IMPROVEMENT OF STATE AND INTERSTATE STANDARDS FOR QUALITY CONTROL AND SAFETY OF ALCOHOLIC PRODUCTS

Siarhei Charapitsa[1] , Lidsya Sobolenko[1,2], Anton Kavalenka [1], Daniil Yushkevitch[1,2], Svetlana Sytova [1]

[1] Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus,

E-mail: siarhei.charapitsa@gmail.com, lidia.sobolenko@gmail.com, anton@inp.bsu.by , yushkevitchdv@gmail.com, sytova@inp.bsy.by

[2] Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

Interstate and international standards for the determination of volatile components, including methyl alcohol, in alcoholic products

GB/T 11858-2009
GB/T 15038-2008
GB 5009.266-2016
GB/T 10781-2021

BIS IS 3752:2005(R2009)

Commission Regulation (EC) No. 2870/2000

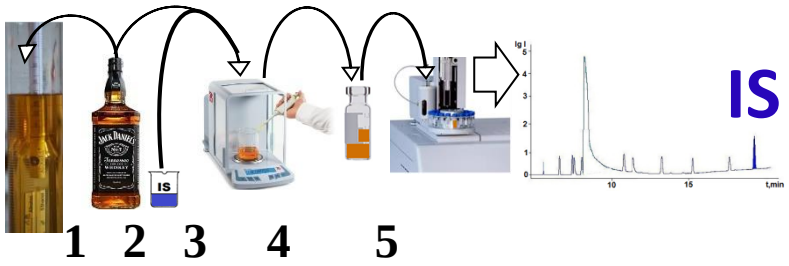
All listed national standards are harmonized with Regulation (EC) 2870/2000 and use the **traditional internal standard method**

AOAC Official Methods 972.10/11, 2005

Norma Mexicana NMX-V-005-NORMEX-2018

An idea... with long exposure

Today: **Traditional internal standard method.**
China, India, EU, USA, Mexico, etc.



In accordance with the traditional method of internal standard, the concentration of the *i*th component in terms of mg/kg is determined by the following formula:

$$C_i(\text{mg/kg}) = RRF_i^{IS} \cdot \frac{A_i}{A_{IS}} \cdot C_{IS}(\text{mg/kg})$$

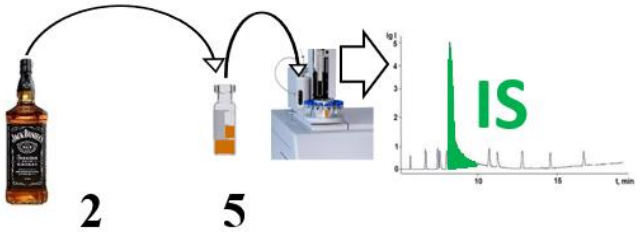
The values of the relative response coefficients of the detector to the investigated volatile component relative to the response to the selected internal standard are calculated using the following formula:

$$RRF_i^{IS} = \frac{C_i^{calibr}(\text{mg/kg})}{C_{IS}^{calibr}(\text{mg/kg})} \cdot \frac{A_{IS}^{calibr}}{A_i^{calibr}}$$

To calculate the concentration of the component, expressed in mg/L AA, it is necessary to measure the density of the sample and determine its strength (volume content of ethanol):

$$C_i(\text{mg/L } AA) = RRF_i^{IS} \cdot \frac{A_i}{A_{is}} \cdot C_{IS}(\text{mg/kg}) \cdot \frac{\rho_{sample}(\text{kg/L}) \cdot 100\ \%}{\text{"Strength" } (\%,\ ABV)}$$

Tomorrow: **Innovative approach**
China, India, EU, USA, Mexico, etc.



In accordance with the method "Ethanol as an internal standard", the concentration of the *i*th component in the dimension mg/L of anhydrous alcohol (AA) is determined by the following form

$$C_i(\text{mg/L } AA) = RRF_i^{Eth} \cdot \frac{A_i}{A_{Eth}} \cdot \rho_{Eth}(\text{mg/L})$$

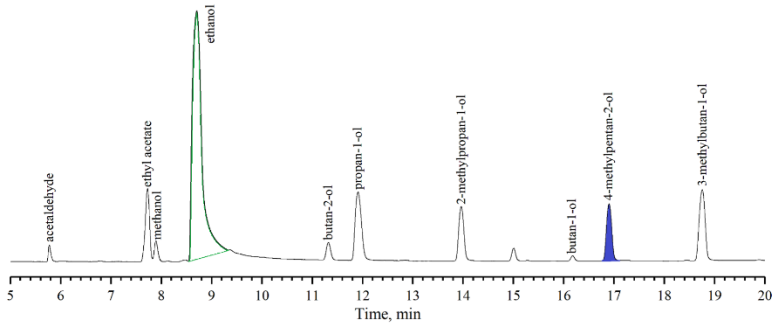
The values of the relative coefficients of the detector response to the investigated volatile component relative to the response to ethanol are calculated using the following formula:

$$RRF_i^{Eth} = \frac{C_i^{calibr}(\text{mg/L } AA)}{\rho_{Eth}(\text{mg/L})} \cdot \frac{A_{Eth}^{calibr}}{A_i^{calibr}}$$

1. There is no need to add any internal standard to the sample.
2. Ethanol is always present in alcoholic products and its concentration in mg/L AA is always known with a 100% guarantee and is equal to the density of ethanol $\rho_{Eth} = 789270$ mg/L.

