



## Показник заломлення жирів, олій та ефірних олій

Для спеціалістів харчової промисловості, фармацевтики та виробників ароматизаторів

Аналіз чистоти та якості тваринних та рослинних жирів, олій, а також ефірних олій можна проводити за допомогою вимірювання показника заломлення. Рефрактометри виробництва компанії Anton Paar працюють у відповідності до міжнародних стандартів ISO (Міжнародна організація зі стандартизації), AOAC (Асоціація аналітичних співтовариств) та Міжнародної Фармакопеї, і мають шкали для визначення й показника заломлення, й butyro-показника (Butyro & Refractive Index).



### 1 Рефракція жирів, ефірних олій та олій.

Так само, як вуглеводи та білки, жири та олії також належать до основних елементів людського харчування. Існує дві групи олій та жирів: рослинні олії, видобуті із рослин, та олії тваринного походження, які виготовляються з молочних продуктів та м'яса. Олії містять тригліцерид, вони бувають насиченими і не насиченими. Олії, які знаходяться у твердому стані, називаються жирами.

Показник заломлення цих речовин залежить від вмісту різних типів гліцеридів. Жирні кислоти мають менший показник заломлення ніж гліцериди, а тригліцериди, дигліцериди та моногліцериди - більший показник заломлення. Крім того, показник заломлення залежить від віку олії чи жиру, а також від температури, адже при нагріванні його величина змінюється. (Löwe, 1949) Ефірні олії називають ще етерними або ж леткими оліями. Вони являють собою концентровану гідрофобну рідину з ефірними ароматичними сполуками рослин. Часто їх отримують за допомогою дистиляції.

Як жири та олії, так і ефірні олії, містять багато різних сполук, які визначають значення показника заломлення. Наперед визначений діапазон значень показника заломлення допомагає віднести зразок до чистих жирів чи олій. Діапазони показників заломлення олій, жирів, риб'ячого жиру та ефірних олій зазначено у таблицях 2 та 3 додатку А розділу про застосування. (Löwe, 1949)

### 2 Масляний рефрактометр

Масляний рефрактометр – це старий рефрактометр Аббе, який було сконструйовано для дослідження масла, маргарину, а також інших олій та жирів. Прилад було впроваджено у 1892

Карлом Цейсом, щоб визначати чистоту олій та відрізнити масло від маргарину. Показник заломлення масла, виміряний за допомогою масляного рефрактометра, змінюється в діапазоні від 1.420 до 1.492. Значення цього діапазону вимірювань було розділено на 100 так званих butyro-показників butyro-рефрактометра. Конвертація цих butyro-показників у показник заломлення та навпаки, надається в таблиці 2.

Таблиця 1: Показники butyro-рефрактометра та відповідні показники заломлення

за AOAC 921.08

Показник, що зчитується	Показник заломлення	Показник, що зчитується	Показник заломлення
40.0	1.4524	60.0	1.4659
40.5	1.4527	60.5	1.4662
41.0	1.4531	61.0	1.4665
41.5	1.4534	61.5	1.4668
42.0	1.4538	62.0	1.4672
42.5	1.4541	62.5	1.4675
43.0	1.4545	63.0	1.4678
43.5	1.4548	63.5	1.4681
44.0	1.4552	64.0	1.4685
44.5	1.4555	64.5	1.4688
45.0	1.4558	65.0	1.4691
45.5	1.4562	65.5	1.4694
46.0	1.4565	66.0	1.4697
46.5	1.4569	66.5	1.4700
47.0	1.4572	67.0	1.4704
47.5	1.4576	67.5	1.4707
48.0	1.4579	68.0	1.4710
48.5	1.4583	68.5	1.4713
49.0	1.4586	69.0	1.4717
49.5	1.4590	69.5	1.4720
50.0	1.4593	70.0	1.4723

