



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЖИРИ ТА ОЛІЇ ТВАРИННІ І РОСЛИННІ

Аналізування методом газової хроматографії
метилових ефірів жирних кислот

(ISO 5508:1990, IDT)

ДСТУ ISO 5508–2001

Відповідає офіційному тексту

З питань придбання
офіційного видання звертайтеся до
національного органу стандартизації
(ДП «УкрНДНЦ» <http://uas.org.ua>)

ПЕРЕДМОВА

- 1 ВНЕСЕНО Технологічним інститутом молока та м'яса УААН спільно з Технічним комітетом зі стандартизації «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки» (ТК 140)
- 2 НАДАНО ЧИННОСТІ наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. № 657 з 2003–01–01
- 3 Стандарт відповідає ISO 5508:1990 Animal and vegetable fats and oils. Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids (Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот)
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
- 4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ
- 5 ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: Г. Єресько, д-р техн. наук; М. Яцюта, канд. техн. наук; М. Міщенко; О. Козаченко; С. Вербицький

Право власності на цей документ належить державі.

Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати цей документ повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики заборонено.

Стосовно врегулювання прав власності звертатись до Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики

Державний комітет України з питань
технічного регулювання та споживчої політики, 2002

ЗМІСТ

	с.
Національний вступ	IV
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Реактиви	1
4 Апаратура	2
5 Проведення випробування	3
6 Оброблення результатів	6
7 Спеціальний випадок	8
8 Протокол випробувань	8

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичний переклад ISO 5508:1990 Animal and vegetable fats and oils. Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids (Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 140 «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки». Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- до розділу 2 «Нормативні посилання» вміщено «Національне пояснення» щодо перекладу назви стандарту;
- структурні елементи: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ» — оформлено згідно з ДСТУ 1.5–93, ДСТУ 1.7–2001;
- одиницю фізичної величини об'єму «мл» замінено на «см³» (система SI).

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЖИРИ ТА ОЛІЇ ТВАРИННІ І РОСЛИННІ

Аналізування методом газової хроматографії
метилових ефірів жирних кислот

ЖИРЫ И МАСЛА ЖИВОТНЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ

Анализ методом газовой хроматографии
метиловых эфиров жирных кислот

ANIMAL AND VEGETABLE FATS AND OILS

Analysis by gas chromatography
of methyl esters of fatty acids

Чинний від 2003–01–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт дає загальні настанови щодо застосовування газової хроматографії з використанням насадної або капілярної колонки для визначання якісного і кількісного складу суміші жирних кислот метилових ефірів, яку отримують відповідно до методу встановленого в ISO 5509.

Метод не застосовують щодо полімеризованих жирних кислот.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

ISO 5509:1978, Animal and vegetable fats and oils — Preparation of methyl esters of fatty acids.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 5509:1978 Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот.

3 РЕАКТИВИ

3.1 Газ-носії

Інертний газ (азот, гелій, аргон, водень тощо) ретельно висушений та із вмістом кисню менше ніж 10 мг/кг.

Примітка 1. Водень, використовуваний як газ-носії, тільки з капілярною колонкою, може подвоїти швидкість аналізування, але є небезпечний. Необхідно забезпечити безпечність.

3.2 Допоміжний газ

3.2.1 Водень (чистотою $\geq 99,9\%$), без органічних забруднень.

3.2.2 Повітря або кисень без органічних забруднень.

3.3 Стандартна суміш

Суміш метилових ефірів чистих жирних кислот або суміш метилових ефірів жиру відомого складу, бажано близького до досліджуваної жирної речовини.

Не можна допускати окиснювання поліненасичених жирних кислот.

4 АПАРАТУРА

Інструкції щодо звичайного устаткування, яке використовують для газової хроматографії з насадною та/або капілярною колонками і полуменево-іонізаційним детектором. Допускають застосовувати будь-яку апаратуру, що дає таку саму ефективність і роздільну здатність, як наведено у 5.1.2.