It is possible to make the method easier, cheaper, trust and robust

Today: **Method of Internal Standard. Traditional way**
China, India, EC, USA, Mexico et al.



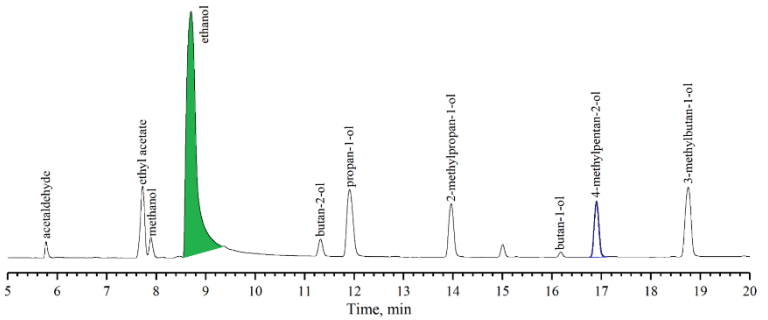
$$C_i(\text{mg/L } AA) = RRF_i^{IS} \cdot \frac{A_i}{A_{is}} \cdot C_{IS}(\text{mg/kg}) \cdot \frac{\rho_{sample}(\text{kg/L}) \cdot 100\ \%}{\text{"Strength" } (\%,\ ABV)}$$

Tomorrow: **Innovative approach**
China, India, EU, USA, Mexico, etc.

As an internal standard, ethanol is used directly in the test sample. So, there is no need for a manual procedure for the quantitative addition of the internal standard substance into the test sample.

The coefficients RRF_i^{Eth} are highly reproducible and for modern gas chromatographs they can be tabulated.

Refinement of values RRF_i^{Eth} can be performed no more than once a year.



$$C_i(\text{mg/L AA}) = RRF_i^{Eth} \cdot \frac{A_i}{A_{Eth}} \cdot 789300\ (\text{mg}/L)$$

Done

1. *Journal of AOAC International*, ***1999***, 82(6), 1375-1388, https://doi.org/10.1093/jaoac/82.6.1375
2. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **2013**, 61, 2950-2956. https://doi.org/10.1021/jf3044956
3. *Journal of Chemical Metrology*, **2018**, 12, 59-69. http://doi.org/10.25135/jcm.14.18.02.063
4. *Journal of AOAC International*, **2019**, 102(2), 669-672. https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0258
5. *42nd World Congress of Vine and Wine*, **2019**, 02030. https://doi.org/10.1051/bioconf/20191502030
6. *Journal of Mass Spectrometry*, **2019**, e4493. https://doi.org/10.1002/jms.4493
7. *Food Control*, **2021**, 107528. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107528
8. *Food Chemistry*, **2020**, 128107 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128107
9. *Food Analytical Methods*, **2021**, 14, 2088-2100. https://doi.org/10.1007/s12161-021-02047-8
10. *Journal of Chemical Metrology*, **2021**, 15(2), 113-123. http://doi.org/10.25135/jcm.66.2111.2259
11. *Journal of Food Composition and Analysis*, **2022**, 104772. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104772
12. *Пиво и напитки*, **2019**, 4, 41-45. https://doi.org/10.24411/2072-9650-2019-10005
13. *Журнал Белорусского государственного университета. Химия*, **2020**, 1. 74-87. https://doi.org/10.33581/2520-257X-2020-1-74-87
14. *Бутлеровские сообщения*, **2020**, 64(12), 60-75. https://doi.org/10.37952/ROI-jbc-01/20-64-12-60
15. *Пиво и напитки*, **2021**, 3, 13-18. https://doi.org/10.52653/PIN.2021.3.3.005
16. *Контроль качества продукции*, **2021**, 11, 34-38. https://ria-stk.ru/mos/adetail.php?ID=204383
17. *Заводская лаборатория*, **2022**, 88(5), 13-21. https://doi.org/10.26896/1028-6861-2022-88-5-13-21
18. Способ определения в этанолсодержащей жидкости газохроматографическим методом концентрации летучих примесей / *Eurasian Patent № 036994*, 2021, https://www.eapo.org/ru/patents/reestr/patent.php?id=36994
19. Improved document COMMISSION REGULATION EC2870/2000 https://elab.bsu.by/download.php?id=308
20. Improved document OIV-MA-BS-14, https://elab.bsu.by/download.php?id=312
21. Improved document OIV-MA-AS312-03A https://elab.bsu.by/download.php?id=317
22. Improved document OIV-MA-AS315-27 https://elab.bsu.by/download.php?id=316
23. Improved document Indian Standard 3572-2005, https://elab.bsu.by/download.php?id=315
24. Improved document Norma Mexicana NMX-V-005-NORMEX-2013 https://elab.bsu.by/download.php?id=311
25. Improved document National standards of People's Republic of China GB/T 15038 https://elab.bsu.by/download.php?id=309
26. Improved document National standards of People's Republic of China GB/T 11858 https://elab.bsu.by/download.php?id=307
27. Improved document AOAC Official Method 972.10 (USA), https://elab.bsu.by/download.php?id=306
28. Improved document AOAC Official Method 972.11 (USA), https://elab.bsu.by/download.php?id=305
29. Improved document ГОСТ 30536-2013 https://elab.bsu.by/download.php?id=314
30. Improved document СТБ ГОСТ Р 51698-2001 https://elab.bsu.by/download.php?id=313
31. *Пищевая промышленность: наука и технологии*, **2022**, vol.15, 4(58) 88-99, https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-4(58)-88-99