50.5	1.4596	70.5	1.4726
51.0	1.4600	71.0	1.4729
51.5	1.4603	71.5	1.4732
52.0	1.4607	72.0	1.4735
52.5	1.4610	72.5	1.4738
53.0	1.4613	73.0	1.4741
53.5	1.4616	73.5	1.4744
54.0	1.4619	74.0	1.4747
54.5	1.4623	74.5	1.4750
55.0	1.4626	75.0	1.4753
55.5	1.4629	75.5	1.4756
56.0	1.4633	76.0	1.4759
56.5	1.4636	76.5	1.4762
57.0	1.4639	77.0	1.4765
57.5	1.4642	77.5	1.4768
58.0	1.4646	78.0	1.4771
58.5	1.4649	78.5	1.4774
59.0	1.4652	79.0	1.4777
59.5	1.4656	79.5	1.4780

Багато міжнародних стандартів вимагають вимірювати показник заломлення лише за допомогою рефрактометра Аббе або butyro-рефрактометра

- AOAC 921.08 "Index of Refraction of Oils and Fats" ("Показник заломлення олій та жирів")
- International Standard ISO 6320:200 "Animal and vegetable fats and oils - Determination of refractive index" ("Тваринні та рослинні жири і олії – визначення показника заломлення")
- ISO 280 "Essential oils - Determination of refractive index" ("Ефірні олії – визначення показника заломлення")
- Європейська Фармакопея: Essential oils (Aetherolea) (Ефірні олії) версія 8.0, ст. 743

Крім того, існують деякі міжнародні норми для певних жирів та олій:

- AOAC 920.78 Офіційний метод "Index of Refraction of Cacao Fat" ("Показник заломлення какао-жиру")
- AOAC 969,18 Офіційний метод "Refractive index of butter fat" ("Показник заломлення масла")
- AOAC Офіційний метод 920.141 "Refractive Index of Lemon and Orange Oils" ("Показник заломлення лимонної та апельсинової олії")

Ці три методи посилаються на загальні офіційні методи AOAC (AOAC Official Method 921.08.)

- Європейська Фармакопея: Різні ефірні олії (олія касії, лимону, лавандова олія...)

- США Фармакопея: Ефірні олії, такі як олія лимону, апельсину...
- США Фармакопея: какао-масло.

### 3 Вимірювання відповідно до міжнародних стандартів

Для визначення показника заломлення чи butyro-показника жирів та олій міжнародні норми вимагають наступне:

- Діапазон вимірювань  $n_D = (1.300; 1.700)$ , похибка вимірювань  $\pm 0.0001$  (відповідно до ISO 6320:2000)
- Точність вимірювання температури  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ( $\pm 0.2^\circ\text{C}$  відповідно до ISO 280).
- Повторюваність та відтворюваність  $\pm 5\%$  (відповідно до ISO 6320:2000/ та ISO 280).
- Різниця між двома вимірюваннями менша ніж 0.0002 (відповідно до AOAC 969.18)

#### 3.1 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.

#### 3.2 Вимірювання за допомогою рефрактометра Abbemat.

Сімейство рефрактометрів Abbemat є ідеальним для визначення показника заломлення жирів та олій. Усі прилади обладнані заздалегідь визначеною функцією конвертування показника заломлення до butyro-показника відповідно до AOAC 921.08. Температурна залежність вимірюється у належному діапазоні та з необхідною точністю – компанія Anton Paar може надати відповідь кожному користувачу, який захоче проводити вимірювання жирів та олій.



Рис. 1 Сімейство рефрактометрів Abbemat виробництва компанії Anton Paar є ідеальним для визначення показника заломлення жирів та олій.

## 4 Вимірювання жирів та олій

### 4.1 Температура зразків, при якій проводиться вимірювання

#### Відповідно до АОАС:

- 20°C чи 25°C для рослинних олій та олій лимону та апельсину.
- 40°C для таких жирів, як масло та какао-масло.
- 20°C для ефірних олій, крім тих, які знаходяться при такій температурі в твердому стані (для них - 25°C або 30 °C).

