

ISSN 2312-3680

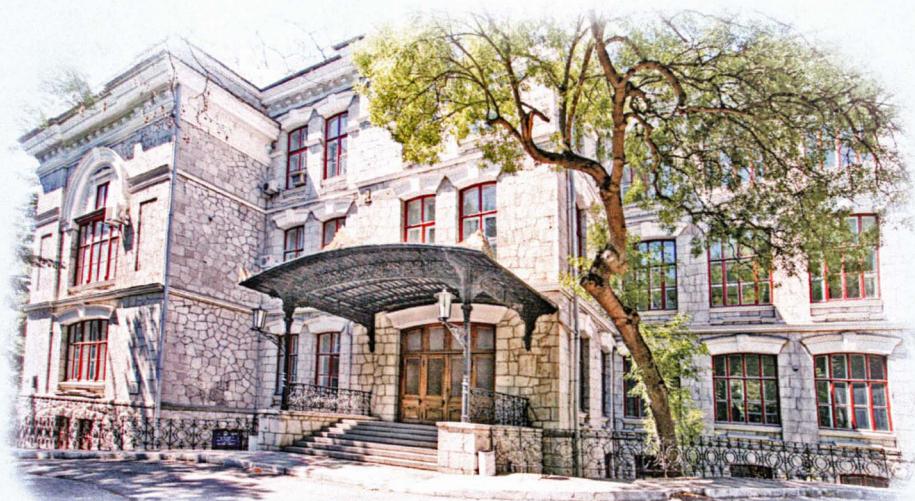
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ВИНОГРАДАРСТВА И ВИНОДЕЛИЯ «МАГАРАЧ»
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ

Сборник научных трудов

Том LIV



Ялта 2025

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Всероссийский национальный научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарач»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Том LIV

2025

УДК 663.8+663.25(081/082)

Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач». – Том LIV. – Ялта, 2025. – 36 с.

ISSN 2312-3680

Представлены материалы Международной научно-практической конференции «Современные тенденции науки и образования в области виноградарства и виноделия», 10 сентября 2025, г. Ялта

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт») - «Магарач»

Главный редактор: Лиховской В.В., д-р с.-х. наук, директор НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач».

Заместители главного редактора:

Алейникова Н.В., д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе (виноградарство), гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»;

Остроухова Е.В., д-р техн. наук, зам. директора по научной работе (виноделие), гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач».

Редакционная коллегия

Агеева Н.М., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия);

Аникина Н.С., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Бейбулатов М.Р., д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Волкова Г.В., д-р биол. наук, зам. директора, зав. лабораторией иммунитета растений к болезням ФГБНУ ВНИИБЗР (Россия);

Волынкин В.А., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. сектора ампелографии НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Гержикова В.Г., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Гугучкина Т.И., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия);

Долженко В.И., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф., руководитель центра биологической регламентации использования пестицидов ФГБНУ ВИЗР (Россия);

Долженко Т.В., д-р биол. наук, проф. кафедры защиты и карантина растений, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (Россия);

Егоров Е.А., акад. РАН, д-р экон. наук, проф., гл. науч. сотр., директор ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия);

Загоруйко В.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. НААН, гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Замотайлов А.С., д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой фитопатологии, энтомологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (Россия);

Кишковская С.А., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории микробиологии НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Клименко В.П., д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Макаров А.С., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Михловски Милош, д-р с.-х. наук, руководитель «Винселект Михловски», энолог, селекционер (Чешская Республика);

Ник Петер, проф., директор Ботанического института Карлсруэ (Германия);

Новелло Витторино, проф. кафедры виноградарства Туринского университета (Италия);

Оганесянц Л.А., акад. РАН, д-р техн. наук, проф., научный руководитель ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности - филиал ФГБНУ «ФНЦПС им. В.М. Горбатова РАН» (Россия);

Панасюк А.Л., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., зам. директора по научной работе ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦПС им. В.М. Горбатова РАН» (Россия);

