

19. GOST 8756.13-87. Fruit and vegetable products. Methods of determination of sugars. -c – Impl. 1989-01-01. – М.: Standartinform, 2010. – 11 p.

20. GOST 8756.21-89. Products of fruits and vegetables processing. Methods for determination of fat. – Impl. 1990-07-01. – М.: Standartinform, 2010. – 7 p.: il.

21. Muhamad, N., Mohd Redzuan, N. A. (2019). “Effects of Drying Methods on the Quality Parameters of Dried Manis Terengganu Melon (Cucumis melo)”. *Journal Of Agrobiotechnology* 1S, no. 10: 46-58.

<https://journal.unisza.edu.my/agrobiotechnology/index.php/agrobiotechnology/article/view/197>

МРНТИ (61.45.35)

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-2-66-73>

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭКСТРАКТА ARTEMISIA RUTIFOLIA ГУСТОГО

Ж.А. МАЛИКОВА , З.Б. АЛЛАМБЕРГЕНОВА , Г.Т. ЖУМАШОВА 

(Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 94)

Электронная почта автор-корреспондента: zoyaallambergen@mail.ru

Изучение фитохимического состава растений рода Artemisia представляет собой актуальное направление современной фармацевтической науки, учитывая их широкую биологическую активность. Настоящее исследование посвящено анализу химических компонентов надземной части Artemisia rutifolia. Целью работы являлась изоляция, идентификация и характеристика основных биологически активных соединений из спиртового экстракта данного растения с применением современных аналитических методов. Основные направления исследования включали экстракцию, фракционирование и спектроскопическую идентификацию выделенных веществ. Научная значимость исследования заключается в расширении знаний о химическом составе экстракта Artemisia rutifolia, что открывает перспективы для создания на его основе новых ЛП и БАДов. Практическая ценность работы заключается в выделении биологически активных веществ с потенциальной фармакологической активностью. Методология исследования включала получение спиртового экстракта, последующее жидкостно-жидкостное фракционирование с экстракционным бензином и хлороформом, а также очистку на колонке с применением сефадекса LH-20. Структура выделенных соединений установлена с использованием ЯМР-спектроскопии и с аутентичными образцами. В результате исследования из экстракта Artemisia rutifolia были выделены и идентифицированы три соединения: монотерпен камфора, флавонол кастецин и стеридный гликозид даукостерин. Проведенный спектральный анализ подтвердил их химическую структуру и высокую степень чистоты. Вклад данной работы состоит в детальной характеристике компонентов перспективного лекарственного растения, что обогащает фармакогностические данные о роде Artemisia. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших фармакологических исследований и разработки новых ЛП и БАДов.

Ключевые слова: *Artemisia rutifolia*, полынь рутолистная, ультразвуковая экстракция, экстракт, ЯМР-спектроскопия, химический состав.

ARTEMISIA RUTIFOLIA ҚОЮ ЭКСТРАКТЫСЫНЫҢ КОМПОНЕНТТІК ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Ж.А. МАЛИКОВА, З.Б. АЛЛАМБЕРГЕНОВА, Г.Т. ЖҰМАШОВА

(С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 94)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zoyaallambergen@mail.ru

Artemisia туысына жататын өсімдіктер кең биологиялық белсенділікке ие болғандықтан, олардың фитохимиялық құрамын зерттеу қазіргі фармацевтикалық ғылымның өзекті бағыттарының бірі болып табылады. Бұл зерттеу *Artemisia rutifolia* өсімдігінің жер үсті бөлігінен алынған экстракт құрамындағы химиялық компоненттерді талдауға арналған. Зерттеу мақсаты – заманауи аналитикалық әдістерді қолдана отырып, осы өсімдіктен спиртті экстракт алу арқылы негізгі биологиялық белсенді