4.1 Хроматограф газовий

Хроматограф газовий містить такі елементи.

4.1.1 Інжекторна система

Використовують одну з таких інжекторних систем:

а) з насадними колонками, що мають найменший мертвий об'єм (у цьому випадку інжекторна система повинна мати можливість нагрівання до температури колонки), або

б) з капілярними колонками — у цьому випадку інжекторну систему треба спеціально спроектувати для використання з такими колонками. Вона може бути роздільного типу або типу безпосереднього введення у колонку.

Примітка 2. За відсутності жирних кислот, що містять менше 16 атомів вуглецю, можна використовувати інжектор з рухомою голкою.

4.1.2 Термостат

Термостат повинен забезпечувати нагрівання колонки до температури не меншої 260 °С і підтримувати необхідну температуру з точністю ± 1 °С — у випадку насадної колонки, і $\pm 0,1$ °С — у випадку капілярної. Остання вимога є особливо важлива під час використання трубки з плавленого кварцу.

Використовувати температурно-програмувальне нагрівання рекомендовано для усіх класів і особливо для жирних кислот, що містять менше 16 атомів вуглецю.

4.1.3 Насадна колонка

4.1.3.1 Колонка, зроблена з матеріалу, інертного до досліджуваної речовини (наприклад, скло або нержавіюча сталь), з такими розмірами:

а) довжина: від 1 до 3 м. Відносно короткі колонки можна використовувати для жирних кислот з довгими ланцюгами (понад C_{20}). Коли досліджують кислоти з 4 – 6 атомами вуглецю, рекомендовано використовувати колонку довжиною 2 м;

б) внутрішній діаметр: від 2 до 4 мм.

Примітка 3. Якщо наявні поліненасичені складові з більш ніж трьома подвійними зв'язками, вони можуть розщеплюватися у колонці з нержавіючої сталі.

Примітка 4. Можна використовувати систему з пари насадних колонок.

4.1.3.2 Насадка, що містить такі елементи:

а) носій: діатомитова земля, промита кислотою і силанізована, або інший придатний інертний носій з вузьким діапазоном величини частинок (діапазон у 25 мкм у межах від 150 до 200 мкм), середня величина частинок залежить від внутрішнього діаметра і довжини колонки;

б) нерухома фаза: полярна рідина поліефірного типу (наприклад, поліетиленглікольсукцинат, полібутандіолсукцинат, поліетиленглікольдіпінат тощо), ціаносилікони або будь-яка інша рідина, що забезпечує необхідне хроматографічне розділення (див. розділ 5). Нерухома фаза повинна становити від 5 % до 20 % маси насадки. Неполярна нерухома фаза може бути використана для певних розділень.

4.1.3.3 Кондиціонування колонки

З колонкою, яка від'єднана (якщо це можливо) від детектора, поступово нагрівають термостат до 185 °С і пропускають струмінь інертного газу через свіжоприготовану колонку зі швидкістю від 20 до 60 см³/хв протягом не менше ніж 16 год за цієї температури і ще 2 год за температури 195 °С.

4.1.4 Капілярна колонка

4.1.4.1 Трубка, виготовлена з матеріалу інертного до досліджуваної речовини (зазвичай скло або плавлений кварц). Внутрішній діаметр повинен бути від 0,2 до 0,8 мм. Внутрішню поверхню перед нанесенням покриття нерухомою фазою обробляють для інактивації. Довжина 25 м — достатня для більшості випадків.

4.1.4.2 Нерухома фаза, як правило типу полігліколю [полі(етиленгліколь)20000], поліефіру (полібутандіолсукцинат) або полярні полісилоксани (ціаносилікони). Придатними є поперечно з'єднані колонки.

Примітка 5. Імовірно, що полярні полісилоксани можуть ускладнити ідентифікацію і розділення піноленової кислоти і C_{20} кислот.