Панахов Т.М. оглы, канд. техн. наук, доцент, НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан);

Паштецкий В.С., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, директор ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Россия);

Петров В.С., д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. научного центра «Виноградарство» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия);

Ройчев Венелин, д-р с.-х. наук, проф. кафедры виноградарства, Сельскохозяйственный университет г. Пловдив (Болгария);

Савин Георг, д-р с.-х. наук, НПИ садоводства, виноградарства и пищевых технологий, Кишинёв (Республика Молдова);

Салимов Вугар, д-р с.-х. наук, директор НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан);

Синеокий С.П., д-р биол. наук, директор БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» (Россия);

Странишевская Е.П., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией органического виноградарства НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Трошион Л.П., д-р биол. наук, проф. кафедры виноградарства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» (Россия);

Фаилла Осvaldo, проф. кафедры сельскохозяйственных и экологических наук Миланского университета (Италия);

Челик Хасан, почетный проф. виноградарства кафедры сельскохозяйственных наук и технологий Европейского университета Лефке (Северный Кипр).

Редакторы: Клепайлло А.И., Зименс Е.Е.

Переводчик: Баранчук С.Л.

Компьютерная верстка: Филимоненков А.В., Булгакова Т.Ф.

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 - 74003 19.10.2018 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Издается с 1947 г. Выходит 1 раз в год.

Адрес издателя и редакции: 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»
тел.: (3654) 26-21-91, 32-55-91, 23-06-08, e-mail: edi_magarach@mail.ru

Статьи для публикации подаются на сайте: magarach-journal.ru

Дата выхода в свет: 18.12.2025 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 4,5 п.л. Тираж 80 экз.

Адрес типографии: 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»

© НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач», 2025

БЕСПЛАТНО

УДК 663.5;543.613.3

Черепица Сергей Вячеславович^{1,2}, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.; е-майл: siarhei.charapitsa@gmail.com;
Сытова Светлана Николаевна¹, д-р физ.-мат. наук, зав. лабораторией; е-майл: s_sytova@mail.ru
Коваленко Елена Иосифовна^{1,2}, канд. биол. наук, вед. науч. сотр.; е-майл: alena@unichrom.com;
Коваленко Антон Николаевич^{1,2}, ст. науч. сотр.; е-майл: anton@inp.bsu.by;
Чемисова Лариса Эдуардовна³, канд. техн. наук; е-майл: nognichenko@mail.ru

¹ Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь;

² ООО «Новые аналитические системы», г. Минск, Беларусь;

³ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар, Россия

Сравнительный анализ результатов обработки хроматографических данных с применением методов внутреннего и внешнего стандарта

Разработан алгоритм синхронной обработки хроматографических данных с использованием различных методов анализа — по традиционному методу внутреннего стандарта с применением пентан-3-ола в качестве референсного вещества, по модернизированному методу внутреннего стандарта с использованием этанола в качестве референсного вещества, а также по методу абсолютной градуировки для количественного определения летучих соединений в винодельческой продукции и алкогольных напитках. Продемонстрированы возможности валидации нового модифицированного метода с применением этанола, присущего в продукции, в качестве референсного вещества на основе архивных экспериментальных данных лабораторий без проведения дополнительных измерений. Показано, что метрологические характеристики метода, основанного на использовании этанола в качестве референсного вещества, являются высокими и не уступают характеристикам, установленным действующими государственными, национальными, межгосударственными и международными стандартами на определение летучих примесей. В результате выполненных исследований сформированы объективные предпосылки для разработки нового межгосударственного стандарта (ГОСТ) на определение летучих примесей в алкогольной продукции методом газовой хроматографии.

Ключевые слова: алкогольная продукция; контроль качества и безопасности; определение летучих компонентов; газовая хроматография; метод внутреннего стандарта; этанол.