қосылыстарды бөліп алу, идентификациялау және сипаттау. Зерттеу экстракция, фракциялау және алынған заттардың спектроскопиялық идентификациясын қамтиды. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы *Artemisia rutifolia* экстракттарының химиялық құрамын кеңінен зерттеу арқылы жаңа дәрілік заттар мен биологиялық белсенді қоспаларды (ББК) жасау перспективаларын ашуымен сипатталады. Жұмыстың практикалық құндылығы фармакологиялық белсенділігі бар қосылыстарды бөліп алумен байланысты. Зерттеу әдістемесі спиртті экстракт алу, экстракциялық бензин және хлороформ арқылы сұйық-сұйық фракциялау, сонымен қатар сефадекс LH-20 қолданумен бағанды хроматография әдісі арқылы тазалау жүргізілуін қамтиды. Бөлінген қосылыстардың құрылымы ЯМР-спектроскопия және түпнұсқа үлгілерімен салыстыру арқылы анықталды. Зерттеу нәтижесінде *Artemisia rutifolia* өсімдігінің экстрактынан үш қосылыс – монотерпен камфора, флавонол кастигин және стеринді гликозид даукостерин бөлініп, идентификацияланды. Спектрлік талдау олардың химиялық құрылымы мен тазалық дәрежесінің жоғары екенін растады. Зерттеу перспективалы дәрілік өсімдік компоненттерінің терең сипаттамасын беріп, *Artemisia* туысына жататын өсімдіктер бойынша фармакогностикалық деректерді толықтырады. Бұл нәтижелер болашақ фармакологиялық зерттеулер мен жаңа дәрілік және биологиялық белсенді өнімдерді жасау үшін негіз бола алады.

Негізгі сөздер: *Artemisia rutifolia*, қызғылтжапырақ жусан, ультрадыбыстық экстракция, экстракт, ЯМР-спектроскопия, химиялық құрам.

STUDY OF THE COMPONENT COMPOSITION OF THE THICK EXTRACT OF ARTEMISIA RUTIFOLIA

ZH.A. MALIKOVA, Z.B. ALLAMBERGENOVA, G.T. ZHUMASHOVA

(Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov,
Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 94)

Corresponding author's e-mail: zoyaallambergen@mail.ru

The study of the phytochemical composition of plants of the Artemisia genus represents a relevant direction in modern pharmaceutical science due to their broad biological activity. The present research focuses on the analysis of the chemical components of the aerial parts of Artemisia rutifolia. The aim of this work was to isolate, identify, and characterize the major biologically active compounds from the ethanolic extract of the plant using advanced analytical methods. The research scope included extraction, fractionation, and spectroscopic identification of the isolated substances. Scientific relevance lies in expanding the knowledge of the chemical profile of Artemisia rutifolia extract, thus creating prospects for the development of novel pharmaceuticals and dietary supplements. Practical significance consists in the isolation of biologically active compounds with potential pharmacological activity. Methodology involved obtaining an ethanolic extract, subsequent liquid-liquid fractionation using petroleum ether and chloroform, and purification on a Sephadex LH-20 column. The structures of the isolated compounds were elucidated using NMR spectroscopy and comparison with authentic reference standards. Three compounds - monoterpene camphor, flavonol casticin, and sterol glycoside daucosterin - were isolated and identified from the Artemisia rutifolia extract, with their chemical structures and high purity confirmed by spectroscopic analysis. The contribution of this study lies in the detailed characterization of the components of a promising medicinal plant, thereby enriching pharmacognostic data on the genus Artemisia. The findings may serve as a basis for further pharmacological investigations and the development of novel therapeutic and dietary products.

Keywords: *Artemisia rutifolia*, ultrasonic extraction, extract, NMR spectroscopy, chemical composition.

Введение

Растительные экстракты играют важную роль в фармации, пищевой промышленности и косметологии благодаря широкому спектру биологической активности, что требует применения высокоточных методов анализа их состава. Среди таких методов особое значение имеет ядерный магнитный резонанс (ЯМР), позволяющий проводить молекулярное исследо-

вание сложных смесей без предварительного хроматографического разделения [1].

Фармацевтический рынок Казахстана испытывает потребность в расширении ассортимента лекарственных средств и биологически активных добавок, что обуславливает необходимость поиска новых источников биологически активных веществ среди лекарственных растений. В этом контексте особый интерес представляет род

Artemisia, представители которого известны своими антигельминтными, антимикробными, анальгезирующими и потенциально противоопухолевыми свойствами. Несмотря на высокую биологическую активность ряда видов, фитохимический состав некоторых из них, в частности *Artemisia rutifolia* [2,3], остается недостаточно изученным, особенно с точки зрения практического применения для создания новых фитопрепаратов.

Фармацевтический рынок Казахстана испытывает потребность в расширении ассортимента лекарственных средств и биологически активных добавок, что обуславливает необходимость поиска новых источников биологически активных веществ среди лекарственных растений. В этом контексте особый интерес представляет род *Artemisia*, представители которого известны своими антигельминтными, антимикробными, анальгезирующими и потенциально противоопухолевыми свойствами. Несмотря на высокую биологическую активность ряда видов, фитохимический состав некоторых из них, в частности *Artemisia rutifolia* [4,5], остается недостаточно изученным, особенно с точки зрения практического применения для создания новых фитопрепаратов.