Chinese GB/T 11858-2008 Improvements

The use of the proposed method ensures high reliability of the data obtained, significantly reduces time, labor, material and financial costs. Analysis of volatile compounds in spirit drinks has never been so easy. Here you can read modified text of official method, which allows to carry out analysis of alcoholic beverages using the developed method.

The places in the text document to be deleted are highlighted in yellow. Embedded parts of the test are highlighted in green.

GBT 11858-2008 Vodka

National Standards of People's Republic of China

GB/T 11858-2008

National Food Safety Standards

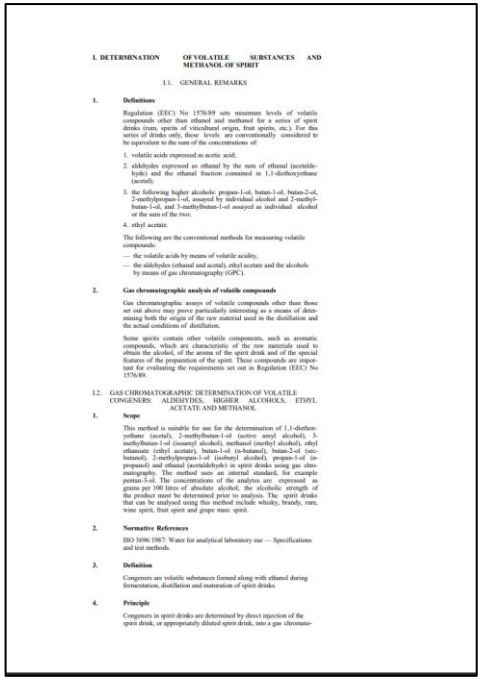
Vodka

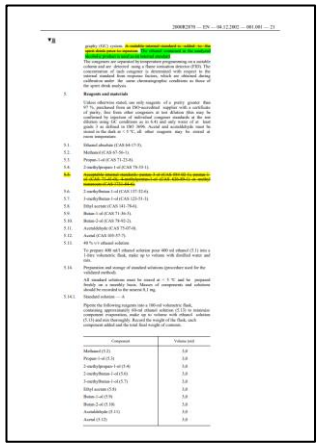
Issued on: 2008-10-19 Implemented on: 2009-06-01

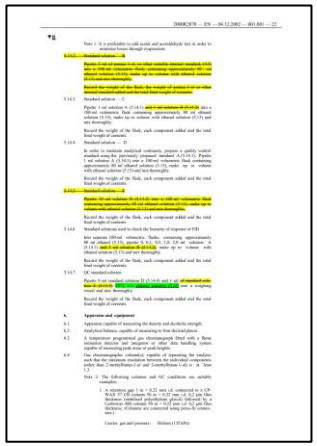
Issued by the General Administration of Supervision, Inspections and Quarantine of the People's Republic of China and National Standardization Management Committee

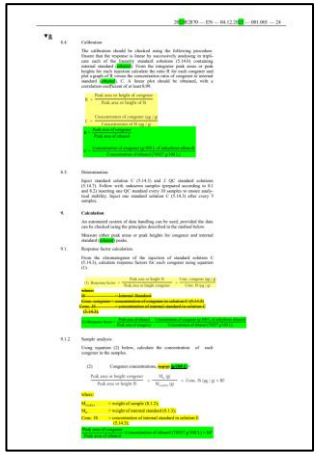
EC 2870/2000 Improvements

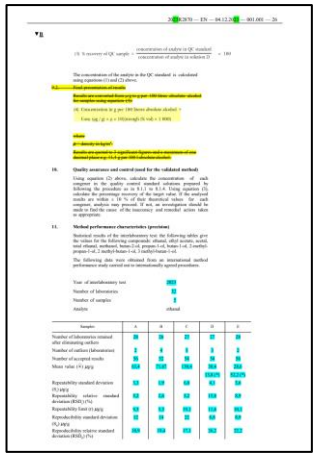
The use of the proposed method ensures high reliability of the data obtained, significantly reduces time, labor, material and financial costs. Analysis of volatile compounds in spirit drinks has never been so easy. Here you can read modified text of official method, which allows to carry out analysis of alcoholic beverages using the developed method.
The places in the text document to be deleted are highlighted in yellow. Embedded parts of the test are highlighted in green.