Charapitsa Siarhei Viacheslavovich^{1,2}, Sytova Svetlana Nikolayevna¹, Kavalenka Alena Iosifovna^{1,2},
Kavalenka Anton Nikolayevich^{1,2}, Chemisova Larisa Eduardovna³

¹ Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Minsk, Belarus;

² New Analytical Systems Ltd, Minsk, Belarus;

³ North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

Comparative analysis of the results of chromatographic data processing using internal and external standard methods

An algorithm for synchronous processing of chromatographic data was developed using various analytical approaches — the conventional internal standard method employing pentan-3-ol as the reference substance, the modified internal standard method employing ethanol as the reference substance, and the absolute calibration method for the quantitative determination of volatile compounds in winemaking products and alcoholic beverages. The feasibility of validating new modified method that uses ethanol, naturally present in the product as the reference substance, was demonstrated based on archival experimental laboratory data without the need for additional measurements. It is shown that the metrological characteristics of the method based on ethanol as the reference substance are high. They are not inferior to those established by current state, national, interstate, and international standards for the determination of volatile impurities. As a result of the conducted studies, objective prerequisites for the development of a new interstate standard (GOST) to determine volatile impurities in alcoholic products by gas chromatography were established.

Key words: alcoholic beverages; quality and safety control; determination of volatile compounds; gas chromatography; internal standard method; ethanol.

Введение

Способ определения концентрации летучих компонентов с использованием этанола в качестве вещества внутреннего стандарта (ВС) при анализе алкогольной продукции на газовых хроматографах, оснащенных пламенно-ионизационном детектором (ПИД), впервые предложен нами в 2013 г. [1]. К настоящему времени этот метод был успешно испытан на широком ряде алкогольных напитков и другой спиртсодержащей продукции. И от нас принята заявка на разработку стандарта ОIV. Проект по разработке стандарта ОENO-SCMA 24-756 «Method for determination of volatile compounds in spirituous beverages of vitivinicultral origin using contained ethanol as a reference substance» находится на 5-ом

шаге 8-шаговой процедуры утверждения ОIV. Для завершения признания метода в статусе международного стандарта необходимо либо провести межлабораторные испытания с широким международным участием, либо представить в SCMA ОIV достаточно большое квалифицированное количество экспертных заключений от аккредитованных испытательных лабораторий из разных стран мира об эффективности метода и подтверждений его метрологических характеристик.

К преимуществам данного метода относятся высокая точность анализа, определение концентрации компонентов непосредственно в единицах измерения $\text{мг}/\text{дм}^3$ в расчете на безводный спирт ($\text{мг}/\text{дм}^3$ б.с.) [2, 3] без использования сведений о плотности ис-

пытаемого образца и об объемном содержании этилового спирта в образце [4, 5], а также отсутствие необходимости внесения вещества ВС в образцы, поскольку этанол изначально присутствует в продукции. Важно отметить, что способ установления концентрации летучих компонентов с использованием этанола как ВС (Эвс) может быть применён к архивным экспериментальным данным различных лабораторий, полученным в соответствии с действующими техническими нормативно-правовыми актами (ТНПА), без проведения дополнительных измерений. При этом могут быть использованы как архивы данных, полученных при работе по ТНПА, действующим в странах ЕАЭС, регламентирующим использование метода абсолютной градуировки (Абс) [3, 5], так и результаты испытаний, проведенных в соответствии с Регламентом Еврокомиссии EC2870/2000 [4] с применением внутреннего стандарта пентан-3-ола (Пвс) или других стандартов.

Цель данной работы – разработать алгоритм синхронного анализа архивных данных по методам Эвс, Пвс и Абс и выполнить сравнительный анализ результатов применения трех методов обработки хроматографических данных на примере результатов испытаний алкогольной продукции, полученных в одной из лабораторий.