Род *Artemisia* включает более 400 видов, из которых 81 вид распространен на территории Республики Казахстан [6,7], что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения казахстанских представителей этого рода. Одним из направлений эффективного использования растительного сырья является получение экстрактов из шрота, остающегося после паровой дистилляции при производстве эфирных масел. Этот остаточный продукт сохраняет значительное количество биологически активных соединений, таких как флавоноиды, полифенолы, дубильные вещества, полисахариды и каротиноиды [8]. Исследование компонентного состава экстракта, полученного из шрота *A. rutifolia*, позволяет выявить перспективные группы соединений и создать научную основу для рационального использования побочных продуктов переработки растительного сырья, способствуя развитию безотходных технологий в фармацевтической отрасли.

В связи с этим целью настоящего исследования является установление компонентного состава экстракта, полученного из шрота *Artemisia rutifolia*, и оценка перспективности выделенных соединений для

дальнейшей разработки лекарственных средств и биологически активных добавок. Объектом исследования выступает растительное сырье *Artemisia rutifolia* после паровой дистилляции. Предмет исследования - экстракт и отдельные компоненты, выделенные из указанного шрота.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: получить экстракт из шрота *A. rutifolia*, провести его фракционирование, выделить индивидуальные соединения и осуществить их идентификацию с использованием методов жидкостно-жидкостной экстракции, колонночной хроматографии и ЯМР-спектроскопии.

Исходная гипотеза исследования состоит в предположении, что шрот *Artemisia rutifolia*, образующийся после паровой дистилляции, сохраняет биологически активные соединения, перспективные для создания новых фитопрепаратов. Значение проведенной работы заключается в расширении фитохимических знаний о *Artemisia rutifolia* и в обосновании возможности рационального использования остаточных продуктов переработки растительного сырья, способствующего внедрению безотходных технологий в фармацевтическую практику.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлся шрот из надземной части *Artemisia rutifolia* Steph. ex Spreng., оставшийся после выделения эфирного масла методом паровой дистилляции. Растительное сырье было собрано в фазе полного цветения в июле 2023 года на луговых участках Меркенского района Жамбылской области.

Экстракцию шрота проводили с использованием 70 % этанола методом ультразвуковой мацерации. Подготовленное сырье смешивали с экстрагентом в соотношении 1:10. Процесс экстракции осуществляли при температуре 30 °С с применением ультразвуковой установки частотой 28 кГц. Продолжительность одного цикла экстракции составляла 30 минут; процедуру повторяли трижды с промежуточными интервалами по 30 минут. После завершения экстракции жидкую фазу отделяли фильтрацией, а затем упаривали на роторном испарителе (Stegler RI-213, Китай) при температуре 40-50 °С до получения густого экстракта. Готовый экстракт представлял собой вязкую жидкость темно-зеленого цвета с характерным ароматом полыни.

Из 12 г густого экстракта, разведенного горячей водой в соотношении 1:1 (объем/объем), осуществляли последовательную жидкость-жидкостную экстракцию с использованием экстракционного бензина и хлороформа.

Полученную бензиновую фракцию отгоняли в роторном испарителе (Heidolph Hei-VAP Precision, Германия) и получали маслянистую зеленоватую массу с приятным запахом и перегонкой остатка с водяным паром, используя холодильник Либиха, получали соединение 1 (чистое вещество) в виде белого кристалла с т.пл. 175–177 °С (контроль ТСХ в системе гексан-диэтил эфир в соотношении 8:1).

Полученную хлороформную фракцию спиртового экстракта (750 мг) разделяли на колонке с сефадексом марки LH-20 в метаноле выделили флавоноид 2 в виде желтого порошка с т.пл. с т.пл. 242–244 °С (контроль ТСХ в системе бензин-этилацетат в соотношении 3:1).

Из оставшегося водного раствора через сутки выпал осадок, который отделяли, а высушенный остаток перекристаллизовывали из этанола. Получали соединение 3 (чистое вещество) в виде кристаллов белого цвета с т.пл. 252–254 °С.

Идентификацию выделенных соединений осуществляли с применением методов ядерного магнитного резонанса, включая одномерную спектроскопию (^1H -ЯМР и ^{13}C -ЯМР) и двумерные корреляционные эксперименты (HSQC и HMBSC).

