УДК 615.917 DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).22-29

Определение маркеров в биологических жидкостях при отравлении рицином

С.С. Барсегян[1], Р.А. Калёкин[1, 2], А.А. Волкова[1, 2], А.М. Орлова[1]

[1]ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы», 125284, Москва, Россия
[2]ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Москва, Россия

Реферат. Введение. Рицин (ricin) – чрезвычайно ядовитое вещество, содержащееся в семенах растения клещевины обыкновенной (Ricinus communis). У человека отравление может наступить при употреблении семян клещевины в количестве от 4 до 8 штук. Ввиду достаточно простого способа получения рицина, по сравнению с другими токсичными агентами, он может быть использован как в криминальных целях, так и в качестве потенциального инструмента при террористических актах. Многие судебно-химические лаборатории не обладают оборудованием и методической базой для выявления таких биомолекул, как рицин и его метаболиты. **Цель исследования** – разработка экспресс-методики, предназначенной для выявления маркерных соединений употребления рицина. **Материалы и методы.** В качестве эталонного образца использовался экстракт из клещевины обыкновенной, которая содержит рицинин и рициноловую кислоту, а также касторовое масло. Исследуемыми объектами служили кровь и моча лиц, предположительно употреблявших компоненты клещевины. Для анализа применялись хромато-масс-спектрометрии. **Результаты и их обсуждение.** В статье описана оригинальная экспресс-методика обнаружения рицинина и рицинолевой кислоты, для которой требуется всего 200 мкл биологической жидкости. В работе представлены результаты разработки и оптимизации технологии экстракции рицина и его производных из биологических образцов, обеспечивающей их последующий анализ современными хроматографическими методами. **Выводы.** Создан быстрый и простой способ выявления токсина в крови, моче, семенах клещевины и касторовом масле, отличающийся минимальным объемом исследуемой жидкости и высокой скоростью подготовки проб. Идентифицированы специфические параметры для обнаружения рицинина и рицинолевой кислоты, значимые для проведения судебно-химических и химико-токсикологических экспертиз. Разработанная методика применима для диагностики отравлений в клинической и экспертной практике.
Ключевые слова: рицин; рицинин; рицинолевая кислота; отравление; вещества-маркеры
Для цитирования: Барсегян С.С., Калёкин Р.А., Волкова А.А., Орлова А.М. Определение маркеров в биологических жидкостях при отравлении рицином // // Вестник современной клинической медицины. – 2026. – Т. 19, вып. 5. – С.22–29. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).22-29.

Detection of biomarkers in biological fluids in ricin poisoning

Samvel S. Barsegyan[1], Roman A. Kalekin[1,2], Alla A. Volkova[1,2], Alevtina M. Orlova[1]

[1] Russian Center of Forensic Examinations, 12/13 Polikarpov str., 125284 Moscow, Russia
[2] Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklay str., 117198 Moscow, Russia

Abstract. Introduction. Ricin is an extremely poisonous substance found in the seeds of the castor plant (*Ricinus communis*). Humans can be poisoned by consuming just 4–8 castor seeds. Due to the relatively simple method of obtaining ricin, as compared to other toxic agents, it can be used both for criminal purposes and as a potential tool in terrorist attacks. Many forensic chemical laboratories experience lack of equipment and methodological basis to identify biomolecules, such as ricin or its metabolites. **Aim.** To develop a quick-detection technique designed to identify marker compounds of ricin use. **Materials and Methods.** *Ricinus communis* extract that contains ricinin and ricinolic acid, as well as castor oil, was used as a reference sample. The objects studied were the blood and urine of individuals who allegedly consumed castor oil components. Chromatography-mass spectrometry was used for the analysis. **Results and Discussion.** This paper describes an original express technique to detect ricinin and ricinolic acid, which requires only 200 µl of biological fluid. The paper presents the results of the development and optimization of technology for the extraction of ricin and its derivatives from biological samples, ensuring their subsequent analysis by modern chromatographic methods, such as HPLC/MS/MS and GC/MS/MS. **Conclusions.** A quick and easy technique to detect the toxin in blood, urine, castor seeds, and castor oil was developed, characterized by the minimal volume of the test fluid and a high speed of sample preparation. Specific parameters were identified for the detection of ricinine and ricinoleic acid; these are relevant for forensic chemical and chemical-toxicological examinations. The technique developed is applicable for the diagnosis of poisoning in clinical and forensic practice.
Keywords: ricin; ricinin; ricinolic acid; poisoning; marker compounds
For citation: Barseghyan S.S., Kalekin R.A., Volkova A.A., Orlova A.M. Detection of biomarkers in biological fluids in ricin poisoning. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2026; 19(5):22-29. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).22-29.

