוים. הקריאה בלוח הכיול במצוף, בפני הנוזל העליונים, היא צפיפות הנוזל או משקלו הסגולי. ההידרומטר מכויל למדידה בטמפרטורה מסויימת, וניתן לחשב את התיקון הדרוש כאשר המדידה מתבצעת בטמפרטורה אחרת מזו שבה כוייל.

ההידרומטר נמצא בשימוש נרחב בתעשיית היין והבירה (וגם בתעשיית המצברים לרכב), ולכן ניתן למצוא מגוון אתרים המסבירים כיצד להשתמש בו.

אתר ובו הסבר וסרטון:

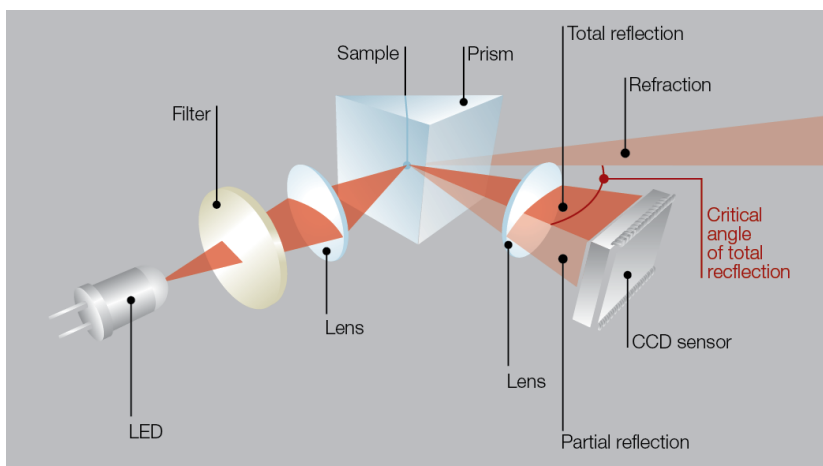
<http://www.winemaking.co.il/?p=1713>



## מדידת ריכוזי סוכר בנוזל באמצעים אופטיים

שינוי ריכוזי הסוכר משנה גם את התכונות האופטיות של הנוזל. ישנן מספר שיטות למדידת ריכוזי סוכר המסתמכות על מדידות אופטיות.

## מדידה בעזרת מקדם שבירה



רפרקטומטר הוא מכשיר המודד את ריכוז הסוכר בעזרת שינוי מקדם השבירה.

הזווית הקריטית להחזרה מלאה נמדדת, ועל פי הזווית הקריטית מחושב מקדם השבירה, שממנו מחושב ריכוז הסוכר. ניתן למדוד את מקדם השבירה גם על ידי מדידת זווית השבירה עצמה.

מבנה סכמטי של רפרקטומטר (ויקיפדיה)



מגדל ענבים ליין משתמש בפרקטומטר (ויקיפדיה)

קיימים גם רפרקטומטרים למדידת מליחות או ריכוזים של חומרים אחרים, המשמשים בתעשיית המזון, ברפואה ובשימושים נוספים.

## מדידה בעזרת ספקטרוסקופיה

האפשרות התאורטית למדוד ריכוזי סוכר בדם באופן לא חודרני, על ידי שימוש בספקטרוסקופיה, הניעו מחקרים רבים. לדוגמא, מאמר בנושא:

[Near-infrared studies of glucose and sucrose in aqueous solutions: water displacement effect and red shift in water absorption from water-solute interaction](#)

במעבדות חלב נמצא בשימוש מכשיר בשם מילקוסקאן, שבודק את ריכוזי המרכיבים השונים של מוצרי החלב. עקרון הפעולה של המכשיר הוא העברת קרני MIR דרך הדוגמא באינרפרומטר, וניתוח התוצאות ע"י שימוש בהתמרת פורייה (Fourier transform).

אינרפרומטריה היא שיטה בה כל התדירויות של מקור ה-Infrared נבדקות ביחד, ומתקבל ספקטרום מלא בפחות משניה. האינרפרומטר מבוסס על התאבכות האור - השתנות באמפליטודה של אורך גל מסוים כפונקציה של הפרש הדרך האופטית שעשו קרני האור.

## מדידה על ידי שינוי הקיטוב של האור

סוכרים הם מולקולות כיראליות. בכימיה, מולקולה כיראלית היא מולקולה שלא ניתן ליצור חפיפה בינה ובין תמונת המראה שלה ע"י סיבוב בלבד. שתי המולקולות המהוות תמונת מראה זו של זו הן בעלות תכונות פיזיקליות זהות, אך בעלות פעילות אופטית שונה – הן מסובבות אור מקוטב באותה זווית, אך בכיוון הפוך.

אם נעביר אור מקוטב מישורית דרך תמיסת סוכר, המולקולות הכיראליות יסובבו את מישור הקיטוב של האור העובר דרכן. מידת הסיבוב תלויה במספר המולקולות הפעילות אופטית שהתנגשו בקרן האור המקוטבת, כלומר בריכוז הסוכר בנוזל.