



## Визначення жирності шоколадних виробів

Шоколад та інші какао-продукти – дуже смачна та надзвичайно солодка їжа. Крім того, шоколад має властивість викликати почуття радості. Вміст жирів у шоколаді сильно впливає на його смак, і є важливим параметром якості, який має визначатися швидко та з великою точністю. Ідеальною характеристикою жирності какао-продуктів, таких як шоколад, какао-боби, чи шоколадний крем є показник заломлення.



### 1 Все буде добрим, якщо воно буде зроблене із шоколаду

Хто не любить шоколад? Це ж солодкі, зазвичай коричневі або білі кондитерські вироби, які можуть бути рідкими, твердими чи у вигляді пасти, і застосовуватися як смакові добавки до багатьох солодощів. Плоди Какао (*Theobroma Cacao L.*) використовуються як:

- **Терте какао:** Подріблений/розплавлений стан какао-бобів, у якому кількість какао масла є приблизно такою ж, як у твердих частинках какао
- **Какао масло:** Жировий компонент бобів
- **Тверд частинки какао:** знежирена частина какао-бобів, яка подрібнюється в порошок.

Якість та смак какао-продуктів сильно залежить від їхнього вмісту. Одним із найважливіших якісних характеристик є жирність. Окрім аналізу цього параметра за допомогою рефрактометрії, вміст жирів можна визначати за допомогою гравіметричного аналізу, який є трудомістким методом. Іншими альтернативними методами є високоефективна рідинна хроматографія та Біч-спектроскопія, проте вони дорожчі та трудомісткіші, ніж рефрактометричний метод.

### 2 Визначення жирності какао-продуктів за Лейте

Рефрактометричний метод визначення вмісту жиру у какао-порошку, какао-бобах, шоколаді та інших какао-продуктах був описаний і опублікований Вольфгангом Лейте та Гансом Йоакімом Ханцом у 1936 р.

Більше того, Лейте описав рефрактометричний аналіз для визначення жирності молока, зерна та сиру. Всі описані методи базуються на відокремленні жиру від зразку

Визначення жирності згідно з Лейте є швидким та легким методом. Залежно від зразка, це займає від 10 хв до 20 хв.

Жирність какао-бобів, тертого какао та інших какао-продуктів визначається вимірюванням показника заломлення після екстракції жиру в 1-бромнафталіні

Впродовж минулого століття були протестовані й інші розчини для екстрагування. У деяких методах використовували трирезилфосфат при температурі 100°C (Nadj and Weeden, 1966). В 1995 вміст жиру у смаженій картоплі визначався згідно Лейте, використовуючи у якості розчинника 1-хлор-нафталін (Eschert and Baumann, 1995).

Розчинники, які використовують для екстрагування, вважаються ідеальними, якщо мають хороші розчинні властивості та низькі волатильність та токсичність. Навіть більше, показник заломлення розчинника повинен максимально відрізнитися від показника заломлення жиру, який буде екстраговано (Nadj and Weeden, 1966).

### 3 Методика проведення вимірювань

Після екстрагування визначають вміст жиру в 1-бромнафталіні. Це використовується для розрахунку вмісту жиру у зразку. Різниця між показниками заломлення 1-бромнафталіну і суміші 1-бромнафталіну та жиру, корелює із відсотковим вмістом жиру в зразку.

Густина та показник заломлення чистого жиру ( $\rho_{\text{какао масла}} = 0.913 \text{ г/см}^3$ ,  $R_{\text{какао масла}} = 1.4647$ ) повинні бути виміряні або відомі заздалегідь. Для приготування зразка потрібно подрібнити 2 г шоколадного зразка та змішати його із 4,45 г 1-бромнафталіну. Визначається показник заломлення як 1-бромнафталіну так і суміші. Чим більшим є вміст жиру у зразку, тим більшою буде різниця між виміряними показниками заломлення. -

Взявши до уваги густину та показник заломлення чистого жиру, можна за допомогою рефрактометра остаточно визначити концентрацію жиру в зразку.