Покриття повинне бути тонке, а саме 0,1 – 0,2 мкм.

4.1.4.3 Складання і кондиціювання колонки

Треба дотримуватися звичної обережності під час складання капілярних колонок, а саме: розташування колонки у термостаті (опора), вибирання і складання з'єднань (герметичність), розташування кінців колонки в інжекторі і детекторі (скорочення мертвого простору до мінімуму). Через колонку пропускають потік газу-носія [наприклад, 0,3 бар (30 кПа) для колонки довжиною 25 м і внутрішнім діаметром 0,3 мм].

Колонку кондиціюють, запрограмувавши термостат на швидкість 3 °С/хв, починаючи з навколишньої температури до температури на 10 °С нижчої температурної межі розщеплення нерухомої фази. Витримують термостат за цієї температури протягом 1 год до стабілізації основної лінії. Температуру доводять до 180 °С для роботи за ізотермічних умов.

Примітка 6. У промисловості випускають попередньо кондиційовані колонки.

4.1.5 Детектор, бажано, щоб його можна було нагрівати до температури, яка вища за температуру колонки.

4.2 Шприц

Шприц повинен бути з максимальною місткістю 10 см³ і поградуїтованим, з ціною поділки 0,1 см³.

4.3 Записувальний пристрій

Якщо за записаною кривою розраховують склад досліджуваної суміші, треба використовувати електронний записувальний пристрій з високою точністю і з придатною апаратурою. Записувальний пристрій повинен мати такі характеристики:

- а) рівень реакції — нижчий 1,5 с, бажано — 1 с (рівень реакції — це час, за який перо записувального пристрою проходить шлях від 0 % до 90 % після раптового надходження 100 % сигналу);
- б) ширина паперу, мінімум — 20 см;
- в) швидкість руху паперу — від 0,4 до 2,5 см/хв.

4.4 Інтегратор або рахувальний пристрій (необов'язково)

Електронний інтегратор або рахувальний пристрій може провести швидко і точно обчислювання. Він видає лінійну характеристику з відповідною чутливістю і з коригуванням відхилів основної лінії.

5 ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБОВУВАННЯ

Дії, описані у 5.1 – 5.3, проводять використовуючи іонізаційний детектор. Як альтернатива, можна провести газову хроматографію використовуючи катарометричний детектор (що працює за принципом змінення теплопровідності). У цьому випадку оперативні умови змінюють, як описано у розділі 7.

5.1 Умови випробовування

5.1.1 Добирання оптимальних оперативних умов

5.1.1.1 Колонка насадна

Під час добирання умов випробовування треба брати до уваги такі чинники:

- а) довжину і діаметр колонки;
- б) речовину і кількість нерухомої фази;
- в) температуру колонки;
- г) потік газу-носія;
- д) необхідну роздільну здатність;
- е) величину дослідної проби, обрану таким чином, щоб детектор і електрометр давали разом лінійну характеристику;
- ж) тривалість аналізування.

Загалом, величини, зазначені у таблицях 1 і 2, приведуть до бажаного результату, а саме: не менше ніж 2000 теоретичних тарілок на метр довжини колонки для метилстеарату і його вимивання протягом приблизно 15 хв.

Якщо дозволяє апаратура, то інжектор повинен мати температуру близько 200 °С, а детектор — температуру, що дорівнює або є вища за температуру колонки.

Як правило, відношення швидкості потоку водню, подається до полуменево-іонізаційного детектора, змінюється щодо швидкості потоку газу-носія у рамках від 1:2 до 1:1, залежно від діаметра колонки. Потік кисню у 5 – 10 разів швидший за потік водню.