Объекты и методы исследований

В работе использован архив данных лаборатории, включающий по 3 хроматограммы пяти аттестованных смесей летучих соединений в водно-этанольном растворе и по 2 хроматограммы испытуемых образцов вина, бренди, виски и ракии, полученных при испытаниях в соответствии с EC2870/2000 [4] на газовом хроматографе, оснащенном ПИД. Все образцы содержали добавленный пентан-3-ол для применения метода Пвс. В методах Эвс и Пвс аттестованная смесь «1,0» с уровнем концентрации компонентов 428–683 мг/дм³ б.с. (181–288 мкг/г) использовалась для определения градуировочных коэффициентов – относительных факторов отклика (relative response factor, RRF), а смеси «0,1», «0,5», «1,5» и «2,0» с концентрациями компонентов от 45 до 1404 мг/дм³ б.с. (от 19 до 592 мкг/г) использованы для оценки линейности откликов ПИД. При применении метода Абс все аттестованные смеси включены в наборы для определения градуировочных коэффициентов – факторов отклика (response factor, RF) и оценки линейности откликов детектора.

Значения RRF и RF рассчитывались с применением следующих формул:

по методу Эвс:

$$RRF_i^{\text{этанол}} = \frac{C_i^{\text{атт}} [\text{мг}/\text{дм}^3 \text{ б.с.}]}{\rho_{\text{этанол}}} \cdot \left(\sum_{k=1}^3 \frac{A_{i,k}}{A_{\text{этанол},k}} \right) / \sum_{k=1}^3 \left(\frac{A_{i,k}}{A_{\text{этанол},k}} \right)^2, \quad (1)$$

по методу Пвс:

$$RRF_i^{\text{пентанол}} = \frac{C_i^{\text{атт}} [\text{мкг}/\text{г}]}{C_{\text{пентанол}}^{\text{атт}} [\text{мкг}/\text{г}]} \cdot \left(\sum_{k=1}^3 \frac{A_{i,k}}{A_{\text{пентанол},k}} \right) / \sum_{k=1}^3 \left(\frac{A_{i,k}}{A_{\text{пентанол},k}} \right)^2, \quad (2)$$

по методу Абс:

$$RF_i = \sum_{j=1}^5 \left(C_{i,j}^{\text{атт}} [\text{мг}/\text{дм}^3] \cdot \sum_{k=1}^3 A_{i,j,k} \right) / \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^3 A_{i,j,k}^2, \quad (3)$$

где $A_{i,j,k}$, $A_{\text{этанол},k}$, $A_{\text{пентанол},k}$ – площади пиков i -го летучего компонента, этанола, пентанола на хроматограмме, полученной при k -ом повторном измерении j -го образца, произвольные единицы; $C_{i,j}^{\text{атт}}$ – аттестованные значения концентрации i -го компонента в j -ой аттестованной смеси; $\rho_{\text{этанол}}$ – плотность этанола при +20 °C, равна 789270 мг/дм³.

Значения концентрации компонентов $C_{i,j}^{\text{изм}}$ рассчитывались в единицах измерения мг/дм³ б.с. на основе хроматографических данных с применением следующих формул:

по методу Эвс:

$$C_i^{\text{изм}} = RRF_i^{\text{этанол}} \cdot 789270 \cdot \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \frac{A_{i,k}}{A_{\text{этанол},k}}, \quad (4)$$

по методу Пвс:

$$C_i^{\text{изм}} = RRF_i^{\text{пентанол}} \cdot C_{\text{пентанол}}^{\text{атт}} \cdot \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \frac{A_{i,k}}{A_{\text{пентанол},k}} \cdot \frac{\rho}{10 \cdot ABV\%}, \quad (5)$$

по методу Абс:

$$C_i^{\text{изм}} = RF_i \cdot \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M A_{i,k} \cdot \frac{100}{ABV\%}, \quad (6)$$

где $A_{i,k}$, $A_{\text{этанол},k}$, $A_{\text{пентанол},k}$ – площади пиков i -го летучего компонента, этанола и пентанола на хроматограмме, полученной при k -м измерении образца, произвольные единицы; M – число измерений в условиях повторяемости; $C_{\text{пентанол}}^{\text{атт}}$ – значения концентрации пентанола, добавленного в образец, в мкг/г; ρ – плотность образца, в кг/м³; $ABV\%$ – крепость образца (объемное содержание этилового спирта).

