

Применение спектрально-люминесцентного метода при исследовании жидкостей, произведенных на основе ректификованного этилового спирта

И.Л. Казанцева, В.М. Буланов

Федеральное бюджетное учреждение Саратовская лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации, Саратов 410003, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрена возможность спектрально-люминесцентного метода с применением спектрофотометра Specord M40 с приставкой для измерения флуоресценции для определения природы базового спирта жидкостей, изготовленных на основе этилового ректификованного спирта. Проведен анализ модельных смесей ароматических аминокислот (триптофана, тирозина, фенилаланина) с целью определения характерных полос в спектре возбуждения люминесценции. Обоснованы параметры адаптированной методики определения природы базового спирта (из пищевого или из непищевого сырья) жидкости путем сравнительного исследования с известным спектром спирта этилового ректификованного «Люкс» из пищевого сырья. Проанализированы причины, ограничивающие применение данного метода: показано, что наличие в составе жидкостей пищевых добавок и ароматизаторов, содержащих фенольные группы и используемых в рецептурах алкогольной продукции, может оказывать значительное влияние на люминесценцию базового спирта и, следовательно, на результат идентификации его природы.

Ключевые слова: *спиртосодержащие жидкости, спирт этиловый ректификованный, спектрально-люминесцентный метод, криминалистическая экспертиза веществ и изделий, судебная экспертиза*

Для цитирования: Казанцева И.Л., Буланов В.М. Применение спектрально-люминесцентного метода при исследовании жидкостей, произведенных на основе ректификованного этилового спирта // Теория и практика судебной экспертизы. 2019. Том 14. № 4. С. 75–82.
<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-4-75-82>

The Application of Spectral Luminescent Method to Examine Alcohol-Containing Liquids Produced Using Rectified Ethyl Alcohol

Irina L. Kazantseva, Vladimir M. Bulanov

Saratov Laboratory of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Saratov 410003, Russia

Abstract. The possibility to apply the spectral-luminescent method using spectrophotometer Specord M40 with the attachment for fluorescence measuring to determine the nature of the basic alcohol in liquids produced using rectified ethyl alcohol has been considered. The analysis of model mixtures of aromatic amino acids (tryptophan, tyrosine, phenylalanine) has been performed to determine the characteristic bands in the luminescence excitation spectrum. The parameters of an adapted method for determining the nature of the basic alcohol (from food or non-food raw materials) of a liquid by comparative research of known spectrum of Lux ethyl rectified alcohol from food raw materials have been justified. The reasons limiting the application of the method have been analyzed: it is shown that the presence of food additives and flavors containing phenolic groups used in recipes of alcohol-containing liquids can influence the luminescence of the basic alcohol significantly and, consequently, the identification result for the nature of the alcohol.

Keywords: *alcohol-containing liquids, rectified ethyl alcohol, spectral-luminescent method, forensic analysis of substances and materials, forensic science*

For citation: Kazantseva I.L., Bulanov V.M. The Application of Spectral Luminescent Method to Examine Alcohol-Containing Liquids Produced Using Rectified Ethyl Alcohol. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2019. Vol. 14. No. 4. P. 75–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-4-75-82>

Введение

При назначении следственными органами экспертиз спиртосодержащих жидкостей (ССЖ) особенно актуально в последние годы определение природы базового этилового спирта, т. е. идентификация сырья, из которого изготовлен этиловый спирт, – пищевое или непищевое. Это связано с действующим законодательством, а также нормативными документами, определяющими требования к качеству алкогольной и спиртосодержащей пищевой продукции. Согласно Федеральному закону № 171-ФЗ¹, устанавливающему правовые основы производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции в Российской Федерации, для производства алкогольной и спиртосодержащей пищевой продукции разрешается использовать этиловый спирт, произведенный только из пищевого сырья.

Материалы и методы

Спектры возбуждения люминесценции образцов спирта регистрировали с использованием спектрофотометра Specord M40 с приставкой для измерения флуоресценции. Длина волны возбуждения изменялась от 210 до 350 нм. Люминесценцию регистрировали с фильтром УФС-8 с максимальным пропусканием на длине волны 355 нм. Стандарт флуоресценции – WK 36 (спектральный диапазон 263–400 нм). Проба помещалась в четырехгранную кварцевую кювету 10 мм.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показывает опыт практической работы экспертов ФБУ Саратовская ЛСЭ Минюста России, среди объектов, изымаемых органами следствия в рамках проверок дел об административных правонарушениях, уголовных дел, среди направляемых на экспертизу ССЖ преобладают жидкости, изготовленные на основе ректификованного этилового спирта.