**ISO 6320:2000** точно визначає вимоги до рефрактометричного аналізу при різних температурах, як вказано нижче:

- 20°C для жирів та олій, які знаходяться повністю у рідкому стані при даній температурі
- 40°C для жирів та олій, які знаходяться повністю у рідкому стані при даній температурі, але при 20°C не є рідкими
- 50°C для жирів та олій, які знаходяться повністю у рідкому стані при даній температурі, але при 40°C не є рідкими
- 60°C для жирів та олій, які знаходяться повністю у рідкому стані при даній температурі, але при 50°C не є рідкими
- 80°C або вище для інших жирів та олій, наприклад, для повністю загартованих жирів та восків.

### 4.2 Підготовка зразків

#### Жири та олії

Показник заломлення повинен визначатися для сухих та відфільтрованих жирів та олій.

#### Масло

Відповідно до АОАС 969.18 та 920.118 масло плавиться та витримується 2-3 години при температурі 60°C або до повного відокремлення сиру від води. Супернатант фільтрується через сухий папір в воронці, яка підігривається гарячою водою, або у духовці при температурі 60°C поки він не стане абсолютно прозорим.

#### Ефірні олії

Підготовка ефірних олій відповідно до ISO 356 проводиться за допомогою фільтрації. При необхідності досліджувана речовина розріджується нагріванням до відповідної температури. Вода та нерозчинні речовини можна видалити шляхом додавання сухого сульфату магнію чи сульфату натрію.

#### A) Ефірні олії, які знаходяться у твердому, або частково твердому стані при кімнатній температурі

- Протягом проведення вимірювань, ефірні олії треба підтримувати при найнижчій температурі, при якій зразок ще залишається рідиною..
- Ефірні олії розріджують шляхом нагрівання в духовці до 10 хвилин при температурі, яка на 10°C є вищою, ніж очікувана температура замерзання. Не вкладайте зразок у духовку на довший час, ніж це є необхідним.
- Утримуйте повітря в контейнері, послаблюючи пробку, але не виймаючи її. Потім залийте скраплену олію в суху конічну колбу, яка має таку ж температуру, що й олія. Будьте обережні, зразок повинен заповнювати не більше двох третин усього об'єму! Потім висушіть зразок.

#### Процес висушування ефірних олій

- Додайте в колбу до ефірної олії, яка є мутною, у зв'язку із наявністю води або частинок, 15% (від маси цієї ефірної олії) руйнівного агента (сульфату магнію чи сульфату натрію).
- Перед фільтруванням зразка періодично перемішуйте його впродовж (щонайменше) двох годин.
- Додайте 5% сульфату магнію або сульфату натрію та знову очікуйте дві години. Якщо процес дегідратації закінчиться, руйнівний агент все ще знаходитиметься у порошкоподібному вигляді, а олія стане чистою та прозорою.

### • 4.3 Методика проведення вимірювань

Вимірювальна призма повинна зберігатися чистою. Прилад налаштовується згідно зі стандартом, впровадженим компанією Anton Paar. Чистота призми має бути перевірена шляхом вимірювання показника заломлення дистильованої води, який становить 1.332986 при температурі 20°C та довжині хвилі падаючого променя 589.3 нм.

Відповідно до ваших потреб, виберіть шкалу: або "refractive index" (показник заломлення), або "Butyro Oil (АОАС 921.08, TC)" при 20°C чи "Butyro Fat (АОАС 921.08, TC)" при 40°C, яка дає змогу отримати значення butyro-показника безпосередньо. Це потребує коригування температури відповідно до АОАС. Виберіть необхідну температуру або виконайте коригування температури пізніше.

Додайте 2-3 краплі олії або жиру на призму, і вимірюйте показник заломлення/butyro-показник при довжині хвилі 589.3 нм та рекомендованій температурі.

Офіційний метод АОАС 969.18 "Refractive index of Butterfat" ("Показник заломлення масла") вимагає вносити поправки до спостережуваного показника заломлення, додаючи 0.000045 до кожного кислотного числа, якщо його значення  $\geq 2$ .