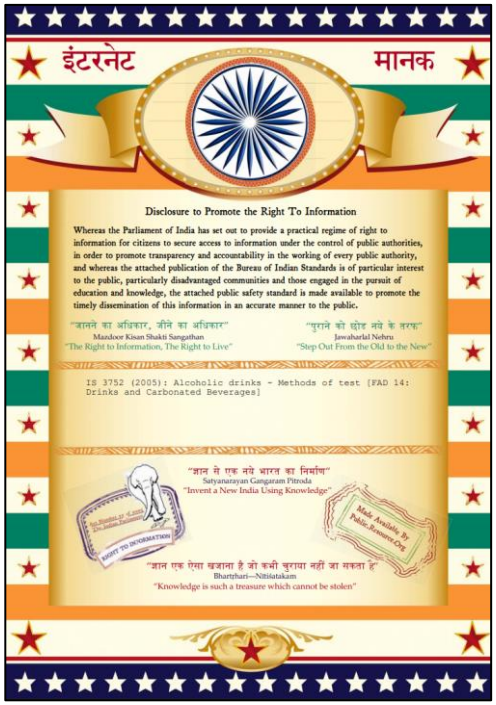


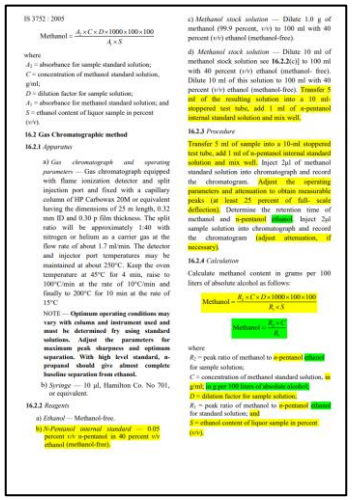


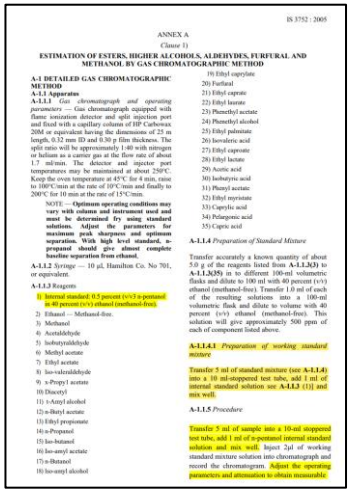


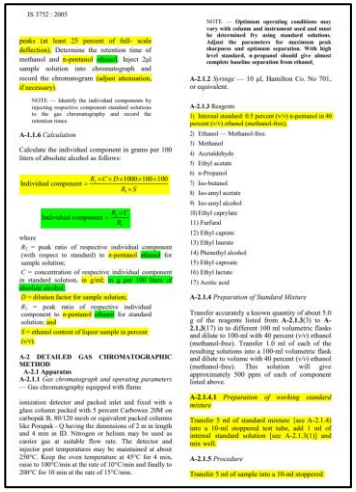
BIS IS 3752:2005(R2009) Improvements

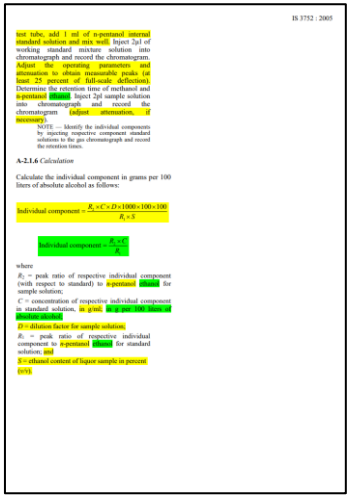
The use of the proposed method ensures high reliability of the data obtained, significantly reduces time, labor, material and financial costs. Analysis of volatile compounds in spirit drinks has never been so easy. Here you can read modified text of official method, which allows to carry out analysis of alcoholic beverages using the developed method.
The places in the text document to be deleted are highlighted in yellow. Embedded parts of the test are highlighted in green.





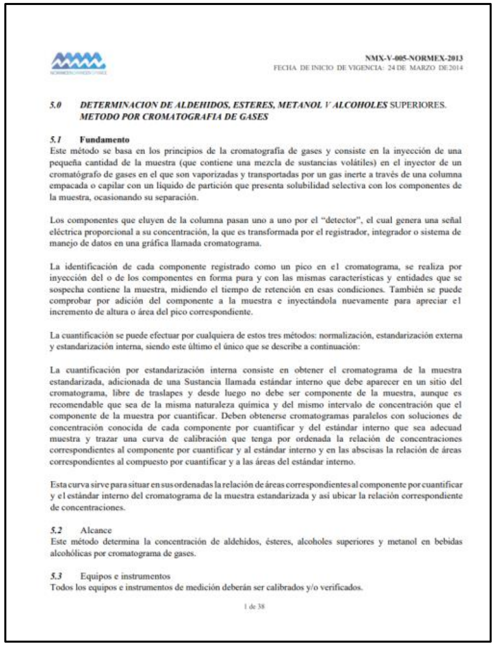






Norma Mexicana NMX-V-005-NORMEX-2018 Improvements

The use of the proposed method ensures high reliability of the data obtained, significantly reduces time, labor, material and financial costs. Analysis of volatile compounds in spirit drinks has never been so easy. Here you can read modified text of official method, which allows to carry out analysis of alcoholic beverages using the developed method.
The places in the text document to be deleted are highlighted in yellow. Embedded parts of the test are highlighted in green.