Анализ качественного и количественного состава этилового спирта и отнесение его к спирту-сырцу или ректификату в настоящее время является рутинным и проводится методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием путем

контроля состава и количества токсичных микропримесей [1, 2]. Наибольшую трудность вызывает распознавание пищевого (полученного сбраживанием крахмал- или сахаросодержащего сырья) и непищевого (полученного синтезом из нефтегазового сырья или кислотным гидролизом непищевого растительного сырья) этанола, поскольку хроматографические данные образцов ректификованного пищевого и технического этилового спирта могут практически совпадать в связи с высокой технологичностью спиртового производства и методов очистки.

При установлении генезиса этанола перспективны метод жидкостной люминесцентной спектроскопии (радиоуглеродный) [3], метод масс-спектрометрии изотопных отношений ^{13}C и ^{12}C [4–6], газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием [7, 8], использование мультисенсорных систем [9] и ряд других методов, в том числе с применением инфракрасной спектроскопии [10], а также использование их в комплексе [11–14]. К сожалению, в связи с высокой стоимостью оборудования многие судебно-экспертные учреждения не имеют возможности внедрения большинства перечисленных методов в аналитическую практику.

Альтернативным и более дешевым способом идентификации этанола различного генезиса является спектрально-люминесцентный анализ [15–17], основанный на измерении и построении многомерных спектров возбуждения-испускания-поглощения образцов спирта, представляющих собой набор спектров люминесценции образца в диапазоне 300–460 нм при возбуждении в диапазоне 200–310 нм с шагом 10 нм. Данный метод базируется на определении в анализируемых образцах люминесцирующих примесных компонентов, состав которых зависит от генезиса исходного сырья и технологии его переработки. Для пищевого этанола из зернового сырья такими примесями являются ароматические аминокислоты триптофан, тирозин и фенилаланин, которые содержатся в пищевом сырье и переходят в спирт в процессе его изготовления; для синтетического и гидролизного этанола – метил- и этилпроизводные бензола, полифенилены (дефинил, стильбен и т. п.), полициклические ароматические углеводороды (антрацен, пирен и др.) и их производные.

Процедура идентификации этанола заключается в сопоставлении селективно-

¹ Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции».