Таблиця 1

Внутрішній діаметр колонки, мм	Потік газу-носія, см ³ /хв
2	15 – 25
3	20 – 40
4	40 – 60

Таблиця 2

Концентрація нерухомої фази, % (за масою)	Температура колонки, °С
5	175
10	180
15	185
20	185

5.1.1.2 Колонка капілярна

Ефективність і прохідність колонки капілярної полягає у тому, що розділення компонентів і тривалість досліджування залежать від швидкості потоку газу-носія у колонці. Отже, важливо так оптимізувати оперативні умови впливом на цей параметр (простіше — тиск у колонці), щоб, за бажанням, або поліпшувати розділення, або прискорювати досліджування.

5.1.2 Визначання числа теоретичних тарілок (ефективність) і роздільної здатності (див. рисунок 1).

Аналізують суміші метилстеарату і метилолеату, приблизно в однакових пропорціях (наприклад, метилові ефіри з какао-масла).

Температуру колонки і потік газу-носія, вибирають такими, щоб максимум піка метилстеарату був зареєстрований приблизно через 15 хв після піка розчинника. Використовують таку кількість суміші метилових ефірів, щоб пік метилстеарату займав близько три чверті усієї шкали.

Кількість теоретичних тарілок n (ефективність), обчислюють за формулою:

$$n = 16 \left(\frac{d_{r(1)}}{\omega_{(1)}} \right)^2$$

і роздільну здатність, R , за формулою:

$$R = \frac{2\Delta}{\omega_{(1)} + \omega_{(2)}},$$

де $d_{r(1)}$ — відстань утримування від початку хроматограми до максимуму піка метилстеарату, мм;

$\omega_{(1)}$ і $\omega_{(2)}$ — ширини піків метилстеарату і метилолеату, відповідно, виміряних між точками переміщення дотичних у точках вигину кривої з основною лінією, мм;

Δ — відстань між максимумами піків метилстеарату і метилолеату.

Необхідно вибрати такі оперативні умови, що забезпечать не менше ніж 2000 теоретичних тарілок на метр довжини колонки для метилстеарату і роздільну здатність — не менше 1,25.

5.2 Дослідна проба

Використовуючи шприц (4.2), відбирають від 0,1 до 0,2 мм³ розчину метилових ефірів, приготованих згідно з ISO 5509, і вводять у колонку.

У випадку, якщо ефіри містяться не у розчині, готують розчин з концентрацією приблизно 100 мг/см³ у гептані хроматографічної якості і вводять у колонку від 0,1 до 1 мм³ цього розчину.

У разі визначання компонентів, що наявні у малих кількостях, величина дослідної проби може бути збільшена (аж до десятикратного розміру).

5.3 Вимірювання (аналізування)

Як правило, оперативні умови вибирають такі, як описано у 5.1.1.