Введение. Рицин (ricin) – чрезвычайно ядовитое вещество, содержащееся в семенах растения клещевины обыкновенной (Ricinus communis). Клещевина обыкновенная представляет собой кустарник или небольшое дерево, произрастающее в тропических и умеренных регионах мира *(рисунок 1)*. Рицин представляет собой – две полипептидных цепи, связанных между собой дисульфидным мостиком. Цепь А (267 аминокислотных остатков) – N-гликозидаза, обладает ферментативной активностью; цепь В (262 аминокислотных остатка) – лектин, связывает остатки галактозы на поверхности клеток.



a b

Рис. 1. Клещевина обыкновенная (*a*) и семена клещевины (*b*)
Fig. 1. Castor oil plant (*a*) and seeds (*b*)

В токсическом действии рицина на клетки можно выделить три периода:

1) Токсин фиксируется на поверхности клеток – взаимодействие В-цепи молекулы с рецепторами, активно связывающими лектины.

2) Токсин проникает внутрь клетки путём эндоцитоза.

3) Молекула токсина внутри клетки разрушается с высвобождением А-цепи, которая и оказывает повреждающее действие. Рицин связывается с рибосомами в той их области, где последние взаимодействуют с факторами элонгации (удлинения). В результате удлинение формируемых на рибосомах полипептидных цепей прекращается – нарушается синтез белка в клетке, и она погибает.

Токсическое действие проявляется только при условии кооперативного действия обеих субъединиц в составе молекулы рицина.

Транспорт вещества внутрь клетки обеспечивает токсичность рицина, а затем инактивирует рибосомы. Молекулярная масса цепи А составляет 32 Да, цепи В – 34 кДа. Рицин оказывает прямое цитотоксическое действие за счет блокирования синтеза белка. Степень токсичности рицина обусловлена способом его введения. Смертельная доза для человека при пероральном введении примерно равна 0,3 мг/кг. Для животных: средняя ингаляционная летальная доза (LD50) составляет 3-5 мкг/кг; средняя пероральная LD50 – в среднем 20 мг/кг. При инъекционном пути введения отравление происходит при небольших дозах из-за высокой биодоступности. У человека отравление может наступить при употреблении семян клещевины в количестве от 4 до 8 штук [4]. Ввиду достаточно простого способа получения рицина, по сравнению с другими токсичными агентами, он может быть использован как в криминальных целях, так и в качестве потенциального инструмента при террористических актах.

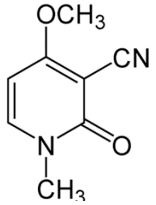
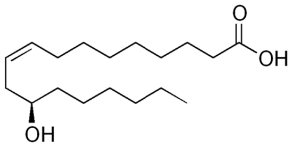
Однако многие судебно-химические лаборатории не обладают оборудованием и методической базой для выявления таких биомолекул, как рицин и его метаболиты. Основные признаки (вещества-маркеры) наличия рицина в организме человека – алкалоид рицинин и рициноловая кислота. Характеристика веществ-маркеров рицина представлена в *таблице 1*. В семенах клещевины обыкновенной содержится около 30-50% масла, известного под названием «касторовое». Это масло содержит до

Таблица 1

Характеристики веществ-маркеров рицина

Table 1

Characteristics of ricin marker compounds

Вещество-маркер	Структурная формула	Химическая формула	Моноизотопная масса
Рицинин		$C_8H_8O_2N_2$	164.0585
Рициноловая кислота		$C_{18}H_{34}O_3$	298.2507

81-86% специфическую рициноловую (рицинолеиновую) кислоту, которая отсутствует в маслах из других растений. Из одного килограмма семян получается около 0,3-0,5 кг масла и 0,5-0,7 кг касторового жмыха. В семенной оболочке клещевины может содержаться до 3% рицина, который является самым ядовитым компонентом растения. Все остальные части растения: листья, семена и жмых содержат рицинин [4,7].

Цель исследования — разработка экспресс-методики, предназначенной для выявления маркерных соединений употребления рицина. Эта методика необходима для определения наличия рицина в биологических образцах в рамках судебно-медицинской экспертизы.

Материалы и методы.

В качестве эталонного образца использовался экстракт из клещевины обыкновенной, которая содержит рицинин и рициноловую кислоту, а также касторовое масло. Исследуемыми объектами служили кровь и моча лиц, предположительно употреблявших компоненты клещевины. Для анализа применялись хромато-масс-спектрометрии.

Подготовка образцов

В пробирки «Эппендорф» объемом 1,5 мл добавляли по 0,2 мл крови или мочи, затем по 600 мкл метанола. Смесь перемешивали в течение 3 минут и центрифугировали. Полученный супернатант упаривали в потоке теплого воздуха. Осадок растворяли в 200 мкл смеси 0,1% муравьиной кислоты в 10% водном растворе ацетонитрила. Для анализа отбирали 10 мкл раствора [8].

Газовая хроматография с тандемной масс-спектрометрией (ГХ/МС/МС)

Процедура пробоподготовки аналогична высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией хроматографирования (ВЭЖХ/МС/МС), за исключением финального этапа: полученный осадок был растворен в этилацетате объемом 200 микролитров. Исследовался объем 1 мкл полученного раствора.