NMX-V-005-NORMEX-2013
FECHA DE INICIO DE VIGENCIA: 24 DE MARZO DE 2014

5.0 ***DETERMINACION DE ALDEHIDOS, ESTERES, METANOL Y ALCOHOLES*** SUPERIORES. ***METODO POR CROMATOGRAFIA DE GASES***

5.1 **Fundamento**
Este método se basa en los principios de la cromatografía de gases y consiste en la inyección de una pequeña cantidad de la muestra (que contiene una mezcla de sustancias volátiles) en el inyector de un cromatógrafo de gases en el que son vaporizadas y transportadas por un gas inerte a través de una columna empacada o capilar con un líquido de partición que presenta solubilidad selectiva con los componentes de la muestra, ocasionando su separación.

Los componentes que eluyen de la columna pasan uno a uno por el "detector", el cual genera una señal eléctrica proporcional a su concentración, la que es transformada por el registrador, integrador o sistema de manejo de datos en una gráfica llamada cromatograma.

La identificación de cada componente registrado como un pico en el cromatograma, se realiza por inyección del o de los componentes en forma pura y con las mismas características y entidades que se sospecha contiene la muestra, midiendo el tiempo de retención en esas condiciones. También se puede comprobar por adición del componente a la muestra e inyectándola nuevamente para apreciar el incremento de altura o área del pico correspondiente.

La cuantificación se puede efectuar por cualquiera de estos tres métodos: normalización, estandarización externa y estandarización interna, siendo este último el único que se describe a continuación:

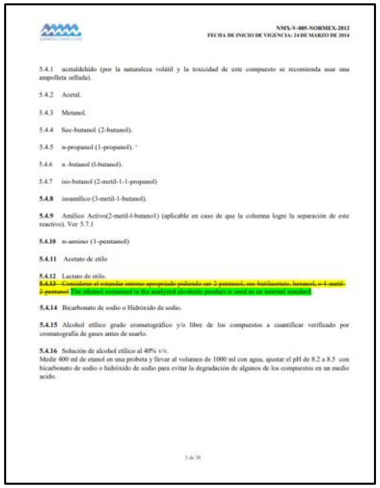
La cuantificación por estandarización interna consiste en obtener el cromatograma de la muestra estandarizada, adicionada de una Sustancia llamada estándar interno que debe aparecer en un sitio del cromatograma, libre de traslapes y desde luego no debe ser componente de la muestra, aunque es recomendable que sea de la misma naturaleza química y del mismo intervalo de concentración que el componente de la muestra por cuantificar. Deben obtenerse cromatogramas paralelos con soluciones de concentración conocida de cada componente por cuantificar y del estándar interno que sea adecuad muestra y trazar una curva de calibración que tenga por ordenada la relación de concentraciones correspondientes al componente por cuantificar y al estándar interno y en las abscisas la relación de áreas correspondientes al compuesto por cuantificar y a las áreas del estándar interno.

Esta curva sirve para situar en sus ordenadas la relación de áreas correspondientes al componente por cuantificar y el estándar interno del cromatograma de la muestra estandarizada y así ubicar la relación correspondiente de concentraciones.

5.2 Alcance
Este método determina la concentración de aldehidos, ésteres, alcoholes superiores y metanol en bebidas alcohólicas por cromatograma de gases.

5.3 Equipos e instrumentos
Todos los equipos e instrumentos de medición deberán ser calibrados y/o verificados.

1 de 38



NMX-V-005-NORMEX-2013
FECHA DE INICIO DE VIGENCIA: 24 DE MARZO DE 2014

5.4.1 acetaldehido (por la naturaleza volátil y la toxicidad de este compuesto se recomienda usar una ampolleta sellada).

5.4.2 Acetal.

5.4.3 Metanol.

5.4.4 Sec-butanol (2-butanol).

5.4.5 n-propanol (1-propanol).

5.4.6 n -butanol (1-butanol).

5.4.7 iso-butanol (2-metil-1-1-propanol)

5.4.8 isoamílico (3-metil-1-butanol).

5.4.9 Amílico Activo(2-metil-l-butanol) (aplicable en caso de que la columna logre la separación de este reactivo). Ver 5.7.1

5.4.10 n-amino (1-pentanol)

5.4.11 Acetato de etilo

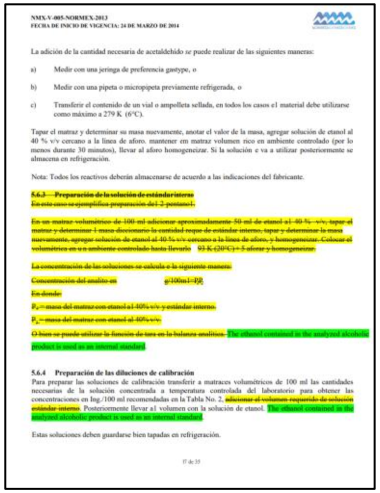
5.4.12 Lactato de etilo.
5.4.13 Considerar el estandar interno apropiado pidiendo ser 2-pentanol, sec-butilacetato, hexanol, o 4-metil-2-pentanol The ethanol contained in the analyzed alcoholic product is used as an internal standard.

5.4.14 Bicarbonato de sodio o Hidróxido de sodio.

5.4.15 Alcohol etílico grado cromatográfico y/o libre de los compuestos a cuantificar verificado por cromatografía de gases antes de usarlo.