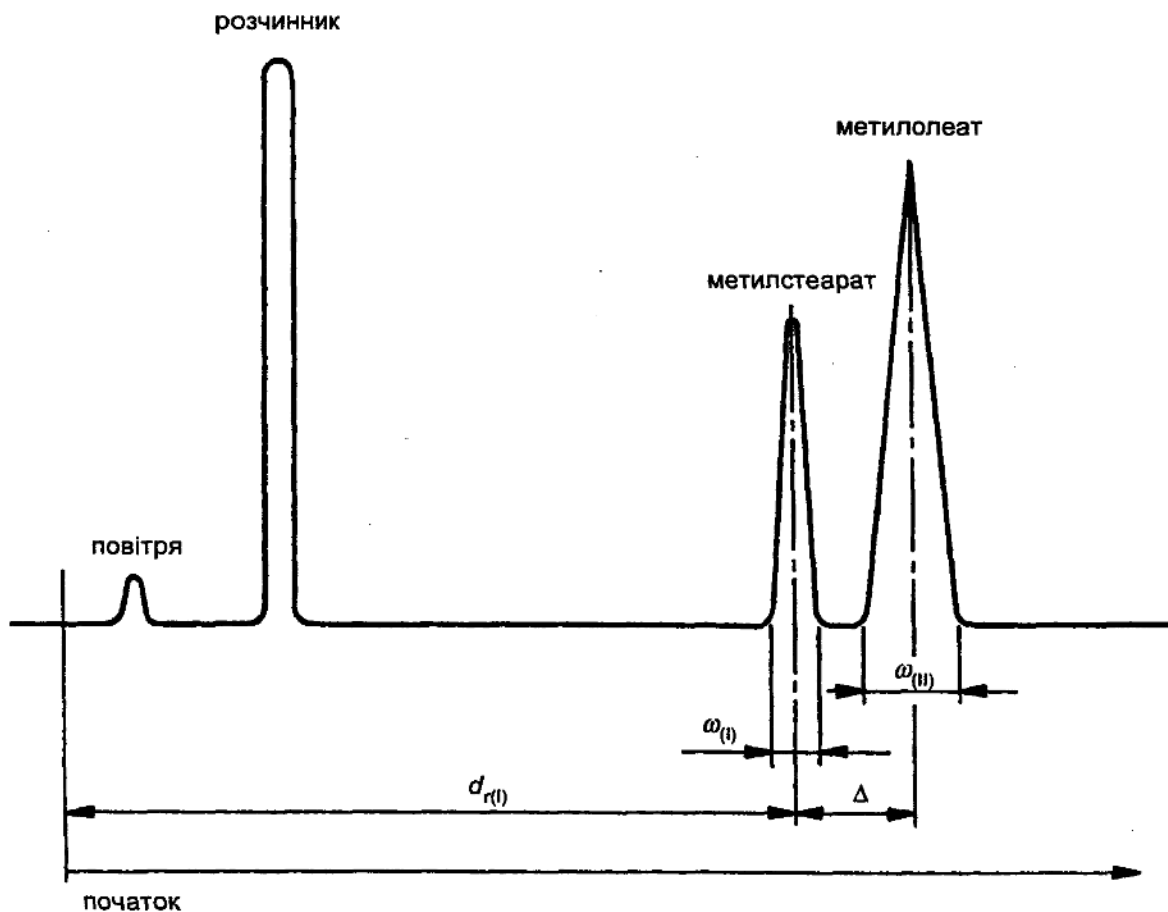


Рисунок 1 — Хроматограма для визначення числа теоретичних тарілок (ефективність) і роздільної здатності

Однак, можна працювати з нижчою температурою колонки, коли треба визначати жирні кислоти з менше ніж 12 атомами вуглецю, або вищою температурою — під час визначання жирних кислот з понад 20 атомами вуглецю. Іноді, в обох цих випадках можна використовувати температурне програмування. Наприклад, якщо зразок містить метилові ефіри жирних кислот з менше ніж 12 атомами вуглецю, то його вводять за температури 100 °С (або за 50 – 60 °С у випадку наявності масляної кислоти), піднімаючи її відразу ж зі швидкістю 4 – 8 °С/хв до оптимальної. У певних випадках обидві процедури можуть бути об'єднані.

Після запрограмованого нагрівання продовжують виділяння за постійної температури, поки усі компоненти не будуть виділені. Якщо прилад не має функції запрограмованого нагрівання, його використовують за двох фіксованих температур від 100 до 195 °С.

У разі потреби, рекомендовано проводити аналізування за двох фіксованих фаз із розміченими полярностями, щоб переконатися у відсутності схованих піків, наприклад для риб'ячих жирів або у випадку одночасної присутності кон'югатів $C_{18:3}$ і $C_{20:0}$ або $C_{18:3}$ і $C_{18:2}$.

5.4 Одержання еталонної хроматограми і еталонних графіків.

Аналізують стандартну суміш (3.3), використовуючи ті самі оперативні умови, що і під час аналізування проби, і вимірюють час утримування або відстань утримування для компонентів сумішей жирних кислот. Для будь-якого ступеню ненасиченості на напівлогарифмічному папері будують графіки залежності логарифма часу або відстані утримування від числа атомів вуглецю. За ізотермічних умов графіки для кислот з нормальними (прямими) ланцюгами і з однаковим ступенем ненасиченості повинні бути прямими лініями. Ці лінії повинні бути приблизно паралельні.