Поскольку для оценки линейности отклика детектора в различных ТНПА и программном обеспечении хроматографов могут быть использованы как коэффициент линейной корреляции (Пирсона), так и коэффициент детерминации R^2 , в данной работе рассчитывались значения обоих параметров. Для сравнения метрологических характеристик методов Эвс, Пвс и Абс вычислялись среднеквадратичное отклонение повторяемости ($СКО$, в мг/дм³ б.с.), предел повторяемости ($ПП$, в мг/дм³ б.с.), значения относительного $СКО$ ($ОСКО$, в %) и смещение (δ , в %) по стандартным формулам [6].

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены результаты вычисления значений параметров, характеризующих линейность отклика детектора, рассчитанные в соответствии с различными методами обработки хроматографических данных с использованием четырех аттестованных смесей при применении методов Эвс и Пвс и пяти смесей при применении метода Абс.

Показатели линейности при применении всех трех методов обработки данных превышают 0,999. В то же время коэффициенты детерминации R^2 и коэффициенты линейной корреляции Пирсона для всех летучих компонентов имеют более высокие значения в случае использования метода внутреннего стандарта и этанола в качестве референсного вещества (Эвс), чем методов Пвс и Абс. Наименьшие значения коэффициентов линейности получены при методе абсолютной градуировки.

В табл. 2 приведены результаты оценки метрологических характеристик методов – значения параметров $СКО$, предела повторяемости ($ЛП$) и $ОСКО$ повторяемости, $C^{изм}$, смещения (δ) – с использованием смесей, соответствующих концентрационным уровням «0,1», «0,5», «1,5» и «2,0» с аттестованными значениями концентрации $C^{атт}$. Образец «1,0» не включен в табл. 2, поскольку он использован для расчета коэффициентов $RR_{\text{этанол}}$ и $RR_{\text{нентанол}}$. Выявлено, что значения параметров, определенные с использованием этанола в качестве референсного вещества в большинстве случаев не имеют значительных отличий от данных, полученных традиционными методами. Сравнение методов Эвс и Пвс показывает, что получаемые результаты очень близки. Например, различия значений $ОСКО$ не превышают 0,2 %, а значений δ не превышают 0,7 %. При сравнении характеристик метода внутреннего стандарта с использованием этанола как референсного вещества Эвс с методом Абс, первый имеет преимущества: параметры $СКО$, $ЛП$ и $ОСКО$ имеют более низкие значения, что подтверждает более высокую точность метода.

В табл. 3 приведены значения концентрации летучих компонентов $C^{изм}$ в алкогольной продукции и $ОСКО$, полученные в результате анализа хроматограмм с применением различных методов. Установлено, что значения концентраций, полученные при обработке данных по трём методам, не имеют значимых различий. Различия между значениями $ОСКО$, полученными при использовании метода Эвс и традиционных методов, не превышают 0,3 % для вина, 0,4 % для бренди, 0,8 % для виски и 2 % для ракии.

Выводы

Разработан алгоритм синхронного анализа данных по различным методам градуировки при анализе содержания летучих компонентов в алкогольной продукции.

Показаны возможности валидации модифицированного метода внутреннего стандарта с использованием этанола, содержащегося в исследуемом образце, в качестве референсного вещества на основе архивных данных лабораторий без проведения дополнительных измерений.

Установлено, что метроло-

Таблица 1. Значения коэффициентов детерминации R^2 и линейной корреляции Пирсона, рассчитанные с применением различных методов обработки хроматографических данных