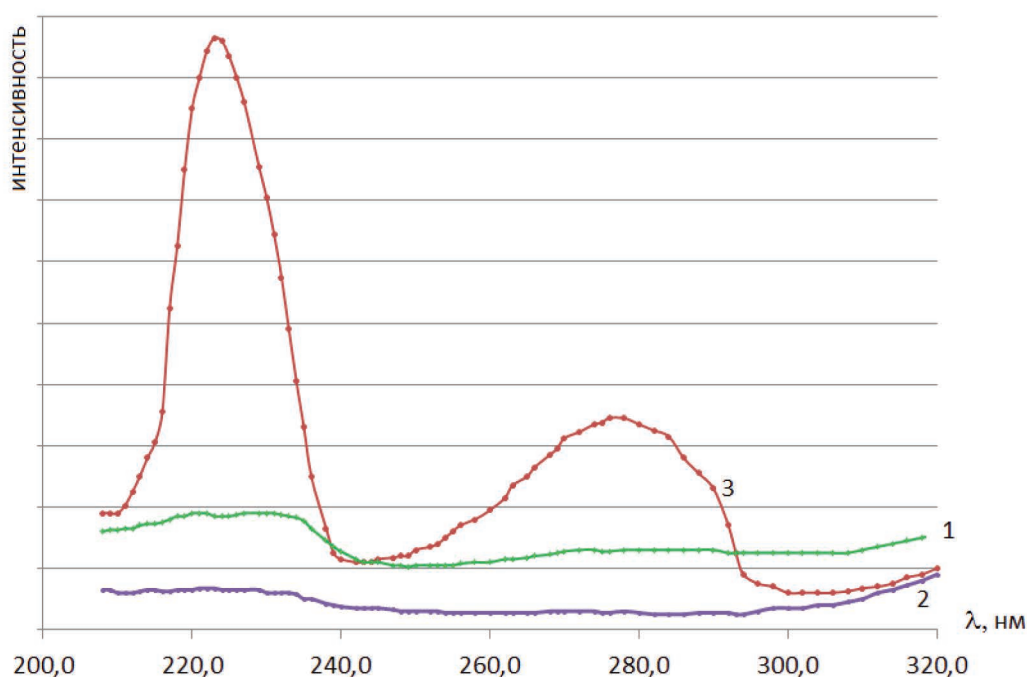


Рис. 1. Спектры возбуждения люминесценции спирта этилового – растворителя и модельной смеси ароматических аминокислот: 1 – спирт этиловый ректификованный из зернового сырья, исходный; 2 – спирт этиловый ректификованный очищенный; 3 – модельная смесь: спиртовой раствор трех ароматических аминокислот – L-тирозина, триптофана, фенилаланина

Fig. 1. Luminescence excitation spectra of ethyl alcohol - solvent and model mixture of aromatic amino acids: 1 – rectified ethyl alcohol from grain raw materials, initial; 2 – cleaned rectified ethyl alcohol; 3 – model mixture: alcohol solution of three aromatic amino acids – L-tyrosine, tryptophan, phenylalanine

го спектра возбуждения, полученного для идентифицируемого образца этанола, с известным спектром возбуждения-испускания-поглощения, характерным для образцов спирта, изготовленных из пищевого сырья [17]. Данный метод положен в основу действующего стандарта ГОСТ 31496–2012².

В ФБУ Саратовская ЛСЭ Минюста России проведена адаптация спектрально-люминесцентного метода анализа на имеющейся в лаборатории приборной базе, что позволило проводить исследование природы базового спирта жидкостей путем сравнительного анализа.

При отработке методики и для определения характерных для аминокислот (триптофана, L-тирозина, фенилаланина) полос возбуждения люминесценции регистрировали спектры возбуждения люминесценции спиртовых растворов индивидуальных аминокислот, а также их смесей. В используемом в качестве растворителя этиловом спирте из пищевого сырья присутствуют аминокислоты, поэтому спирт предвари-

тельно очищали путем перевода аминокислот в соли: спирт настаивали в течение 24 часов с гидроокисью натрия, а затем перегоняли. На рисунке 1 показано, что интенсивность люминесценции исходного спирта (кривая 1) после очистки заметно снижается (кривая 2).

На рисунке 1 представлен также суммарный спектр возбуждения люминесценции спиртового раствора трех аминокислот (кривая 3), а на рисунке 2 – индивидуальные спектры возбуждения каждой из них. Максимумы возбуждения люминесценции фенилаланина – 222 и 277 нм, L-тирозина – 225 и 280 нм, триптофана – 223,5 и 280 нм.

Установлено, что в суммарном спектре (рис. 1, кривая 3) присутствуют две полосы возбуждения люминесценции в районе 225 и 278 нм, характерные для ароматических аминокислот, переходящих в этиловый спирт из пищевого (зернового) сырья, что позволило в дальнейшем использовать их для идентификации природы ректификованного этилового спирта.

На рисунке 3 представлены спектры возбуждения люминесценции образца спирта этилового ректификованного из

² ГОСТ 31496-2012. «Спирт этиловый ректификованный. Спектрально-люминесцентный метод идентификации». М.: Стандартиформ, 2014.