Важливо уникнути умов, за яких існують «сховані піки», тобто умов, за яких роздільна здатність недостатня, щоб розділити два компоненти.

6 ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

6.1 Якісне аналізування

З графіка, отриманого у 5.4, визначають піки метилових ефірів проби (у разі потреби, за допомогою інтерполяції).

6.2 Кількісне аналізування

6.2.1 Визначання складу

Крім виняткових випадків, використовують метод внутрішньої нормалізації, тобто припускають, що усі компоненти проби представлені на хроматограмі так, що загальна площа під піками становить 100 % компонентів (повне виділення).

Якщо прилад оснащений інтегратором, використовують отримані ним дані. Якщо ні, то визначають площу під кожним піком, як добуток висоти піка на його ширину, і, у разі потреби, враховують різні перемикання під час записування.

6.2.2 Метод розраховування

6.2.2.1 Загальний випадок

Підраховують вміст даного i -го компонента, виражений як відсоткове відношення до маси метилових ефірів, методом визначання відсоткового відношення площі відповідного піка до суми площ усіх типів за такою формулою:

$$\frac{A_i}{\sum A} \cdot 100,$$

де A_i — площа під піком, що відповідає i -му компоненту,
 $\sum A$ — сума площ під усіма піками.

Результат виражають з точністю до 0,1 % (до першого десяткового знака).

Примітка. У цьому загальному випадку результат обчислення, заснованого на пропорційності площ, виражає відсоткове відношення за масою. Щодо випадків, у яких це припущення незастосовне, див. 6.2.2.2.

6.2.2.2 Облік коригувальних поправок

У певних випадках, наприклад, у випадку наявності жирних кислот з кількістю атомів вуглецю менше 8 або кислот із вторинними групами, використовуючи катарометричні детектори, або коли особливо потрібен найвищий ступінь точності, треба використовувати коригувальні поправки, щоб перетворювати відсоткове відношення площ піків у відсоткове відношення мас компонентів.

Коригувальні поправки визначають за допомогою хроматограми, яка отримана у результаті аналізування еталонної суміші метилових ефірів відомого складу, проведеного в умовах, ідентичних умовам під час використання проби.

Для цієї еталонної суміші відсоткове відношення маси i -го компонента обчислюють за формулою:

$$\frac{m_i}{\sum m} \cdot 100,$$

де m_i — маса i -го компонента в еталонній суміші;
 $\sum m$ — загальна маса всіх компонентів еталонної суміші.

З хроматограми еталонної суміші (5.4) обчислюють відсоткове відношення площ для i -го компонента за формулою:

$$\frac{A_i}{\sum A} \cdot 100,$$

де A_i — площа під піком, що відповідає i -му компоненту,
 $\sum A$ — сума площ під усіма піками.

Після цього коригувальну поправку обчислюють за формулою:

$$K_i = \frac{m_i \cdot \sum A}{A_i \cdot \sum m}.$$

Звичайно коригувальні поправки виражають відносно $K_{C_{16}}$, так що відносні поправки будуть:

$$K'_i = \frac{K_i}{K_{C_{16}}}.$$

Вміст кожного i -го компонента у пробі, виражений у відсотковому відношенні до маси метилових ефірів, визначають за формулою:

$$\frac{K'_i \cdot A_i}{\sum (K'_i \cdot A_i)} \cdot 100.$$

Обчислювання проводять до першого десяткового знака.

6.2.2.3 Використовування внутрішнього стандарту.

У певних аналізуваннях (наприклад, коли не всі жирні кислоти можуть бути підраховані: якщо разом із кислотами з 16 – 18 атомами вуглецю наявні кислоти з 4 – 6 атомами вуглецю; або коли необхідно визначити абсолютну кількість жирних кислот у пробі) треба використовувати внутрішній стандарт. Часто використовують жирні кислоти з 5, 15 або 17 атомами вуглецю. Для внутрішнього стандарту, якщо треба, визначають коригувальні поправки.