Выделение алкалоидов из касторового масла

Выделение алкалоидов проводили с использованием подкисленной воды. После экстракции органическую фазу экстрагировали органическими растворителями. К 1 мл масла добавляли воду, подкисленную щавелевой кислотой до pH 2-3, настаивали 1 час с перемешиванием, встряхивали и центрифугировали. Экстракцию из водной фазы осуществляли диэтиловым эфиром. Водную фазу подщелачивали раствором аммиака до щелочной реакции среды (pH 8=9) и экстрагировали смесью этилацетат-гептан-изопропанол (5:5:1). Полученный экстракт пропускали через безводный сульфат натрия и выпаривали досуха. Остаток растворяли в 1000 мкл смеси 0,1% муравьиной кислоты в 10% водном растворе ацетонитрила. Исследовался объем раствора в 10 мкл.

Условия хроматографирования ВЭЖХ/МС/МС

Анализ проводили на хромато-масс-спектрометре Orbitrap Exploris 120 в режиме полного сканирования с последующей фрагментацией (FullMS-ddMS2), что позволяет регистрировать молекулярные ионы и характеристичные фрагменты в диапазоне масс от 50 до 750 Да. Использовалась аналитическая колонка Acclaim™ RSLC 120 C18 (2.2 m, 120 Å, 2.1x100 mm) при температуре 30°C. Скорость потока подвижной фазы составляла 0,5 мл/мин. Подвижная смесь состояла из 0,1% водного раствора муравьиной кислоты и ацетонитрила в соотношении 9:1. Проба вводилась автоматически в количестве 10 мкл. Параметры градиентного элюирования представлены в *таблице 2.*

Анализ выполняли на приборе с трехквадрупольным масс-селективным детектором Thermo Scientific TQ9000 (QQQ), оснащенным автоматическим отбором образцов и газовым хроматографом TRACE 1310 GC с использованием подобранных параметров *(таблица 3)*.

В вышеописанных условиях хроматографирования время удерживания рицинина составило 3,32 мин, а рицинолевой кислоты – 14,52 мин. Для рицина Precursor m/z [M+H]+ – (Precursor m/z 165,0659), а для рицинолевой кислоты – Precursor m/z [M-H] – (Precursor m/z 297,2435). Полученные результаты хроматографирования статистически обработаны; относительное стандартное отклонение для рицинина составило 12,0%, для рицинолевой кислоты – 5,1%.

Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов, так как проводилось без участия людей и животных, а использовались биологические образцы, направленные на анализ.

Результаты и их обсуждение

Методика была разработана для идентификации маркеров в случае употребления семян клещевины обыкновенной при подозрении на отравление растительными ядами.

На основании проведенного анализа в экспертных образцах обнаружены рицинин и рициноловая кислота. Получены данные оптимального хроматографического разделения и обнаружения рицинина и рицинолевой кислоты в крови и моче, представленные на *рисунках 2-4.* Относительное стандарт-

Таблица 2

Программа градиентного элюирования

Table 2

Gradient elution program

Время, мин	Фаза А, %	Фаза В, %
0	99	1
1	99	1
4	79	21
8	71	29
13	36	64
15	1	99
17.1	1	99
17.3	99	1
19	99	1

Условия хроматографирования ГХ/МС/МС
GC-MS/MS chromatographic conditions

Таблица 3

Параметры хроматографирования ГХ/МС/МС

Table 3

Parameters of the GC/MS/MS chromatography

Аналитическая колонка		Agilent HP 5-MS (30м * 0,25мм * 0,25 мкм)	
МС/МС режим			
Газ носитель (Carrier gas)		Гелий	
Режим (Mode)		Неразделенный (Splitless)	
Время без разделения (Splitless time)		0,90 мин	
Расход при разделении (Split flow)		50,0 мл/мин	
Программа градиентного повышения температуры			
№	Темп (°С/мин)	Температура (°С)	Время, мин
0	-	50	3,00
1	10,0	310	12,00
Параметры работы источника ионизации			
Тип ионизации		Электрораспыление	
Температура линии передачи в МС (MS transfer line temp)		200°С	
Температура источника ионов (Ion source temp)		200°С	
Поток газа в режиме ХИ (CI gas flow)		1,00 мл/мин	