## 4 Вимірювання за допомогою рефрактометра Abbemat виробництва компанії Anton Paar

Рефрактометр Abbemat виробництва компанії Anton Paar (Рис. 1) є ідеальним для вимірювання показника заломлення з високою точністю. Тому його можна використовувати для визначення вмісту жиру у какао-продуктах.



Рис. 1. Сімейство рефрактометрів Abbemat виробництва компанії Anton Paar.

Якщо використовувати рефрактометри Abbemat Performance Plus line (Abbemat 350, 550) чи Heavy Duty line (Abbemat 450, 650), відсотковий вміст жиру буде безпосередньо виведено на екран рефрактометра (Рис. 2).

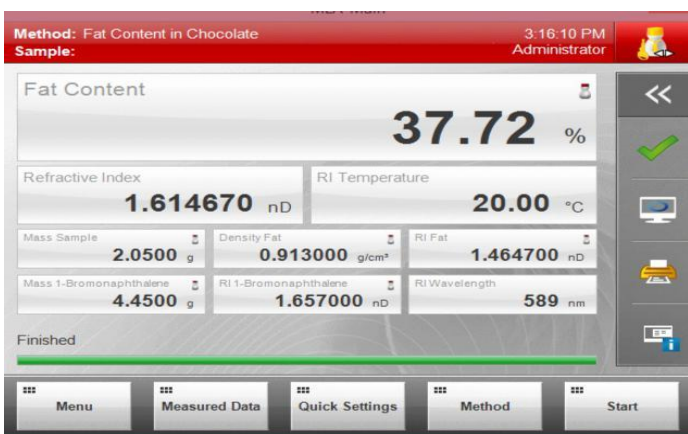


Рис. 2 Після натискання кнопки "Start" потрібно ввести усі релевантні параметри. Після ще одного натискання кнопки "Start" відсотковий вміст жиру (%) буде швидко розраховано та виведено на екран рефрактометрів Abbemat 350, 450, 550 та 650 виробництва компанії Anton Paar. \*) Переклад написів на малюнку наводиться наприкінці статті \*

Візьміть до уваги те, що відповідний метод "Fat Content in Chocolate" ("Вміст жиру у шоколаді") не встановлено

на рефрактометрі, як стандартний метод. Попросіть у представників компанії Anton Paar надіслати відповідний пакет функцій користувача, який легко встановлюється на рефрактометрі.

## 5 Проведення вимірювань

Рефрактометричний метод "Fat Content in Chocolate" може використовуватися лише для рефрактометрів Abbemat Performance Plus line та Heavy Duty line.

### 5.1 Зразки

Какао боби, терте какао, какао-порошок, шоколад, шоколадний крем.

### 5.2 Заходи безпеки

Цей метод не містить жодних інструкцій щодо заходів безпеки. Відповідальність щодо відповідних заходів з метою збереження здоров'я, безпечного використання методу та визначення меж застосування перед його використанням, повністю лежить на користувачеві.

### 5.3 Підготовка приладу

Вимірювальна призма повинна зберігатися чистою (чистити її треба за допомогою дистильованої води та ацетону). Прилад налаштовується згідно зі стандартом, впровадженим компанією Anton Paar. Контроль температури досліджуваної речовини та чистота призми повинні часто перевірятися шляхом вимірювання показника заломлення дистильованої води, який становить 1.332986 при температурі 20°C та довжині хвилі падаючого променю 589.3 нм.