### 4.4 Температурна корекція

Температурна корекція показника заломлення чи butyро-показника є можливою, якщо різниця між температурою вимірювання та еталонною температурою становить менш ніж 3°C. Показник заломлення чи butyро-показник R можна розрахувати за формулою, наведеною нижче:

$$R = R + K T - T$$

Спеціальний множник K для показника заломлення згідно з ISO 6320:2000 становить:

- 0.000385 при еталонній температурі 20°C
- 0.000365 при еталонній температурі 40°C, 50°C і 60°C
- 0.00037 при 80°C і вище.

Згідно з АОАС 921.08 спеціальний множник K для butyро-показника становить:

- 0.55 для жирів (0.000365 для показника заломлення)
- 0.58 для олій (0.000385 для показника заломлення)

:

## 5 Література

- Carl Zeiss, Entwurf zu einer Chronik der Abteilung Mess
- Löwe, F. (1949), *Optische Messungen des Chemikers und des Mediziners*, 5th Edition, Verlag von Theodor Seinkopff Dresden und Leipzig.
- Sale of food act (Chapter 283, section 56 (part 1)), food regulations, Ava Agri-Food and Veterinary Authority of Singapore 1st October 1988]
- [www.humboldt.edu/scimus/RefracExhibit/SpecDesc/ZeissButter.htm](http://www.humboldt.edu/scimus/RefracExhibit/SpecDesc/ZeissButter.htm), retrieved 09.12.13
- [www.humboldt.edu/scimus/RefracExhibit/SpecCatDesc/CZ\\_Butter\\_AT21.jpg](http://www.humboldt.edu/scimus/RefracExhibit/SpecCatDesc/CZ_Butter_AT21.jpg)
- AOAC Official Method 921.08 Index of Refraction of Oils and Fats
- AOAC Official Method 920.141 Refractive Index of Lemon and Orange Oils
- AOAC Official Method 920.78 Index of Refraction of Cacao Fat
- AOAC Official Method 969.18 Refractive Index of Butter Fat
- AOAC Official Method 920.118 Butter Examination of Fat
- International Standard ISO 280:1998, Essential oils - Determination of refractive index
- International Standard ISO 356, Essential oils - Preparation of test samples
- International Standard ISO 6320:2000, Animal and vegetable oils - Determination of refractive Index, published 15.3.2006
- European Pharmacopoeia, 8<sup>th</sup> Edition, USB version, Council of Europe, France, 2013
- United States Pharmacopoeia 36 NF 31 Edition, USB, 2013

## Додаток А

Таблиця 2 Показник заломлення тваринних, рослинних та ефірних олій та риб'ячого жиру згідно Loewe, 1949, Ava, 1998

### Показник заломлення тваринних жирів, 40 °C

Яловичий кістковий жир	1.4584
Яловиче сало	1.4550-1.4590
Бджолиний віск	1.4544-1.4563
Кістковий жир	1.4593-1.4597
Кісткова олія	1.4614 - 1.4622
Жир гусячих нирок	1.4562
Коров'яче масло	1.4528-1.4555
Жир вівці	1.4550
Козяче масло	1.4500-1.4550
Гусячий жир	1.4593-1.4603
Жир коня	1.4600-1.4616
Смалець	1.4580-1.4606
Жир кролика	1.4586
Овечий масляний жир	1.4555

### Показник заломлення рослинних жирів, 40 °C

Какао (-масло)	1.4537-1.4578
Кокосове масло	1.4478-1.4497
Пальмоядрова олія	1.4495-1.4499
Пальмове масло з целюлози	1.4499
Кунжутна олія	1.4646-1.4665

### Показник заломлення рослинних жирів, 20 °C

Олія личинок	1.4710
Олія каноли	1.4740
Рицинова олія	1.4770-1.4780
Кукурудзяна олія)	1.473 – 1.475
Бавовняне масло	1.4740-1.4760
Масло рижика посівного	1.4760
Конопляне масло	1.4517
Лимонна олія	1.470-1.480 (25 °C)
Олія льону	1.4840-1.4870
Гречичне масло	1.4730-1.4740
Оливкова олія	1.4670-1.4710
Арахісова олія	1.4680-1.4720
Макова олія	1.4780
Сафлорова олія	1.474-1.477
Кунжутна олія	1.472-1.476
Соева олія	1.472-1.476
Соняшникова олія	1.4754
Солодке мигдальне масло	1.4713
Олія тунгового дерева	1.5200
Олія тунгового дерева (Японія)	1.5060
Горіхове масло	1.4809