5.4.16 Solución de alcohol etílico al 40% v/v.
Medir 400 ml de etanol en una probeta y llevar al volumen de 1000 ml con agua, ajustar el pH de 8.2 a 8.5 con bicarbonato de sodio o hidróxido de sodio para evitar la degradación de algunos de los compuestos en un medio acido.

3 de 38



NMX-V-005-NORMEX-2013
FECHA DE INICIO DE VIGENCIA: 24 DE MARZO DE 2014

La adición de la cantidad necesaria de acetaldehido se puede realizar de las siguientes maneras:

a) Medir con una jeringa de preferencia gastype, o

b) Medir con una pipeta o micropipeta previamente refrigerada, o

c) Transferir el contenido de un vial o ampolleta sellada, en todos los casos el material debe utilizarse como máximo a 279 K (6°C).

Tapar el matraz y determinar su masa nuevamente, anotar el valor de la masa, agregar solución de etanol al 40 % v/v cercano a la línea de aforo. mantener em matraz volumen rico en ambiente controlado (por lo menos durante 30 minutos), llevar al aforo homogeneizar. Si la solución e va a utilizar posteriormente se almacena en refrigeración.

Nota: Todos los reactivos deberán almacenarse de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

5.6.3 Preparación de la solución de estándar interno
En este caso se ejemplifica preparación del 2 pentanol.

En un matraz volumétrico de 100 ml adicionar aproximadamente 50 ml de etanol al 40 % v/v, tapar el matraz y determinar 1 masa diccionario la cantidad reque de estándar interno, tapar y determinar la masa nuevamente, agregar solución de etanol al 40 % v/v cercano a la línea de aforo, y homogeneizar. Colocar el volumétrica en un ambiente controlado hasta llevarlo 93 K (20°C) ± 5 aforar y homogeneizar.

La concentración de las soluciones se calcula e la siguiente manera:

Concentración del analito en g/100ml=P/P

En donde:

P_1 = masa del matraz con etanol al 40% v/v y estándar interno.

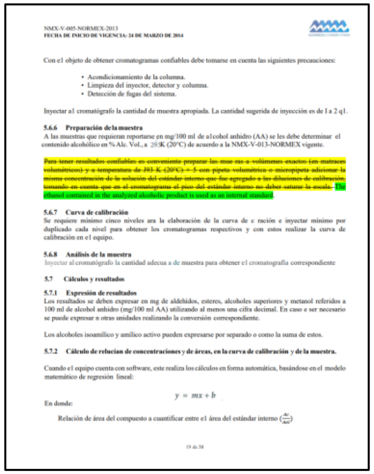
P_2 = masa del matraz con etanol al 40% v/v.

O bien se puede utilizar la función de tara en la balanza analítica. The ethanol contained in the analyzed alcoholic product is used as an internal standard.

5.6.4 Preparación de las diluciones de calibración
Para preparar las soluciones de calibración transferir a matraces volumétricos de 100 ml las cantidades necesarias de la solución concentrada a temperatura controlada del laboratorio para obtener las concentraciones en lng./100 ml recomendadas en la Tabla No. 2, adicionar el volumen requerido de solución estándar interno. Posteriormente llevar al volumen con la solución de etanol. The ethanol contained in the analyzed alcoholic product is used as an internal standard.

Estas soluciones deben guardarse bien tapadas en refrigeración.

17 de 35



NMX-V-005-NORMEX-2013
FECHA DE INICIO DE VIGENCIA: 24 DE MARZO DE 2014

Con el objeto de obtener cromatogramas confiables debe tomarse en cuenta las siguientes precauciones:

- Acondicionamiento de la columna.
- Limpieza del inyector, detector y columna.
- Detección de fugas del sistema.

Inyectar al cromatógrafo la cantidad de muestra apropiada. La cantidad sugerida de inyección es de 1 a 2 ql.

5.6.6 Preparación de la muestra
A las muestras que requieran reportarse en mg/100 ml de alcohol anhidro (AA) se les debe determinar el contenido alcohólico en % Alc. Vol., a 293K (20°C) de acuerdo a la NMX-V-013-NORMEX vigente.

Para tener resultados confiables es conveniente preparar las mue ras a volúmenes exactos (en matraces volumétricos) y a temperatura de 293 K (20°C) ± 5 con pipeta volumétrica o micropipeta adicionar la misma concentración de la solución del estándar interno que fue agregado a las diluciones de calibración, tomando en cuenta que en el cromatograma el pico del estándar interno no deber saturar la escala. The ethanol contained in the analyzed alcoholic product is used as an internal standard.

5.6.7 Curva de calibración
Se requiere mínimo cinco niveles ara la elaboración de la curva de c ración e inyectar mínimo por duplicado cada nivel para obtener los cromatogramas respectivos y con estos realizar la curva de calibración en el equipo.

5.6.8 Análisis de la muestra
Inyectar al cromatógrafo la cantidad adecua a de muestra para obtener el cromatografía correspondiente

5.7 Cálculos y resultados

5.7.1 Expresión de resultados
Los resultados se deben expresar en mg de aldehidos, esteres, alcoholes superiores y metanol referidos a 100 ml de alcohol anhidro (mg/100 ml AA) utilizando al menos una cifra decimal. En caso e ser necesario se puede expresar n otras unidades realizando la conversión correspondiente.