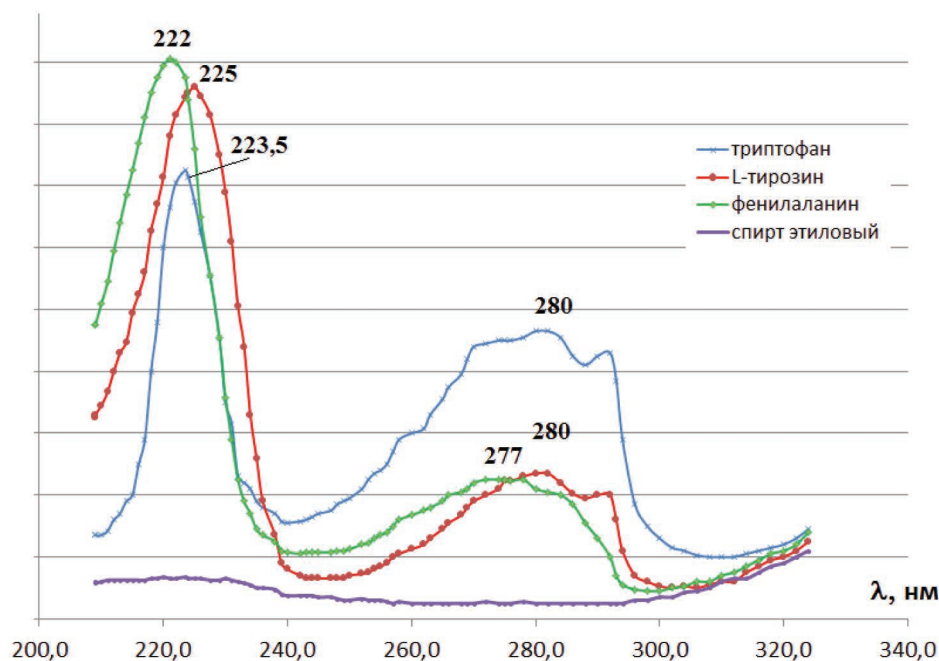


Рис. 2. Спектры возбуждения люминесценции спиртовых растворов ароматических аминокислот и растворителя (очищенного этилового спирта)

Fig. 2. Luminescence excitation spectra of aromatic amino acids alcohol solutions and solvent (cleaned ethyl alcohol)

зернового сырья и спирта этилового ректификованного технического (гидролизного). Установлено, что в спектре гидролизного спирта первый характеристический максимум смещается к 230 нм и исчезает при 277–278 нм.

На основании полученных результатов была разработана методика исследования природы базового спирта ССЖ, произведенных на основе ректификованного этилового спирта, путем сравнительного анализа спектров возбуждения люминесценции исследуемой ССЖ и известного образца спирта этилового ректификованного «Люкс» из пищевого сырья.

Для отнесения спирта, из которого изготовлена исследуемая жидкость, к спирту из пищевого сырья, применяется спектрально-люминесцентный метод. Для исключения люминесценции посторонних примесей исследуемая жидкость предварительно перегоняется. Сравнение спирта исследуемой жидкости со спиртом «Люкс» из пищевого сырья проводится путем регистрации их спектров возбуждения люминесценции. В спиртах из пищевого сырья присутствуют ароматические аминокислоты, которые имеют две полосы возбуждения люминесценции в районе 225 и 278 нм. Эти полосы присутствуют в спектре возбуждения люминесценции спирта «Люкс» из пищевого

сырья. При полном совпадении спектров люминесценции спирта исследуемой жидкости и спирта «Люкс» из пищевого сырья делается вывод о том, что спирт в исследуемой жидкости изготовлен из пищевого сырья.

Необходимо отметить, что пищевые добавки и ароматизаторы, содержащие фенольные группы и используемые в рецептурах алкогольной продукции, могут оказывать значительное влияние на люминесценцию базового спирта и, следовательно, на результат идентификации природы спирта. На рисунке 4 представлены спектры возбуждения люминесценции модельных смесей, состоящих из 40%-го водного раствора этилового спирта и добавки ванилина. Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид ($C_8H_8O_3$)) содержит ароматическое кольцо с тремя функциональными группами (альдегидной, эфирной, фенольной)³, которые оказывают влияние на люминесценцию жидкости, содержащей добавку ванилина. Установлено, что при увеличении содержания ванилина в модельной жидкости увеличивается интенсивность характеристических для спирта из пищевого сырья полос в спектре возбуждения люминесценции жидкости.

³ Структурная формула ванилина приведена на рисунке 4.