ЯМР-спектры регистрировали на спектрометре Bruker Avance III 600 МГц (Германия) при температуре 25 °С с использованием стандартных растворителей

(CDCl_3 , DMSO-d_6 , Py-d_5). Калибровка спектров проводилась по внутренним стандартам растворителей.

Новизна применяемого подхода заключалась в комплексной ультразвуковой экстракции шрота и последующей ЯМР-идентификации биологически активных соединений без предварительного хроматографического разделения сложных смесей, что обеспечило высокую эффективность анализа компонентов.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования компонентного состава экстракта, полученного из шрота *Artemisia rutifolia*, методом ЯМР-спектроскопии были идентифицированы три основных биологически активных соединения: камфора, кастицин и даукостерин. Установление их структуры осуществлялось на основании данных ^1H - и ^{13}C -ЯМР, а также двумерных спектров HSQC и HMBSC, подтвержденных сравнением с литературными данными и аутентичными образцами.

Соединение 1, идентифицированное в бензиновой фракции, представляет собой бициклический монотерпеновый кетон камфору - бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 175–177 °С. Его структура подтверждена характерными химическими сдвигами в ЯМР-спектрах, включая наличие сигнала карбонильной группы в области $\delta_{\text{C}} \approx 219,75$ ppm. Камфора обладает стимулирующим действием на центральные механизмы регуляции дыхания и кровообращения, а также выраженными бронхолитическими, сосудосуживающими и местнораздражающими эффектами [9–11]. Спектральные характеристики соединения представлены на рисунке 1.

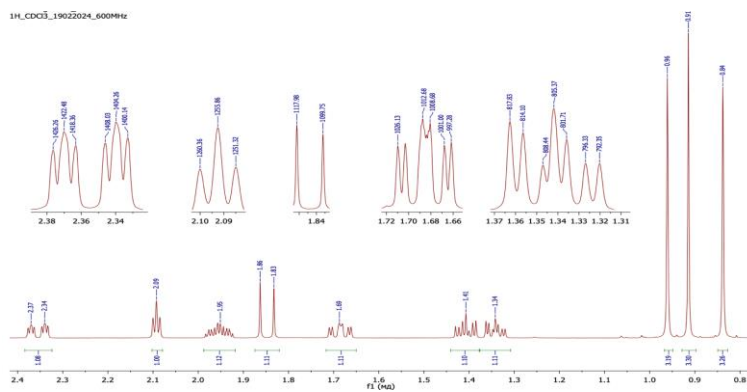


Рисунок 1. ^1H и ^{13}C ЯМР спектры соединения 1, выделенного из спиртового экстракта *Artemisia rutifolia* (CDCl_3 , 600/150 МГц).

Камфора $C_{10}H_{16}O$ (M_r 152,23 г/моль):

^{13}C -ЯМР (600 МГц, $CDCl_3$) δ , м.д.: 219.75 (C-2, карбонильная группа), 57.72 (C-1), 46.81 (C-7), 43.31 (C-3), 43.06 (C-4), 29.92 (C-6), 27.06 (C-5), 19.79 (C-9), 19.16 (C-10), 9.26 (C-8);

1H -ЯМР (150 МГц, $CDCl_3$) δ , м.д.: 2.34 (тт, $J = 4.2$, 14 Гц, H-2), 2.09 (т, $J = 9.0$ Гц, H-3), 1.95 (м, H-1), 1.86 (д, $J = 18$ Гц, H-5), 1.69 (ттт, $J = 3.7, 4.0, 13.5$ Гц, H-7), 1.41 (ддд, H-6), 1.34 (дтд, H-4), 2.37 (т, H-8), 0.96, 0.91, 0.84 (три с, CH_3 -группы).

Соединение 2, выделенное из хлороформной фракции спиртового экстракта *Artemisia rutifolia*, идентифицировано как флавонол кастидин (5,3'-дигидрокси-3,6,7,4'-тетраметоксифлавонол). Оно представляет собой желтый кристаллический порошок с температурой плавления 242–244 °С. Химическая структура подтверждена данными ЯМР-спектроскопии, включая характерные сигналы метоксигрупп и

ароматических протонов, а также результатами двумерных корреляционных экспериментов. Кастидин обладает выраженной антиоксидантной активностью, эффективно нейтрализует свободные радикалы, оказывает противовоспалительное и анальгезирующее действие, а также потенцирует эффект артемизинина при малярийной инфекции [12, 13]. Спектральные характеристики соединения представлены на рисунке 2.