### 5.4 Підготовка зразків

Какао боби:

- Зважте 2.0000 г досліджуваної речовини із максимальною точністю ( $\pm 0.05$  g) та занотуйте отримане значення маси
- Виміряйте показник заломлення 1-бромнафталіну при температурі 20°C і довжині хвилі 589.3 нм, який становить приблизно 1.657
- Виміряйте показник заломлення чистого жиру при температурі 20°C і довжині хвилі 589.3 нм, який становить приблизно 1.465, а також його густину при 20°C (густину какао жиру можна взяти і довідникових джерел, густина какао жиру становить 0.913 г/см<sup>3</sup>)
- Для того, щоб отримати хорошу екстракцію, подрібніть зразок настільки добре, наскільки це можливо, потім додайте 4 г морського піску та 4.45 г ( $\pm 0.05$  g) 1-бромнафталіну
- Перемішуйте все (міксером) поки суміш не стане однорідною.
- Профільтруйте за допомогою сухого фільтрувального паперу, або, для прискорення цього процесу, використовуйте центрифугу.

## Терте какао, какао порошок, шоколад

- Зважте 2.0000 г досліджуваної речовини із максимальною точністю ( $\pm 0.05$  г) та занотуйте отримане значення маси
- Виміряйте показник заломлення 1-бромнафталіну при температурі 20°C і довжині хвилі 589.3 нм, який становить приблизно 1.657
- Виміряйте показник заломлення чистого жиру, при температурі 20°C і довжині хвилі 589.3 нм, який становить приблизно 1.465, а також його густину при 20°C (густину какао жиру можна взяти з довідникових джерел, густина какао жиру становить 0.913 г/см<sup>3</sup>)
- Для того, щоб отримати хорошу екстракцію, подрібніть зразок настільки добре, наскільки це є можливим, потім додайте 4.45 г ( $\pm 0.05$  г) 1-бромнафталіну
- Перемішуйте все (міксером) протягом 2 хв поки суміш не стане однорідною.
- Профільтруйте за допомогою сухого фільтрувального паперу, або, для прискорення цього процесу, використовуйте центрифугу.

Table 1 Густина різних жирів та олій при 20°C в г/см<sup>3</sup> (Handbook of Food Science, Technology and Engineering 2005)

Жир	Густина, 20 °C, 1 атм г/см <sup>3</sup>
Какао масло	0.913
Молочний / масляний жир	0.911
Олія пальмового ядра	0.9252
Кокосове масло	0.924
Горіхова олія	0.912 - 0.917

Після підготовки зразка профільтрований екстракт наноситься на вимірювальну призму рефрактометра Abbemat. Після натискання кнопки "Start" потрібно ввести усі релевантні параметри. Після ще одного натискання кнопки "Start" відсотковий вміст жиру (%) буде швидко розраховано та виведено на екран рефрактометра Abbemat (Рис. 2).



Рис. 3 Однорідна суміш молочного шоколаду та 1-бромнафталіну перед фільтруванням (зліва) та після (справа).

## 5.5 Розрахунок вмісту жирів

Як проказано на Рис. 2, вміст жиру може безпосередньо відобразитися на екрані рефрактометрів Abbemat 350, 450, 550 і 650.

При використанні рефрактометрів Abbemat 200, 300 чи 500, вміст жиру розраховується вручну після вимірювання показників заломлення усіх відповідних речовин. Розрахунки проводяться за допомогою формули, наведеної нижче:

Вміст жиру [%] =

$$\frac{\rho_F \times m_B}{m_S \times \rho_B} \times \frac{n_B - n_{BF}}{n_{BF} - n_F} \times 100$$

- $\rho_F$  = густина жиру (0.913 г/см<sup>3</sup> для какао масла)
- $\rho_B$  = густина 1-бромнафталіну (1.483 г/см<sup>3</sup>)
- $m_B$  = маса зваженого 1-бромнафталіну
- $m_S$  = маса зваженого зразка
- $n_B$  = показник заломлення 1-бромнафталіну при 20°C і довжині хвилі 589.3 нм (приблизно 1.657)
- $n_F$  = показник заломлення жиру при 20°C і довжині хвилі 589.3 нм (1.465 для какао масла, 1.470 для горіхової олії)
- $n_{BF} = n_B$  = показник заломлення фільтрованого екстракту при 20°C і довжині хвилі 589.3 нм