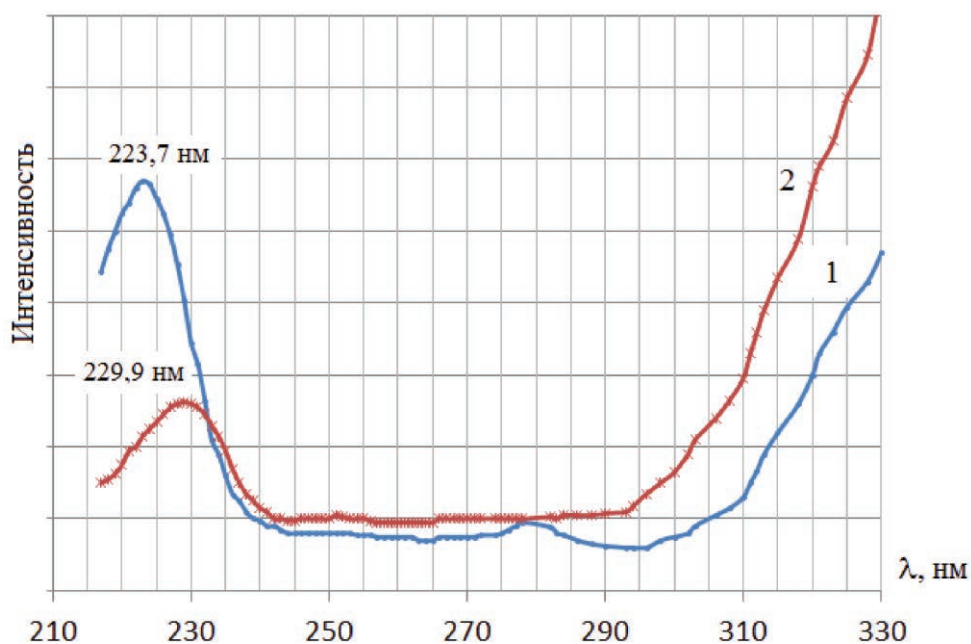


Рис. 3. Спектры возбуждения люминесценции образца спирта этилового ректификованного из зернового сырья (кривая 1) и спирта этилового ректификованного технического (гидролизного) (кривая 2)

Fig. 3. Luminescence excitation spectra of a sample of rectified ethyl alcohol from grain raw materials (curve 1) and technical-grade rectified ethyl alcohol (hydrolyzed) (curve 2)

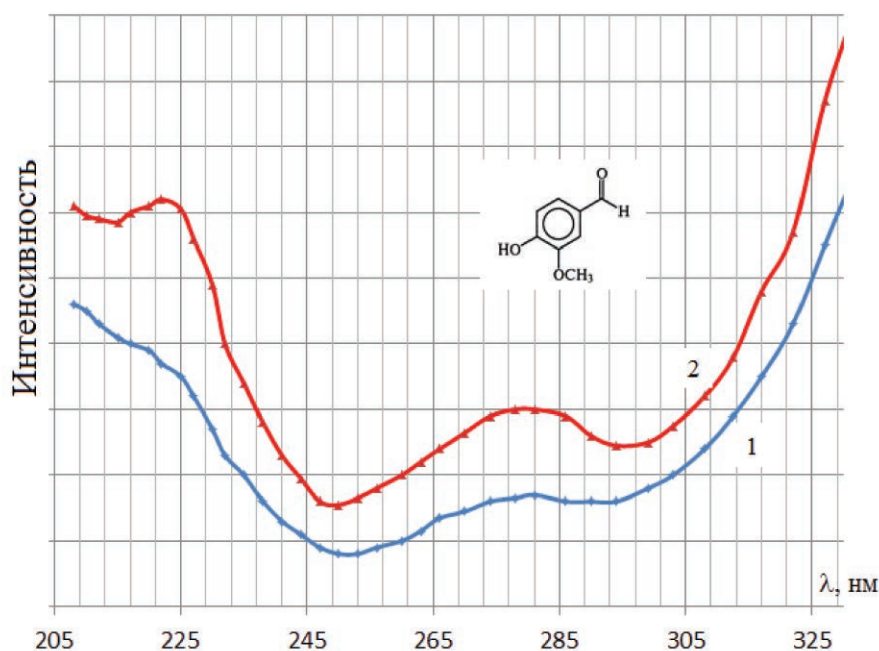


Рис. 4. Спектры возбуждения люминесценции модельных смесей (40%-ный водный раствор этилового спирта с добавкой ванилина различной концентрации)

Fig. 4. Luminescence excitation spectra of model mixtures (40% aqueous ethanol solution with the addition of vanillin of various concentrations)

Реальные объекты (ССЖ) могут содержать комплекс вкусо-ароматических добавок различной химической природы и структуры. На рисунке 5 в качестве примера приведен спектр возбуждения люминес-

ценции дистиллята ССЖ с этикеткой «Ликер крепкий» (кривая 2).