### Показник заломлення риб'ячого жиру, 20 °C

Масло печінки тріски	1.4783
Дельфінова олія	1.4683
Сардинова олія	1.4729
Жир тюленя	1.4760
Китовий жир	1.4704

Table 3: Показник заломлення ефірних олій згідно з Loewe, 1949

## Показник заломлення ефірних олій, 20 °C

Абсентне масло	1.467-1.487
Олія духмяного перцю	1.525-1.534
Олія Американської скрученої м'яти	1.482-1.488
Анізолова олія	1.557-1.559
Олія базилікова	1.481-1.518
Олія бергамоту	1.464-1.468
Олія з березових бруньок	1.501-1.505
Кейпутова олія	1.466-1.471
Олія з насіння кмину	1.484-1.488
Кардамонова олія	1.461-1.467
Кедрова	1.500-1.510
Олія насіння селери	1.478-1.485
Олія кориці	1.600-1.608
Олія насіння кориці, Цейлон	1.531-1.540
Олія з кори дерева кориці, Цейлон	1.581-1.591
Цитронцельова олія, Цейлон,	1.480-1.486
Цитронцельова олія, Ява	1.465-1.475
Олія гвоздики	1.530-1.535
Кон'якова олія	1.430-1.436
Олія коріандра	1.463-1.476
Олія кмину	1.494-1.508
Кипарисова олія	1.471-1.481
Кріпчаста олія	1.484-1.488
Олія елемі	1.479-1.489
Евкалиптова олія	1.460-1.469
Евгенол	1.541-1.542
Фенхельна олія	1.528-1.538
Імбирна трав'яна олія	1.478-1.493
Імбирне масло	1.490-1.493
Японська валеріанова олія	1.481-1.487
Олія з ягід ялівця	1.472-1.483
Калмусова олія	1.502-1.508
Каннгова олія	1.495-1.503
Олія касії	1.602-1.606
Олія кубибена	1.493-1.496
Лавандова олія	1.460-1.464
Олія лимонної трави	1.483-1.488
Лимонна олія	1.474-1.476
Лаймова олія	1.482-1.486
Масло лінало	1.460-1.477
Олія з кореня любистку	1.528-1.553
Мандаринова олія	1.475-1.478
Майоранова олія	1.473-1.476
Мастикова олія	1.468-1.476
Олія гірської сосни	1.475-1.480
Олія гірчиці	1.526-1.528
Миртілова олія	1.464-1.470
Мускатна олія	1.478-1.488
Олія з цвіту апельсинового дерева	1.468-1.474
Палмарозова олія	1.472-1.476
Олія перцева	1.481-1.499
Олія м'яти	1.459-1.463

Петигранова олія	1.512-1.523
Чисте та гірке апельсинове масло	1.473-1.475
Лаврова олія	1.465-1.477
Олія троянди	1.452-1.464
(25 °C)	
Розмаринова олія	1.466-1.473
Олія шалфея	1.458-1.468
Сандалове масло	1.504-1.513
Олія ялівця козацького	1.473-1.479
Олія з шишок ялиці білої	1.472-1.475
Олія з хвої ялиці білої	1.473-1.476
Анісова олія	1.553-1.556
Олія солодкого мигдалю	1.542-1.546
Олія пижми звичайної	1.457-1.461
Тархунова олія	1.502-1.514
Терпентинова олія	1.469-1.474
Олія ветиверу	1.515-1.530
Олія грушанки	1.535-1.537
Олія ісопу	1.473-1.486

### 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**  
**(Refractive Index of Fats, Oils and Essential Oils** 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)