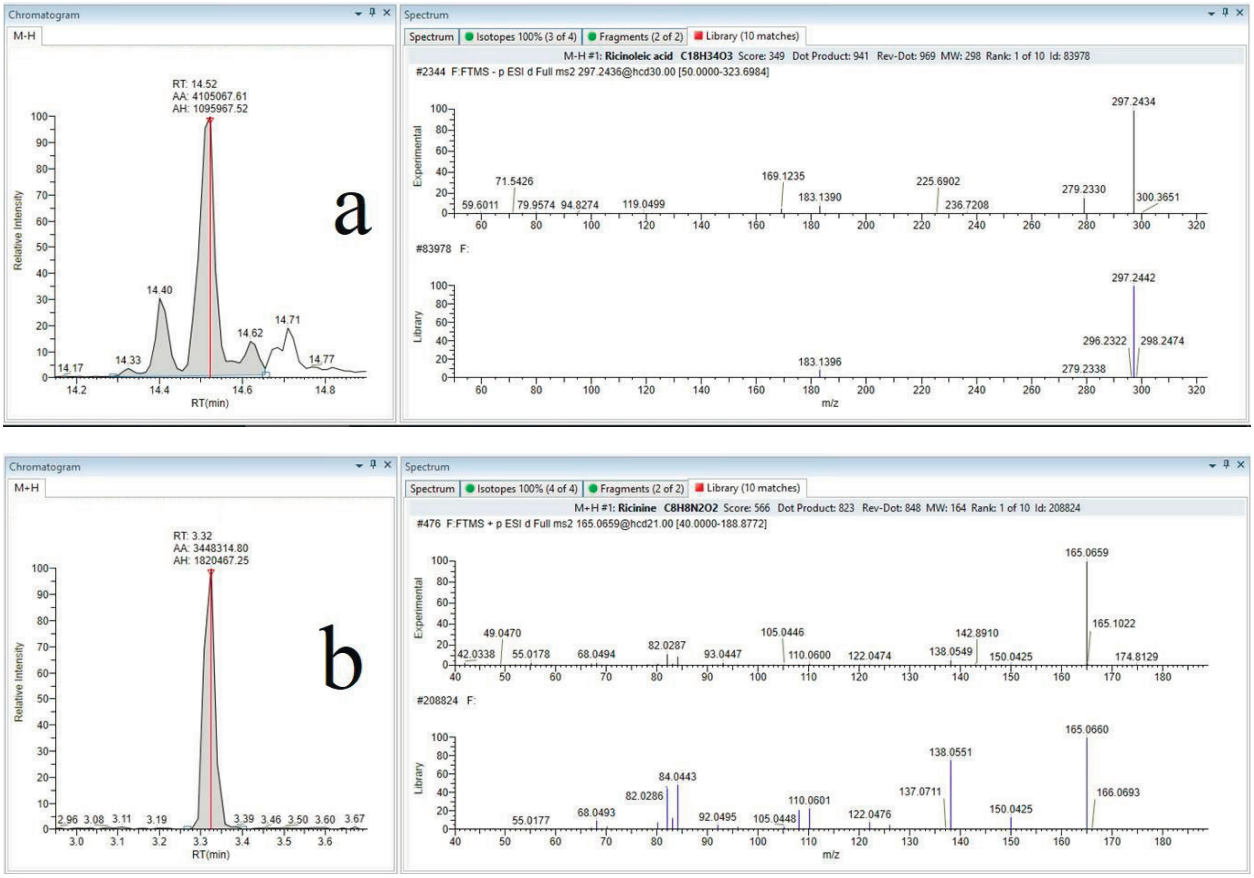


Рис. 2. Фрагмент хроматограммы и спектрограмма рицинолевой кислоты (a) и рицинина (b) в извлечении из крови методом ВЭЖХ/МС/МС

Fig. 2. Fragment of the chromatogram and spectrogram of ricinolic acid (a) and ricinin (b) in blood extraction by HPLC/MS/MS

ное отклонение времени удерживания рицинина рицинолевой кислоты указывают, что подобранные параметры пробоподготовки и хроматографирования подходят для извлечения из биологической матрицы с учетом её влияния.

Возможно, не только клещевина может вызвать отравление, но и кустарно изготовленное касторовое масло, содержащее высокие концентрации рицинина. Теоретически, одним из этапов производства касторового масла должна быть экстракционная