Согласно информации на этикетке, в состав жидкости входит вода питьевая исправленная, спирт этиловый ректификованный

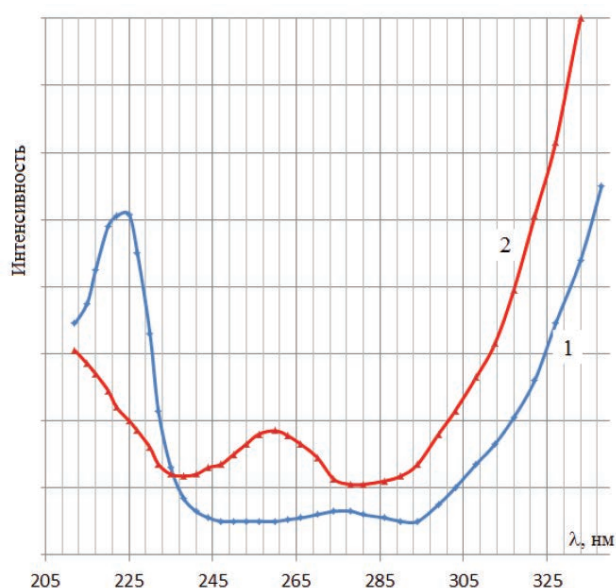


Рис. 5. Спектры возбуждения люминесценции образца спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья (кривая 1) и дистиллята ССЖ с этикеткой «Ликер крепкий» (кривая 2)

Fig. 5. Luminescence excitation spectra of a sample of rectified ethyl alcohol from food raw materials (curve 1) and distillate alcohol-containing liquid with a label "Strong liqueur" (curve 2)

«Люкс», сахар, дистиллят лимонного масла, натуральный ароматизатор «Апельсин», экстракт мадагаскарской ванили. Органолептический анализ показывает, что ароматизаторы переходят в состав дистиллята при перегонке ликера: в дистилляте сохраняется аромат, присутствующий в исходной жидкости. Спектр возбуждения люминесценции дистиллята указанного выше ликера (кривая 2 на рис. 5) не совпадает по положению характеристических полос со спектром возбуждения люминесценции спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья (кривая 1 на рис. 5). В спектре возбуждения

люминесценции дистиллята жидкости «Ликер крепкий» отсутствуют характеристические максимумы при 225 и 278 нм, но присутствует максимум при 258 нм. Предположительно, пищевые добавки, в зависимости от своего химического состава, могут оказывать значительное влияние на спектр возбуждения люминесценции спирта, в котором они присутствуют. Следовательно, для указанных объектов применить спектрально-люминесцентный метод не представляется возможным. Таким образом, наличие люминесцирующих добавок в составе ССЖ, присутствие которых невозможно устранить путем дистилляции, накладывает ограничения на применение спектрально-люминесцентного анализа спиртосодержащих жидкостей.

Выводы

Адаптированный спектрально-люминесцентный метод с применением спектрофотометра Specord M40 с приставкой для измерения флуоресценции может быть использован для определения природы базового спирта ССЖ, изготовленных на основе этилового ректифицированного спирта путем проведения сравнительного анализа характеристических полос при 225 и 278 нм в спектре возбуждения люминесценции спирта исследуемой жидкости и в спектре возбуждения люминесценции спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья. Наличие люминесцирующих пищевых вкусо-ароматических добавок (содержащих фенольные группы) в составе спиртосодержащих жидкостей, присутствие которых невозможно устранить путем дистилляции ССЖ, накладывает ограничения на применение данного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вытовтов А.А., Басати И.А. Товароведная характеристика и экспертиза качества водок: для студентов вузов, обучающихся по специальности 351100 «Товароведение и экспертиза товаров». СПб: ГИОРД, 2005. 150 с.
2. Ragazzo-Sanchez J.A., Chalierb P., Chevalierb D., Calderon-Santoyoa M., Ghommidhc C. Identification of different alcoholic beverages // *Sensors Actuators B: Chemical*. 2008. Vol. 134. No. 1. P. 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2008.04.006>
3. Buglass A.J. (ed.). *Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects, I and II*. Wiley&Sons, 2011. 1204 p. <https://doi.org/10.1002/9780470976524>