## 6 Додатково: як отримали формулу?

Показник заломлення  $n$  двокомпонентної рідинної суміші із показниками заломлення компонентів  $n_1$  та  $n_2$  і відповідними об'ємами  $V_1$  та  $V_2$  із врахуванням того, що складові не взаємодіють між собою, можна описати за допомогою формули

$$n = \frac{V_1 \times n_1 + V_2 \times n_2}{V_1 + V_2}$$

Із цієї формули можна легко розрахувати об'єм одного з компонентів

$$V_2 = V_1 \frac{n_1 - n}{n + n_2}$$

Густина  $\rho$  і маса  $m$  зв'язані з об'ємом наступним співвідношенням

$$\rho_2 \times V_2 = m_2$$

Тому густина  $\rho_2$  міститься по обидві сторони рівняння:

$$m_2 = \rho_2 \times V_2 = \rho_2 \times V_1 \frac{n_1 - n}{n + n_2}$$

Відсотковий вміст жиру, іншими словами, відношення маси жиру до маси зразка, помножене на 100, потрібно розрахувати, поділивши обидві частини формули на масу зразка.

**Вміст жиру [%] =**

$$100 \times \frac{m_2}{m_s} = 100 \times \frac{\rho_F \times V_B}{m_s} \times \frac{n_B - n_{BF}}{n_{BF} - n_F}$$

## Переклад написів на малюнку 2:

Method: Fat content in Chocolate – Метод: вміст жиру у шоколаді;

Fat content – вміст жиру;

Refractive index (RI) – показник заломлення;

Temperature – температура;

Mass sample – маса зразка;

Mass 1-bromonaphthalene – маса 1-бромнафталіну;

Density Fat – густина жиру;

RI Fat – показник заломлення жиру;

RI 1-bromonaphthalene – показник заломлення 1-бромнафталіну;

RI Wavelength – довжина хвилі;

Menu – меню;

Measuring data – дані вимірювань;

Quick settings – швидкі налаштування;

Method – метод;

Start – старт.

## 7 Посилання

Baumann, B., Eschert, F. (1995). Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices- 1. Rate of drying and oil uptake. LWT- Food Science and Technology 28(4):395-403.

Hui Y. A. (2005). Handbook of Food Science, Technology and Engineering. Vol. 4, CRC Press, p. 9-13.

Leithe, W. (1936). Refraktometrische Fettbestimmung in Milch und Milcherzeugnissen. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel, Vol 58, p. 245 - 251.

Leithe, W., Heinz, H.J., (1936). Refraktometrische Fettbestimmung in Kakaowaren. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel, No. 72, p. 414-418.

Nadj, L., Weeden, D. (1966). Refractometric estimation of total fat in chocolate type products. Analytical chemistry, Vol 38, No1, p.125-126.

Rochel, F., Braselmann, H. (1961), Untersuchungen über die refraktometrische Milchfettbestimmung nach Leithe. Die Nahrung, Heft 4, p. 411-418.

Stanley, W. A. *et al.*, (1937), Refractometric determination of fat in chocolate. Industrial and engineering chemistry, Vol. 9, No. 3, p. 132-135.

### Contact Anton Paar GmbH:

Tel: +43 316 257-0

Fax: +43 316 257 257

info.optotec@anton-paar.com

www.anton-paar.com

Данна стаття є перекладом на українську оригінальної [статті \(Fat Determination of Chocolate Products\)](#) Anton Paar GmbH  
<https://www.anton-paar.com>)

Переклад Донау ЛАБ УКРАЇНА <http://dlu.com.ua> - ексклюзивного дистриб'ютора продукції Anton Paar GmbH в Україні та Молдові



03028 Україна, м. Київ,  
вул. Стратегічне шосе, 16  
<http://dlu.com.ua>

Тел: +38 (044) 229-15-31  
Факс: +38 (044) 229-15-30  
e-mail: [sale@dlu.com.ua](mailto:sale@dlu.com.ua)