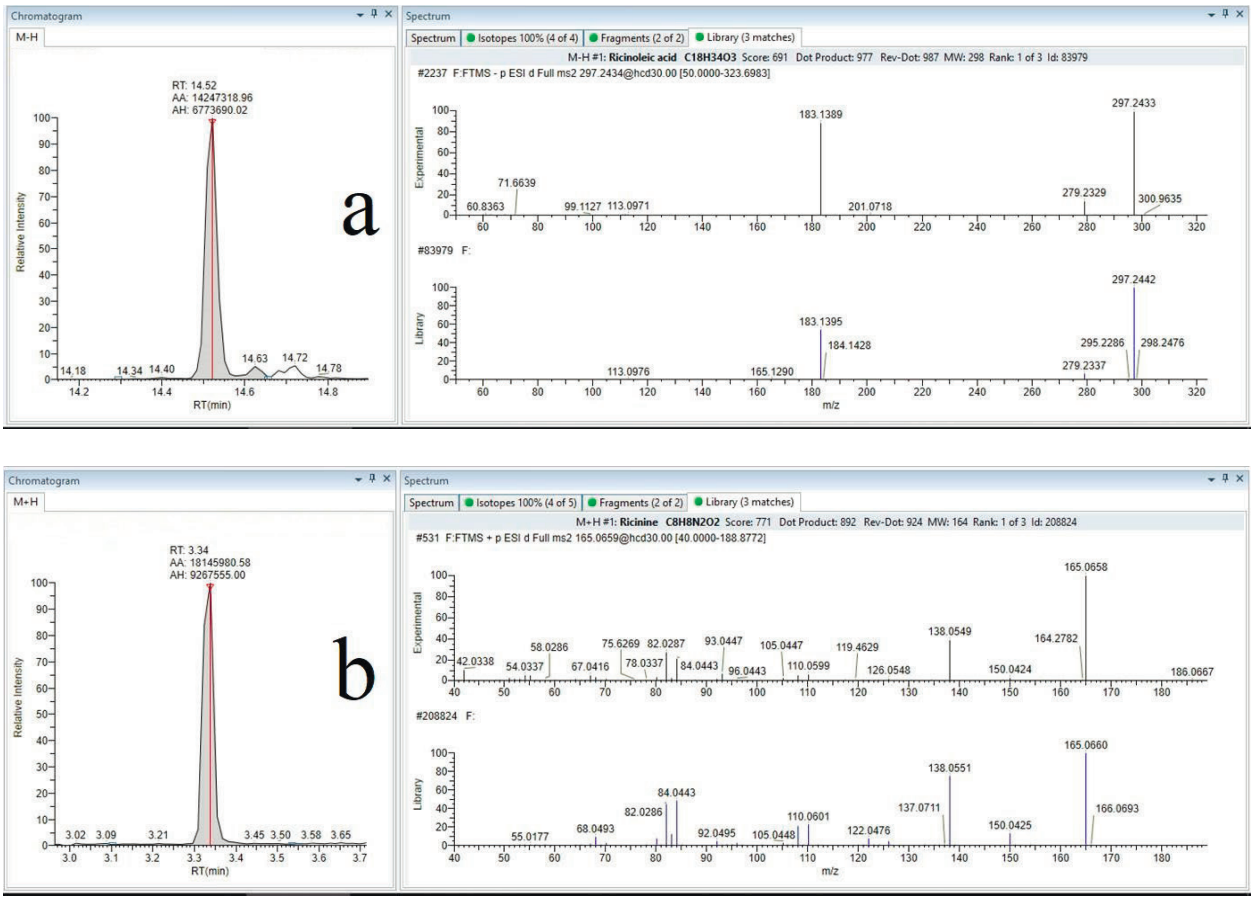


Рис. 3. Фрагмент хроматограммы и спектрограмма рицинолевой кислоты (a) и рицинина (b) в извлечении из мочи методом ВЭЖХ/МС/МС

Fig. 3. Fragment of chromatogram and spectrogram of ricinolic acid (a) and ricinin (b) in urine extraction by HPLC/MS/MS

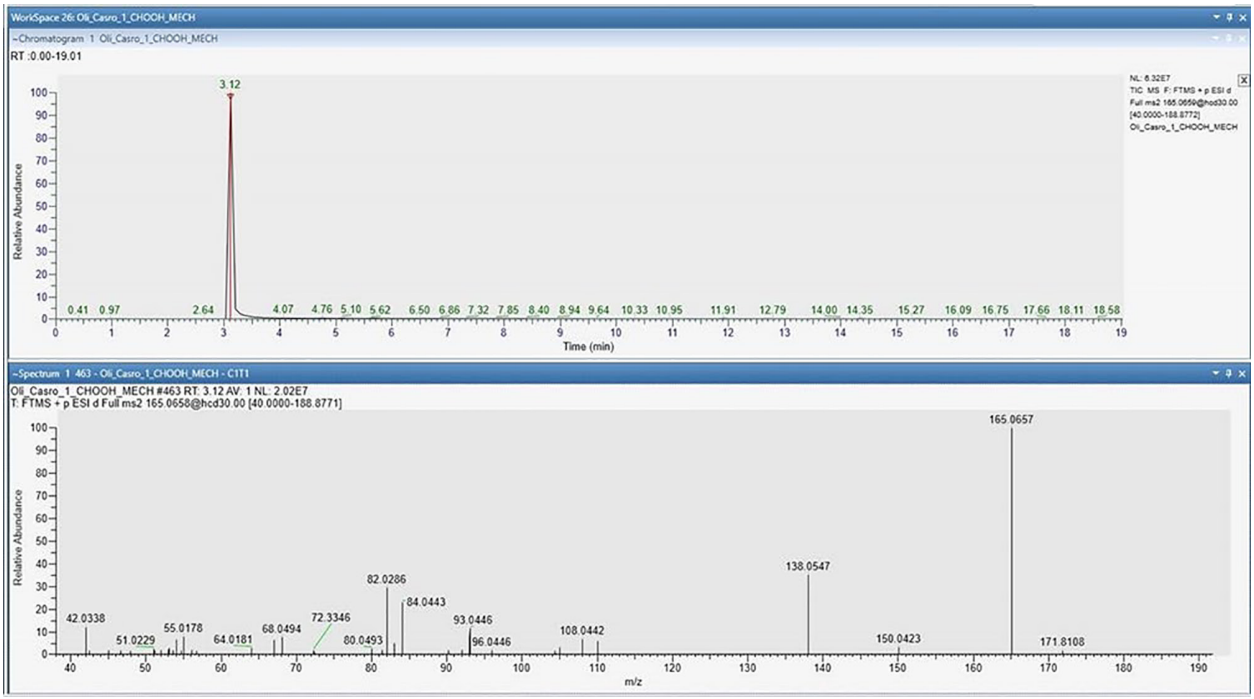


Рис. 4. Хроматограмма и мс/мс спектрограмма рицинина в извлечении из касторового масла