REFERENCES

1. Vytovtov A.A., Basati I.A. *Commodity characteristic and expertise of vodka's quality: Study guide for higher education students enrolled for the specialty 351100 "Commodity research and expertise of goods"*. Saint Petersburg: GIORД, 2005. 150 p. (In Russ.)
2. Ragazzo-Sanchez J.A., Chalierb P., Chevalierb D., Calderon-Santoyoa M., Ghommidhc C. Identification of different alcoholic beverages. *Sensors Actuators B: Chemical*. 2008. Vol. 134. No. 1. P. 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2008.04.006>
3. Buglass A.J. (ed.). *Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects, I and II*. Wiley&Sons, 2011. 1204 p. <https://doi.org/10.1002/9780470976524>

4. Талибова А., Колеснов А. Оценка качества и безопасности пищевой продукции методом изотопной масс-спектрометрии // Аналитика. 2011. № 1. С. 44–48.
<http://www.j-analytics.ru/journal/article/3066>
5. Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina T.I., Kharlamova L.N. Determination of the carbon isotope $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in ethanol of fruit wines in order to define identification characteristics // *Foods and Row Materials*. 2016. Vol. 4. No. 1. P. 141–147.
<https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-1-141-147>
6. Панасюк А.Л., Жирова В.В., Жиров В.М., Поляков Е.Н. Изучение изотопных характеристик спиртов различного происхождения // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2017. № 3. С. 16–18.
7. Муратшин А.М., Шмаков В.С., Тырсин Ю.А. Определение природы этанола методом хромато-масс-спектрометрии // Пиво и напитки. 2006. № 6. С. 40–42.
8. Никитина С.Ю., Шахов С.В., Пыльный Д.В. Аналитический контроль качества ректификованного этанола, водок и спиртовых дистиллятов // Пищевая промышленность. 2018. № 6. С. 56–60.
9. Legin A., Rudnitskaya A., Seleznev B., Vlasovet Yu. Electronic tongue for quality assessment of ethanol, vodka and eau-de-vie // *Analytica Chimica Acta*. 2005. Vol. 534. No. 1. P. 129–135.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.11.027>
10. Pontesa M.J.C., Santosb S.R.B., Araújo M.C.U., Almeida L.F., Limac R.A.C., Gaião E.N., Soutoa U.T.C.P. Classification of distilled alcoholic beverages and verification of adulteration by near infrared spectrometry // *Food Research International*. 2006. Vol. 39. No. 2. P. 182–189.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.07.005>
11. Ziółkowska A., Jeleń H.H. Differentiation of row spirits of rye, corn and potato using chromatographic profiles of volatile compounds // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012. Vol. 92. No. 13. P. 2630–2637.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.5677>
12. Рудаков О.Б., Никитина С.Ю. Тренды в аналитическом контроле качества питьевого этанола // Аналитика и контроль. 2017. Т. 21, № 3. С. 180–196. <https://doi.org/10.15826/analitika.2017.21.3.010>
13. Рудаков О.Б. Хроматографический анализ этанола: аттестованные методики и новые подходы // Лаборатория и производство. 2018. № 1. С. 120–132. <https://doi.org/10.32757/2619-0923.2018.1.1.120.132>
14. Chłobowska Z., Chudzikiewicz E., Swiegoda C. Analysis of alcoholic products at the Institute of Forensic Research // *Zagadnien Nauk Sadowych*. 2000. Vol. 41. P. 52–61.
15. Абрамова И.М., Савельева В.Б., Поляков В.А., Сурин Н.М. Совершенствование системы контроля безопасности и качества алкогольной продукции // Пищевая промышленность. 2010. № 12. С. 53–55.
16. Абрамова И.М., Поляков В.А., Савельева В.Б., Сурин Н.М. Метод установления происхо-
4. Talibova A., Kolesnov A. Evaluation of quality and safety of foodstuffs by the Isotopic Ratio Mass Spectrometry method (IRMS). *Analitica*. 2011. No. 1. P. 44–48.
<http://www.j-analytics.ru/journal/article/3066>
5. Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina T.I., Kharlamova L.N. Determination of the carbon isotope $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in ethanol of fruit wines in order to define identification characteristics. *Foods and Row Materials*. 2016. Vol. 4. No. 1. P. 141–147.
<https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-1-141-147>
6. Panasyuk A.L., Zhirova V.V., Zhirov V.M., Polyakov E.N. The study of the isotopic characteristics of alcohols of various origin. *Modern Science: Actual Problems and Solutions*. 2017. No. 3. P. 16–18. (In Russ.)
7. Muratshin A.M., Shmakov V.S., Tyrsin Yu.A. Determination of the nature of ethanol by chromatography-mass spectrometry. *Beer and beverages*. 2006. No. 6. C. 40–42. (In Russ.)
8. Nikitina S.Yu., Shakhov S.V., Pyl'nyi D.V. Analytical control of the quality of the rectated ethanol, water and alcohol distillates. *Food Processing Industry*. 2018. No. 6. P. 56–60. (In Russ.)
9. Legin A., Rudnitskaya A., Seleznev B., Vlasovet Yu. Electronic tongue for quality assessment of ethanol, vodka and eau-de-vie. *Analytica Chimica Acta*. 2015. Vol. 534. No. 1. P. 129–135.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.11.027>
10. Pontesa M.J.C., Santosb S.R.B., Araújo M.C.U., Almeida L.F., Limac R.A.C., Gaião E.N., Soutoa U.T.C.P. Classification of distilled alcoholic beverages and verification of adulteration by near infrared spectrometry. *Food Research International*. 2006. Vol. 39. No. 2. P. 182–189.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.07.005>
11. Ziółkowska A., Jeleń H.H. Differentiation of row spirits of rye, corn and potato using chromatographic profiles of volatile compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012. Vol. 92. No. 13. P. 2630–2637.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.5677>
12. Rudakov O.B., Nikitina S.Y. Trends in the analytical quality control of the potable ethanol. *Analytics and Control*. 2017. Vol. 21. No. 3. P. 180–196. (In Russ.). <https://doi.org/10.15826/analitika.2017.21.3.010>
13. Rudakov O.B. Chromatographic analysis of ethanol: certified methods and new approaches. *Laboratory and Production*. 2018. No. 1. P. 120–132. (In Russ.). <https://doi.org/10.32757/2619-0923.2018.1.1.120.132>
14. Chłobowska Z., Chudzikiewicz E., Swiegoda C. Analysis of alcoholic products at the Institute of Forensic Research. *Zagadnien Nauk Sadowych*. 2000. Vol. 41. P. 52–61.
15. Abramova I.M., Savel'eva V.B., Polyakov V.A., Surin N.M. Improving the system for monitoring the safety and quality of alcoholic products. *Food Industry*. 2010. No. 12. P. 53–55. (In Russ.)
16. Abramova I.M., Polyakov V.A., Savel'eva V.B., Surin N.M. Method for establishing the origin