Название компонента	Коэффициент детерминации R^2			Коэффициент корреляции		
	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс
Ацетальдегид	0,99991	0,99987	0,99963	0,99997	0,99994	0,99984
Метилацетат	0,99988	0,99985	0,99953	0,99996	0,99993	0,99980
Этилацетат	0,99990	0,99988	0,99951	0,99998	0,99995	0,99979
Ацеталь	0,99994	0,99987	0,99945	0,99997	0,99994	0,99973
Метанол	0,99998	0,99989	0,99961	0,99999	0,99996	0,99980
Бутан-2-ол	0,99999	0,99992	0,99955	1,00000	0,99996	0,99978
Пропан-1-ол	0,99999	0,99994	0,99955	1,00000	0,99997	0,99978
Изобутанол	0,99997	0,99993	0,99957	0,99999	0,99997	0,99980
Бутан-1-ол	0,99998	0,99993	0,99954	0,99999	0,99996	0,99978
2-Метил-1-бутанол	0,99998	0,99995	0,99957	0,99999	0,99998	0,99979
3-Метил-1-бутанол	0,99995	0,99991	0,99944	0,99998	0,99996	0,99973

Таблица 3. Результаты анализа образцов продукции, полученные при различных методах обработки хроматограмм: значения измеренной концентрации компонентов $C^{изм}$ и $ОСКО$

Название компонента	Вино			Бренды			Виски			Ракия		
	метод											
	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс
$C^{изм}$, мг/дм ³ б.с.												
Ацетальдегид	18,7	18,7	18,6	96,8	96,7	96,0	53,7	53,5	53,3	116	116	115
Метилацетат	471	470	470	228	228	228	235	234	235	24,8	24,7	25
Этилацетат	402	401	400	150	149	149	171	171	171	943	939	941
Ацеталь	-	-	-	50,6	50,5	50,4	25,4	25,3	25,3	117	116	116
Метанол	1203	1199	1196	82,3	82,2	81,9	69,2	68,9	68,8	5203	5183	5183
Бутан-2-ол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пропан-1-ол	141	141	140	400	399	396	354	353	351	298	297	296
Изобутанол	250	249	247	424	423	420	409	408	406	170	169	168
Бутан-1-ол	6,62	6,60	6,55	2,54	2,54	2,51	3,31	3,30	3,28	55,7	55,5	55,2
2-Метил-1-бутанол	219	218	216	133	133	131	147	147	146	77,3	77,0	76,5
3-Метил-1-бутанол	866	864	855	361	361	357	372	370	367	381	379	376
$ОСКО$, %												
Ацетальдегид	6,7	6,4	7,0	3,5	3,6	3,9	1,8	1,1	1,6	2,9	1,0	3,0
Метилацетат	1,0	1,3	0,7	1,6	1,7	2,0	0,2	0,6	0,1	0,9	1,1	1,0
Этилацетат	6,2	6,5	5,9	2,3	2,2	1,9	0,6	0,2	0,4	0,3	2,3	0,2
Ацеталь	-	-	-	0,6	0,7	1,1	3,0	2,2	2,8	0,1	1,9	0,2
Метанол	0,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	2,4	3,2	2,6	0,2	2,1	0,1
Бутан-2-ол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пропан-1-ол	0,0	0,3	0,4	0,7	0,6	0,3	0,2	1,0	0,4	0,1	2,0	0,1
Изобутанол	0,4	0,1	0,7	0,5	0,5	0,1	0,1	0,9	0,3	0,4	2,3	0,3
Бутан-1-ол	6,9	6,6	7,2	1,5	1,4	1,1	1,7	2,5	1,9	1,1	0,8	1,2
2-Метил-1-бутанол	1,0	0,7	1,3	0,3	0,3	0,1	1,7	2,5	1,9	0,1	2,1	0,1
3-Метил-1-бутанол	1,4	1,1	1,7	0,8	0,7	0,4	0,6	1,4	0,8	0,1	2,1	0,1

Таблица 2. Значения измеренной концентрации летучих компонентов $C_{изм}$, СКО, ПП, ОСКО, δ , полученные для стандартных растворов с аттестованными значениями $C_{атт}$