Los alcoholes isoamílico y amílico activo pueden expresarse por separado o como la suma de estos.

5.7.2 Cálculo de relucian de concentraciones y de áreas, en la curva de calibración y de la muestra.

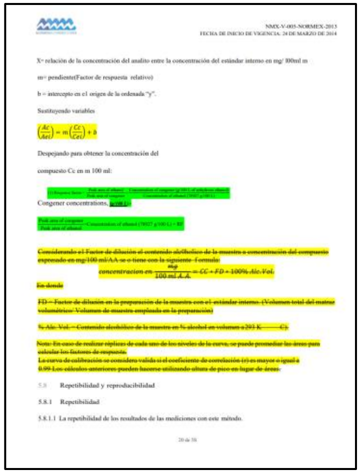
Cuando el equipo cuenta con software, este realiza los cálculos en forma automática, basándose en el modelo matemático de regresión lineal:

$$y = mx + b$$

En donde:

Relación de área del compuesto a cuantificar entre el área del estándar interno $\left(\frac{Ac}{Aei}\right)$

19 de 38



NMX-V-005-NORMEX-2013
FECHA DE INICIO DE VIGENCIA: 24 DE MARZO DE 2014

X= relación de la concentración del analito entre la concentración del estándar interno en mg/ 100ml m

m= pendiente(Factor de respuesta relativo)

b = intercepto en el origen de la ordenada "y".

Sustituyendo variables

$$\left(\frac{Ac}{Aei}\right) = m\left(\frac{Cc}{Cei}\right) + b$$

Despejando para obtener la concentración del

compuesto Cc en m 100 ml:

Congener concentrations, g/100 L =

$$\frac{\text{Peak area of congener}}{\text{Peak area of ethanol}} \times \text{Concentration of ethanol (78927 g/100 L)} \times RF$$

Considerando el Factor de dilución al contenido alcohólico de la muestra a concentración del compuesto expresado en mg/100 ml/AA se o tiene con la siguiente formula:

$$concentracion\ en\ \frac{mg}{100\ ml\ A.A.} = CC * FD * 100\%\ Alc.Vol.$$

En donde

FD = Factor de dilución en la preparación de la muestra con el estándar interno. (Volumen total del matraz volumétrico/ Volumen de muestra empleada en la preparación)

% Alc. Vol. = Contenido alcohólico de la muestra en % alcohol en volumen a 293 K C).

Nota: En caso de realizar réplicas de cada uno de los niveles de la curva, se puede promediar las áreas para calcular los factores de respuesta.
La curva de calibración se considera valida si el coeficiente de correlación (r) es mayor o igual a 0.99 Los cálculos anteriores pueden hacerse utilizando altura de pico en lugar de áreas.

5.8 Repetibilidad y reproducibilidad

5.8.1 Repetibilidad

5.8.1.1 La repetibilidad de los resultados de las mediciones con este método.

20 de 38

Determination of methanol in alcoholic beverages

Result for	 40 % ABV	 40 % ABV	 43 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 47 % ABV	 45 % ABV
	Rum	**Whiskey**	**Bourbon**	**Grain spirit**	**Brandy**	**Grappa**	**Calvados**	**Gin**	**Slivovice**
Official method, mg/L AA	22.2±0.5	132±2	88.4±1.2	110±1.6	297±2	414±5	910±5	4.16±0.09	10546±97
Developed method, mg/L AA	22.3±0.6	130±1	88.9±0.5	111±0.7	297±1	412±2	913±2	4.19±0.16	10603±18
Δ, %	**0.7**	**-0.9**	**0.6**	**0.9**	**-0.2**	**-0.6**	**0.3**	**0.8**	**0.5**
Result for	 38 % ABV	 14.5 % ABV	 38 % ABV	 15 % ABV	 18 % ABV	 8.5 % ABV	 70 % ABV	 27.5 % ABV	 40 % ABV
	Tsikoudia	**Sake**	**Tequila**	**Vermouth**	**Nalewka**	**Mulled wine**	**Rectified spirit**	**Cocktail**	**Vodka**
Official method, mg/L AA	755±50	18.2±1.3	1456±35	17.5±0.1	168±5	25.3±3.0	6.05±0.39	77.3±0.7	21.8±0.2
Developed method, mg/L AA	761±20	18.1±1.4	1460±10	17.6±0.2	169±4	25.1±2.7	6.03±0.40	76.3±1.5	21.7±0.2
Δ, %	**0.8**	**-1.0**	**0.3**	**0.6**	**0.9**	**-0.6**	**-0.4**	**-1.2**	**-0.7**
Result for	 38 % ABV	 17 % ABV	 35 % ABV	 25 % ABV	 16 % ABV	 16.5 % ABV	 35 % ABV	 40 % ABV	 56 % ABV
	Liqueurs							**Rakia**	**Baijiu**
	Sambuca	**Egg**	**Herbal**	**Limon**	**Cherry**	**Raspberry**	**Sloe gin**		
Official method, mg/L AA	2.32±0.04	9.75±0.28	19.5±0.1	29.1±0.9	9.77±1.34	127±5	20.5±0.7	118623	115±5
Developed method, mg/L AA	2.34±0.05	9.81±0.14	19.6±0.1	29.4±1.0	9.82±1.27	126±4	20.7±0.4	11791	116±4
Δ, %	**0.8**	**0.7**	**0.4**	**0.8**	**0.5**	**-1.1**	**0.5**	0.6	**0.6**

The relative difference between obtained values of concentrations (**Δ, %**) measured in accordance with the EC 2870/2000 according to the official internal standard method and in accordance with the proposed modified internal standard method does not exceed **1.5 %**.