ждения этилового ректифицированного спирта // Пищевая промышленность. 2013. № 4. С. 32–35.

17. Поляков В.А., Абрамова И.М. Решение проблемы идентификации этилового спирта различного происхождения в целях совершенствования контроля безопасности и качества ликеро-водочной продукции // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 3 (26). С. 85–93.

of ethyl rectified alcohol. *Food industry*. 2013. No. 4. P. 32–35. (In Russ.)

17. Polyakov V.A., Abramova I.M. Identification of ethanol of different origin for improvement of quality and safety control of liqueur-vodka products. *Equipment and Technology of Food Production*. 2012. No. 3 (26). P. 85–93. (In Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Казанцева Ирина Леонидовна – д. т. н., заместитель начальника по основной деятельности ФБУ Саратовская ЛСЭ Минюста России, государственный судебный эксперт; e-mail: kazantsevalL@rambler.ru

Буланов Владимир Михайлович – ведущий государственный судебный эксперт ФБУ Саратовская ЛСЭ Минюста России; e-mail: info@sudexp64

ABOUT THE AUTHORS

Kazantseva Irina Leonidovna – Doctor of Engineering, Deputy Chief Operating Officer, State Forensic Expert, Saratov Laboratory of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: kazantsevalL@rambler.ru

Bulanov Vladimir Michailovich – Leading State Forensic Expert, Saratov Laboratory of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: info@sudexp64.ru

Статья поступила: 30.07.2019

Received: 30.07.2019