Название компонента	Аттестованная смесь с уровнями											
	«0,1»			«0,5»			«1,5»			«2,0»		
	метод											
	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс	Эвс	Пвс	Абс
<i>Ацетальдегид</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	45,6			227			658			881		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	44,1	44,2	44,0	224	223	222	660	660	662	884	878	881
СКО, мг/дм ³ б.с.	2,1	2,1	2,1	2,1	2,4	1,6	3,5	4,0	6,4	3,3	3,9	11,4
ПП, мг/дм ³ б.с.	5,8	5,8	5,7	5,9	6,5	4,3	9,6	11,2	17,6	9,3	10,8	31,6
ОСКО, %	4,78	4,74	4,66	0,95	1,06	0,70	0,52	0,61	0,96	0,38	0,44	1,29
δ , %	-3,26	-3,13	-3,47	-1,43	-1,74	-2,00	0,23	0,29	0,51	0,35	-0,38	0,01
<i>Метилацетат</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	72,7			361			1049			1404		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	69,1	69,2	69,3	350	349	350	1045	1046	1054	1400	1390	1404
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,8	0,9	0,8	0,6	1,0	1,1	3,1	1,9	1,8	3,1	2,8	22,8
ПП, мг/дм ³ б.с.	2,3	2,5	2,3	1,6	2,8	3,0	8,6	5,4	5,0	8,5	7,7	63,2
ОСКО, %	1,22	1,31	1,21	0,16	0,28	0,31	0,30	0,19	0,17	0,22	0,20	1,62
δ , %	-4,99	-4,86	-4,61	-3,09	-3,39	-3,06	-0,42	-0,37	0,46	-0,32	-1,04	-0,04
<i>Этилацетат</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	65,7			326			948			1268		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	61,6	61,7	61,8	318	317	318	945	946	952	1266	1257	1268
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,7	0,67	0,8	1,1	0,7	2,4	2,8	1,5	1,9	1,6	0,9	21,7
ПП, мг/дм ³ б.с.	2,0	1,87	2,1	3,1	2,0	6,6	7,8	4,3	5,2	4,4	2,5	60,1
ОСКО, %	1,15	1,09	1,23	0,35	0,23	0,76	0,30	0,16	0,20	0,12	0,07	1,71
δ , %	-6,19	-6,05	-5,92	-2,63	-2,94	-2,71	-0,31	-0,25	0,46	-0,20	-0,93	-0,03
<i>Метанол</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	51,3			255			740			990		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	52,6	52,7	52,7	255	254	254	740	741	745	987	980	988
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,5	0,5	0,5	1,3	1,4	1,6	0,6	1,7	4,0	1,3	1,4	15,7
ПП, мг/дм ³ б.с.	1,5	1,5	1,3	3,7	3,8	4,5	1,6	4,7	11,0	3,6	3,9	43,6
ОСКО, %	1,01	1,01	0,89	0,53	0,54	0,64	0,08	0,23	0,54	0,13	0,14	1,59
δ , %	2,58	2,72	2,74	0,03	-0,29	-0,19	0,01	0,06	0,65	-0,34	-1,06	-0,29
<i>Пропан-1-ол</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	51,6			256			744			996		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	50,7	50,8	50,6	256	255	254	747	748	749	999	992	995
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	1,2	0,7	1,9	4,2	0,8	0,8	17,1
ПП, мг/дм ³ б.с.	0,7	0,6	0,5	0,8	1,1	3,3	2,0	5,2	11,5	2,1	2,2	47,4
ОСКО, %	0,46	0,41	0,35	0,11	0,16	0,46	0,10	0,25	0,56	0,08	0,08	1,72
δ , %	-1,58	-1,44	-1,88	-0,22	-0,54	-0,90	0,41	0,46	0,59	0,33	-0,40	-0,09
<i>Изобутанол</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	50,5			252			729			976		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	49,6	49,7	49,5	249	249	248	732	733	734	979	973	975
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,7	0,7	0,7	0,2	0,4	1,0	0,6	1,4	3,8	0,4	0,9	15,8
ПП, мг/дм ³ б.с.	2,0	2,0	1,9	0,7	1,1	2,9	1,8	4,0	10,6	1,2	2,5	43,8
ОСКО, %	1,50	1,41	1,42	0,09	0,16	0,42	0,09	0,20	0,52	0,04	0,09	1,62
δ , %	-1,80	-1,66	-2,09	-0,93	-1,24	-1,59	0,42	0,48	0,61	0,36	-0,37	-0,06
<i>Бутан-1-ол</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	52,9			263			764			1022		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	52,8	52,9	52,6	262	261	260	769	769	769	1026	1019	1021
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,7	0,7	0,7	0,4	0,3	1,4	0,9	0,5	3,0	0,9	0,6	17,1
ПП, мг/дм ³ б.с.	1,9	1,9	2,0	1,1	0,8	3,8	2,3	1,4	8,3	2,3	1,6	47,4
ОСКО, %	1,28	1,32	1,39	0,15	0,11	0,52	0,11	0,06	0,39	0,08	0,06	1,68
δ , %	-0,14	-0,01	-0,55	-0,56	-0,87	-1,33	0,63	0,69	0,71	0,42	-0,31	-0,11
<i>3-Метил-1-бутанол (изоамилол)</i>												
$C_{атт}$, мг/дм ³ б.с.	52,5			261			758			1014		
$C_{изм}$, мг/дм ³ б.с.	52,4	52,5	52,1	260	259	257	764	765	763	1021	1014	1013
СКО, мг/дм ³ б.с.	0,2	0,3	0,2	1,2	1,3	1,2	2,3	3,6	5,1	2,2	2,1	18,6
ПП, мг/дм ³ б.с.	0,5	0,7	0,7	3,3	3,6	3,4	6,3	10	14,1	6,2	5,9	51,4
ОСКО, %	0,38	0,47	0,46	0,46	0,50	0,48	0,3	0,47	0,67	0,22	0,21	1,83
δ , %	-0,14	0,01	-0,79	-0,51	-0,83	-1,53	0,86	0,92	0,69	0,73	0,01	-0,04