Відсоткове відношення маси i -го компонента до маси метилових ефірів визначають за формулою:

$$\frac{m_s \cdot K'_i \cdot A_i}{m \cdot K'_s \cdot A_s} \cdot 100,$$

де A_i — площа під піком, що відповідає i -му компоненту,
 A_s — площа під піком, що відповідає внутрішньому стандарту;
 K'_i — коригувальна поправка для i -го компонента (відносно $K_{C_{16}}$);
 K'_s — коригувальна поправка для внутрішнього стандарту (відносно $K_{C_{16}}$);
 m — маса дослідної проби, мг;
 m_s — маса внутрішнього стандарту, мг.

Обчислювання проводять з точністю до першого десяткового знака.

6.2.3 Точність

Представлені нижче значення збіжності і відтворності передбачають приготування метилових ефірів, згідно з ISO 5509, а також аналізування методом газової хроматографії, описані у цьому стандарті. Цифри були погоджені історично.

6.2.3.1 Збіжність

Різниця між значеннями двох визначень, проведених послідовно (один за одним) оператором, використовуючи те саме обладнання, на одній дослідній пробі для компонента, із вмістом, понад 5 % (за масою) не буде перевищувати 3 % (відносно) визначеного значення, з максимумом у 1 % (за масою). Для компонентів, наявних у менших кількостях, різниця не буде перевищувати 0,2 % (за масою).

6.2.3.2 Відтворність

Різниця між значеннями остаточних результатів, отриманих двома різними лабораторіями, що використовують цей метод для аналізування тієї самої лабораторної проби для компонента із вмістом понад 5 % (за масою), не буде перевищувати 10 % (відносно) визначеного значення з максимумом 3 % (за масою). Для компонентів, наявних у менших кількостях, різниця не буде перевищувати 0,5 % (за масою).

7 СПЕЦІАЛЬНИЙ ВИПАДОК

Використовування катарометричного детектора (що працює за принципом вимірювання теплопровідності)

Метод газової хроматографії з використанням детектора, що працює за принципом вимірювання теплопровідності (катарометр), так само можна застосовувати до визначання якісного і кількісного складу суміші жирних кислот метилових ефірів. У випадку його застосовування, умови, описані у розділах 4 і 5, повинні бути змінені, як зазначено у таблиці 3.

Під час кількісного аналізування використовують коригувальні поправки, зазначені у 6.2.2.2.

Таблиця 3

Змінні	Значення / умова
Колонка	Довжина від 2 до 4 м Внутрішній діаметр 4 мм
Насадка	Розмір зерен — від 160 до 200 мкм
Концентрація нерухомої фази	Від 15 % до 25 % (за масою)
Газ-носіє	Гелій або (гірше) водень з найменшим можливим вмістом кисню
Допоміжний газ	Не потрібен
Температура інжектора	На 40 – 60 °С вище за температуру колонки
Температура колонки	180 – 200 °С
Потік газу-носія	Від 60 до 80 см ³ /хв
Розмір дослідної проби, що вводиться	Від 0,5 до 2 мм

8 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

У протоколі випробувань треба зазначати методи, використані для приготування метилових ефірів і газохроматографічного аналізування, а також отримані результати. Треба також подавати всі оперативні деталі, не зазначені у цьому стандарті, або такі, що їх розглядають як необов'язкові, як і деталі усіх обставин, що могли вплинути на результати випробування.

Протокол випробувань повинен містити всю інформацію, необхідну для повної ідентифікації проби.

67.200.10

Ключові слова: харчові продукти, жири, тваринні жири, рослинні жири, олії, тваринні олії, рослинні олії, метилові ефіри, газова хроматографія.