Fig. 4. Chromatogram and MS/MS spectrogram of ricinin in castor oil extraction

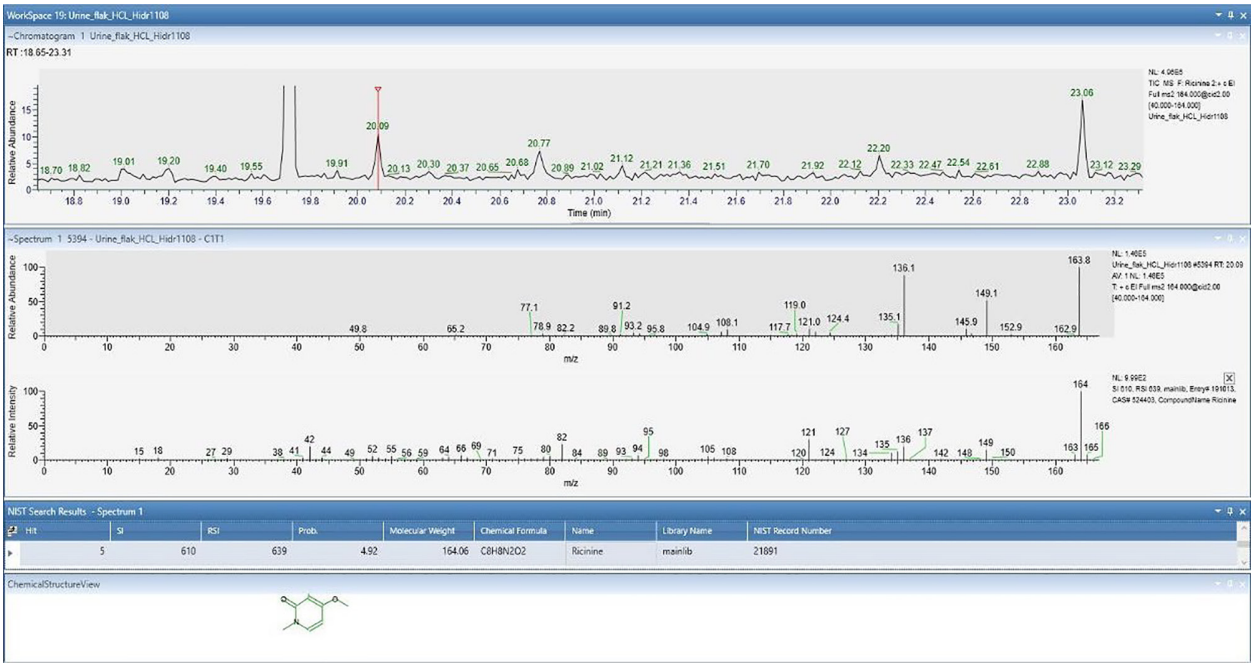


Рис. 5. Фрагмент хроматограммы и спектрограмма рицинина из извлечения из мочи методом ГХ/МС/МС
Fig. 5. Fragment of chromatogram and spectrogram of ricinin from urine extraction by GC/MS/MS

Таблица 4

Органолептические и физико-химические показатели касторового масла

Table 4

Organoleptic and physicochemical parameters of castor oil

Наименование показателя	Характеристика и нормы	Метод испытания
Прозрачность	Прозрачное, без мути/	По ГОСТ 5472
Запах и вкус	Запах слабый, вкус своеобразный, свойственный рафинированному касторовому маслу	По ГОСТ 5472
Цвет	Не темнее светло-желтого	По ГОСТ 5472
Растворимость при 20°С	Полная	По ГОСТ 5483
Плотность при 20 °С. г/см3	0,948-0,96К	По ГОСТ 3900
Кислотное число, мг КОН/г не более	1,5	По ГОСТ 5476
Число омылений, мг КОН/г	176-186	По ГОСТ 5478
Массовые доли влаги и летучих веществ, %, не более	0,15	По ГОСТ 11812
Йодное число, мг J2/100 г	82-88	По ГОСТ 5475 (Метод Кауфмана)

очистка продуктов от токсичных алкалоидов, в том числе рицинина. Результаты исследования показали *(рисунок 5)*, что во всех образцах касторового масла, полученных из аптечных сетей, был обнаружен токсичный алкалоид рицинин.

Согласно ГОСТу 18102-95 «Масло касторовое медицинское» показатели пищевой и потребительской ценности (органолептические и физико-химические показатели) должны соответствовать требованиям, указанным в *табл. №4*. Как видно из таблицы №4, содержание в масле рицинина по данному ГОСТу не контролируется. Для проверки данного предположения мы исследовали несколько образцов, продаваемых в аптечной рознице.

Выводы

1. Разработана и оптимизирована технология экстракции рицина и его производных из биологических образцов, что позволяет подготовить их для анализа с использованием современных хроматографических методов ВЭЖХ/МС/МС и ГХ/МС/МС.

2. Создан быстрый способ выявления рицина в образцах крови, мочи, а также в семенах клещевины и касторовом масле.

3. Методика отличается простотой и скоростью подготовки анализируемого материала, с требуемым минимальным объемом жидкости и обеспечивает возможность выявления рицина у человека.

4. Идентифицированы специфические параметры, необходимые для выявления рицинина и рицинолевой кислоты при проведении судебно-химических и химико-токсикологических экспертиз.