Причесание: результаты для ацетала, бутан-2-ола и 2-метил-1-бутанола опущены

гические характеристики метода, основанного на использовании этанола в качестве референсного вещества, являются высокими и не уступают характеристикам, установленным действующими государственными, национальными, межгосударственными и международными стандартами на определение летучих примесей методами ГХ.

Сформированы объективные предпосылки для разработки межгосударственного стандарта (ГОСТ) на определение летучих примесей в алкогольной продукции методом газовой хроматографии.

Новый метод предлагает точный, эффективный и экономичный инструмент, дополняющий традиционные процедуры, описанные в действующих ТНПА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Charapitsa S.V., Kavalenka A.N., Kulevich N.V., Makoed N.M., Mazanik A.L., Sytova S.N., Zayats N.I., Kotov Y.N. Direct determination of volatile compounds in spirit drinks by gas chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61(12):2950-2956. DOI 10.1021/jf3044956.
2. Regulation (EC) No. 110/2008 of the European Parliament and of the Council of 15 Jan. on the definition, description, pre-

sentation, labeling and the protection of geographical indications of spirit drinks and repealing Council Regulation (EEC) No. 1576/89, Brussels, Belgium. Official Journal of the European Union. 2008:39. Access mode: [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/110\(1\)/oj/eng](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/110(1)/oj/eng) (date of access: 01.05.2023).

3. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности алкогольной продукции»: ТР ЕАЭС 047/2018. – Введ. 01.01.2019. – М.: Евразийская экономическая комиссия. 2018:1-129.
4. Commission Regulation (EC) No. 2870/2000 dd 19 December 2000 laying down Community reference methods for the analysis of spirits drinks, Brussels, Belgium. Access mode: <http://data.europa.eu/eli/reg/2000/2870/oj> (date of access: 01.05.2023).
5. ГОСТ 33834-2016. Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. М.: Стандартинформ. 2016:1-16.
6. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Стандартинформ. 2009:1-50.

Поступила 29.09.2025 г.

© Авторы, 2025

Научное издание

Виноградарство и виноделие

Сборник научных трудов

Том LIV

Подписано к печати 17.12.2025. Формат 60x84 1/8

Объем 4,5 п.л. Тираж 80 экз.

Отпечатано: НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач», 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31.