Determination sums of aldehydes, esters and highs alcohols in alcoholic beverages

Result for	 40 % ABV	 40 % ABV	 43 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 40 % ABV	 47 % ABV	 45 % ABV
	Rum	**Whiskey**	**Bourbon**	**Grain spirit**	**Brandy**	**Grappa**	**Calvados**	**Gin**	**Slivovice**
Official method, mg/L AA	48.1 / 145 / 1043	162 / 589 / 6693	150 / 645 / 5546	44.0 / 84.7 / 4662	143 / 396 / 4801	191 / 289 / 2113	182 / 583 / 3690	1.70 / 0 / 1.54	210 / 907 / 6255
Developed method, mg/L AA	48.4 / 146 / 1051	160 / 584 / 6635	151 / 649 / 5580	44.4 / 85.4 / 4703	142 / 396 / 4794	190 / 288 / 2100	182 / 585 / 3702	1.72 / 0 / 1.55	211 / 912 / 6288
Δ, %	0.7 / 0.7 / 0.7	-0.9 / -0.9 / -0.9	0.6 / 0.6 / 0.6	0.9 / 0.9 / 0.9	-0.2 / -0.2 / -0.2	-0.6 / -0.6 / -0.6	0.3 / 0.3 / 0.3	0.8 / - / 0.9	0.5 / 0.5 / 0.5
Result for	 38 % ABV	 14.5 % ABV	 38 % ABV	 15 % ABV	 18 % ABV	 8.5 % ABV	 70 % ABV	 27.5 % ABV	 40 % ABV
	Tsikoudia	**Sake**	**Tequila**	**Vermouth**	**Nalewka**	**Mulled wine**	**Rectified spirit**	**Cocktail**	**Vodka**
Official method, mg/L AA	356 / 266 / 2297	37.6 / 47.0 / 1367	34.8 / 126 / 2895	30.5 / 0 / 5.94	47.4 / 74.4 / 10.3	22.7 / 55.9 / 871	4.83 / 25.2 / 0	61.9 / 84.0 / 728	0.504 / 0 / 0
Developed method, mg/L AA	359 / 268 / 2316	37.2 / 46.5 / 1352	34.9 / 127 / 2904	30.6 / 0 / 5.98	47.8 / 75.1 / 10.4	22.5 / 55.6 / 866	4.81 / 25.1 / 0	61.1 / 83.0 / 719	0.50 / 0 / 0
Δ, %	0.9 / 0.8 / 0.9	-1.1 / -1.1 / -1.1	0.4 / 0.3 / 0.3	0.6 / - / 0.6	0.9 / 0.9 / 0.9	-0.6 / -0.5 / -0.6	-0.4 / -0.4 / -	-1.3 / -1.2 / -1.2	-0.7 / - / -
Result for	 38 % ABV	 17 % ABV	 35 % ABV	 25 % ABV	 16 % ABV	 16.5 % ABV	 35 % ABV	 40 % ABV	 56 % ABV
	Liqueurs							**Rakia**	**Baijiu**
	Sambuca	**Egg**	**Herbal**	**Limon**	**Cherry**	**Raspberry**	**Sloe gin**		
Official method, mg/L AA	4.20 / 0 / 2.44	6.89 / 0 / 125	38.1 / 13.5 / 9.39	25.1 / 0 / 0	18.4 / 266 / 0	36.6 / 31.8 / 0	1.12 / 0 / 0	92.2/1334/6165	63.9 / 1072 / 2114
Developed method, mg/L AA	4.24 / 0 / 2.46	6.94 / 0 / 125	38.2 / 13.5 / 9.43	25.3 / 0 / 0	18.5 / 267 / 0	36.2 / 31.5 / 0	1.13 / 0 / 0	91.6/1325/6217	64.3 / 1079 / 2128
Δ, %	0.8 / - / 0.8	0.8 / - / 0.7	0.4 / 0.4 / 0.4	0.8 / - / -	0.5 / 0.6 / -	-1.0 / -1.1 / -	0.6 / - / -	0.6/0.7/0.6	0.6 / 0.6 / 0.6

Aldehydes = acetaldehyde + acetal / Esters = ethyl acetate / Highs alcohols = butan-2-ol + propan-1-ol + 2-methylpropan-1-ol + butan-1-ol + 3-methylbutan-1-ol

The relative difference between obtained values of concentrations (**Δ, %**) measured in accordance with the EC 2870/2000 according to the official internal standard method and in accordance with the proposed modified internal standard method does not exceed **1.5 %**.

You can ask any questions and for collaboration you are interested in at these email addresses:
siarhei.charapitsa@gmail.com, *lidia.sobolenko@gmail.com*, *yushkevitchdv@gmail.com*