5. Выявлено присутствие рицина в продуктах, полученных из клещевины обыкновенной, что может стать причиной интоксикации человека.

Вклад авторов.

С.С. Барсегян, Р.А. Калёкин, А.А. Волкова, А.М. Орлова – концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, проведение исследования, анализ, математическая обработка и интерпретация данных, редактирование текста руко-

писи утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Прозрачность исследования. *Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.*

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. *Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.*

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Калёкин Р.А., Волкова А.А., Орлова А.М., Акимова В.Д., Барсегян С.С. Судебно-химическое и химико-токсикологическое исследование методом ВЭЖХ-МС/МС при отравлении рицином. Судебно-медицинская экспертиза. – 2023. – 66(3). – С. 34–39.
   Kalekin RA, Volkova AA, Orlova AM, Akimova VD, Barseghyan SS. Sudebno-himicheskoe i himiko-toksikologicheskoe issledovanie metodom VEZHKH-MS/MS pri otravlenii ricinom [Forensic chemical and chemical-toxicological examination by HPLC-MS/MS in ricin poisoning]. Sudebno-medicinskaya ekspertiza [Forensic medical examination]. 2023;66(3):34-39. (in Russ.)
   DOI: 10.17116/sudmed20236603134
2. Савоченко А.И., Филькова К.И. Действие рицина на организм. Известия Российской военно-медицинской академии. – 2018. – 37(1 S1-2). – С. 187–190.
   Savochenko AI, Filkova KI. Dejstvie ricina na organizm [The effect of ricin on the body]. Izvestiya Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii [Proceedings of the Russian Military Medical Academy]. 2018;37(1 S1-2):187-190. (in Russ.)
   DOI: 10.17816/rmmar711054
3. Чепур С.В., Аль-Шехадат Р.И., Гоголевский А.С., Пугач В.А., Мясников В.А., Анисенкова Е.В., Левчук Е.В., Тюнин М.А. Молекулярные аспекты цитотоксичности рицина. Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. – 2021. – 22. – С. 271–292.
   Chepur SV, Al-Shekhadat RI, Gogolevsky AS, Pugach VA, Myasnikov VA, Anisenkova EV, Levchuk EV, Tyunin MA. Molekulyarnye aspekty citotoksichnosti ricina [Molecular aspects of cytotoxicity of ricin]. Medline.ru. Rossijskij biomedicinskij zhurnal [Russian Biomedical Journal]. 2021;22:271-292. (in Russ.)
4. Привалова Е.Г., Мирович В.И. Основы фитотоксикологии. Обзор растительных объектов. Элементы фитохимического анализа: учебное пособие / ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра фармакогнозии и фармацевтической технологии. – Иркутск: ИГМУ, 2018. – 102 с.
   Privalova EG, Mirovich VI. Osnovy fitotoksikologii. Obzor rastitel'nyh ob"ektov. Elementy fitohimicheskogo analiza: uchebnoe posobie [Fundamentals of phytotoxicology. Overview of plant objects. Elements of phytochemical analysis: textbook]. Irkutsk: IGMU; 2018. 102 p. (in Russ.)
5. Арстамян О.М., Ткачишин В.С., Алексейчук А.Ю. Современные ядовитые вещества в качестве террористической угрозы обществу. Медицина неотложных состояний. – 2016. – 2(73). – С. 11–20.
   Arstamyan OM, Tkachishin VS, Alekseychuk AY. Sovremennye yadovitye veshchestva v kachestve terroristicheskoj ugrozy obshchestvu [Modern toxic substances as a terrorist threat to society]. Medicina neotlozhnyh sostoyanij [Emergency Medicine]. 2016;2(73):11-20. (in Russ.)
   DOI: 10.22141/2224-0586.2.73.2016.74730
6. Мельниченко О.Г. Рицин как возможное биотеррористическое оружие и его влияние на сердечно-сосудистую систему. Студенческий вестник. – 2022. – 10-3(202). – С. 24–25.
   Melnichenko OG. Ricin kak vozmozhnoe bioterroristicheskoe oruzhie i ego vliyanie na serdechno-sosudistuyu sistemu [Ricin as a possible bioterrorist weapon and its effect on the cardiovascular system]. Studencheskij vestnik [Student Bulletin]. 2022;10-3(202):24-25. (in Russ.)
7. Одинец С.И. Биометрический анализ семядольных листьев проростков клещевины. Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2018. – 26. – С. 60–71.
   Odinets SI. Biometricheskij analiz semyadol'nyh list'ev prorostkov kleshcheviny [Biometric analysis of cotyledon leaves of castor seedlings]. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Instituta maslichnyh kul'tur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops of NAAS]. 2018;26:60-71. (in Russ.)
8. ГОСТ 18102-95. Масло касторовое медицинское. Технические условия. Межгосударственный стандарт. Castor oil for medical purposes. Specifications. Дата введения 1997-01-01.
   GOST 18102-95. Maslo kastorovoe medicinskoe. Tekhnicheskie usloviya [Castor oil for medical purposes. Specifications]. Interstate standard. Date of introduction: 1997-01-01. (in Russ.)
9. Волкова А.А., Калёкин Р.А., Орлова А.М. Обнаружение клобазама и его метаболита в моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием при отравлении. Судебная медицина. – 2022. – 8(4). – С. 47–55.
   Volkova AA, Kalekin RA, Orlova AM. Obnaruzhenie klobazama i ego metabolita v moche metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii s tandemnym mass-spektrometricheskim detektirovaniem pri otravlenii [Detection of clobazam and its metabolite in urine by high-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection in poisoning]. Sudebnaya medicina [Forensic Medicine]. 2022;8(4):47-55. (in Russ.)
   DOI: 10.17816/fm705
10. Калекин Р.А., Москалева Н.Е., Волкова А.А., Орлова А.М., Маркин П.А., Невмятова С.Р., Апполонова С.А. Определение залеплона и клобазама методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – тандемной масс-спектрометрии с высоким разрешением с использованием технологии Orbitrap. Судебно-медицинская экспертиза. – 2022. – 65(2). – С. 24–28.
    Kalekin RA, Moskaleva NE, Volkova AA, Orlova AM, Markin PA, Nevmyatova SR, Appolonova SA. Opredelenie zaleplona i klobazama metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii – tandemnoj mass-spektrometrii s vysokim razresheniem s ispol'zovaniem tekhnologii Orbitrap [Determination of zaleplon and clobazam by high-performance liquid chromatography – high-resolution tandem mass spectrometry using Orbitrap technology]. Sudebno-medicinskaya ekspertiza [Forensic Medical Expertise]. 2022;65(2):24-28. (in Russ.)
    DOI: 10.17116/sudmed20226502124
11. Саломатин Е.М., Калекин Р.А., Орлова А.М., Валуева М.И. Особенности и перспективы исследования птомаинов для целей судебно-химического анализа. Судебно-медицинская экспертиза. – 2015. – 58(6). – С. 49–52.
    Salomatin EM, Kalekin RA, Orlova AM, Valueva MI. Osobennosti i perspektivy issledovaniya ptomainov dlya celej sudebno-himicheskogo analiza [Features and prospects of ptomaine research for the purposes of forensic chemical analysis]. Sudebno-medicinskaya ekspertiza [Forensic Medical Expertise]. 2015;58(6):49-52. (in Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

БАРСЕГЯН САМВЕЛ СЕРЕЖАЕВИЧ*, ORCID: 0000-0001-6234-4253, кандидат фармацевтических наук,*
e-mail: himija@rc-sme.ru ;
заведующий отделом судебно-химической экспертизы ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России, Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13, тел.: +7 (495) 945-21-69.

ABOUT THE AUTHORS:

SAMVEL S. BARSEGYAN, *ORCID: 0000-0001-6234-4253, Cand. sc. pharm., e-mail: himija@rc-sme.ru ;*
Head of the Department of Forensic Chemical Examination, Russian Center of Forensic Examinations, 12/13 Polikarpov str., 125284 Moscow, Russia; tel.: +7 (495) 945-21-69.

***КАЛЁКИН РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ**, ORCID: 0000-0002-4989-3511, SCOPUS Author ID: 23481813100, доктор фармацевтических наук, e-mail: himija@rc-sme.ru ; научный сотрудник лаборатории судебно-химических и химико-токсикологических исследований ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России, Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13, тел.: +7 (495) 945-21-69.*

***ОРЛОВА АЛЕВТИНА МИХАЙЛОВНА**, ORCID: 0000-0002-5419-1418, кандидат фармацевтических наук, e-mail: himija@rc-sme.ru ; ведущий научный сотрудник лаборатории судебно-химических и химико-токсикологических исследований ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России, Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13, тел.: +7 (495) 945-21-69.*

ВОЛКОВА АЛЛА АНДРЕЕВНА, *ORCID: 0000-0002-9882-2330, кандидат фармацевтических наук, e-mail: himija@rc-sme.ru ; научный сотрудник лаборатории судебно-химических и химико-токсикологических исследований ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России, Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13, тел.: +7 (495) 945-21-69.*

***ROMAN A. KALEKIN**, ORCID: 0000-0002-4989-3511, SCOPUS Author ID: 23481813100, Dr. sc. pharm., e-mail: himija@rc-sme.ru ; Researcher at the Laboratory of Forensic Chemical and Chemical-Toxicological Research, Russian Center of Forensic Examinations, 12/13 Polikarpov str., 125284 Moscow, Russia; tel.: +7 (495) 945-21-69.*

ALEVTINA M. ORLOVA, *ORCID: 0000-0002-5419-1418, Cand. sc. pharm., e-mail: himija@rc-sme.ru ; Leading Researcher at the Laboratory of Forensic Chemical and Chemical-Toxicological Research, Russian Center of Forensic Examinations, 12/13 Polikarpov str., 125284 Moscow, Russia; tel.: +7 (495) 945-21-69.*

***ALLA A. VOLKOVA**, ORCID: 0000-0002-9882-2330, Cand. sc. pharm., e-mail: himija@rc-sme.ru ; Researcher at the Laboratory of Forensic Chemical and Chemical-Toxicological Research, Russian Center of Forensic Examinations, 12/13 Polikarpov str., 125284 Moscow, Russia; tel.: +7(495) 945-21-69.*