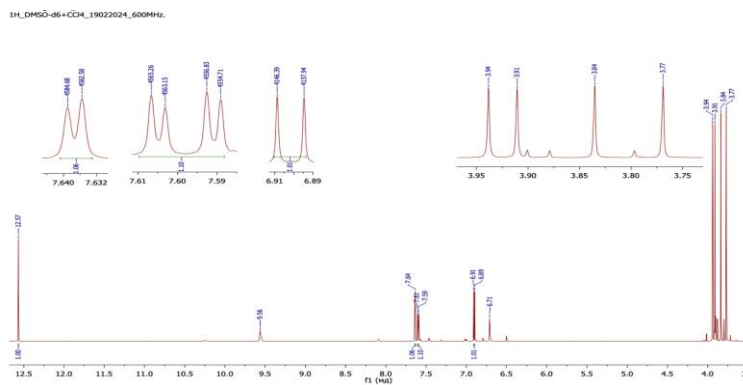


Рисунок 2. 1H и ^{13}C ЯМР спектры соединения 2, выделенного из спиртового экстракта *Artemisia rutifolia* ($DMSO-d_6 + CCl_4$, 600/150 МГц).

Кастидин $C_{19}H_{18}O_8$ (M_r 374.34 г/моль):

^{13}C -ЯМР (600 МГц, $DMSO-d_6 + CCl_4$) δ , м.д.: 177.99 (C-4, карбонильная группа), 158.34 (C-7), 155.55 (C-2), 152.04 (C-5), 151.62 (C-9), 150.01 (C-4'), 147.27 (C-3'), 137.61 (C-3), 131.57 (C-6), 122.16 (C-1'), 120.55 (C-6'), 115.41 (C-5'), 112.07 (C-2'), 105.71 (C-10), 90.53 (C-8), 59.66 (6-OCH₃), 59.25 (3-OCH₃), 55.95 (4'-OCH₃), 55.63 (7-OCH₃).

1H -ЯМР (150 МГц, $DMSO-d_6 + CCl_4$) δ , м.д.: 7.64 (д, $J = 2.1$ Гц, H-2'), 7.61 (дд, $J = 2.1, 10.5$ Гц, H-6'), 6.91 (д, $J = 8.4$ Гц, H-5'), 6.71 (с, H-8), 3.84, 3.77, 3.91, 3.94 (четыре с, метоксигруппы), 12.57 (уш.с., OH-5), 9.56 (уш.с., OH-3').

Соединение 3, выделенное из спиртового экстракта *Artemisia rutifolia*, идентифицировано как стероидное соединение даукостерин (β -ситостерол-3-О- β -D-глюкопиранозид). Оно представляет собой белый кристаллический порошок с температурой плавления 275–278 °С. Структура подтверждена данными ЯМР-спектроскопии, зарегистрированными в $Py-d_5$, включая характерные сигналы агликонной части и сахарного остатка. Достоверность

идентификации усилена результатами двумерных ЯМР-экспериментов, представленными на рисунке 3. Даукостерин проявляет широкий спектр биологической активности, включая гипохолестеринемическое, иммуностимулирующее и цитотоксическое действия, что делает его перспективным соединением для дальнейших фармакологических исследований [14, 15].

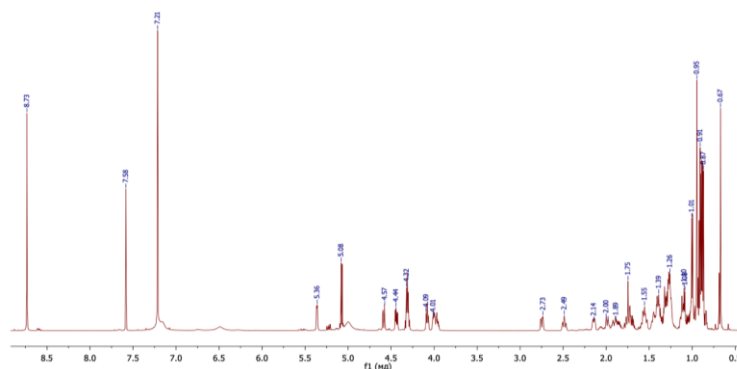


Рисунок 3. ^1H и ^{13}C ЯМР спектры соединения 3, выделенного из спиртового экстракта *Artemisia rutifolia* (Py-d_5 , 600/150 МГц).

Даукостерин $\text{C}_{35}\text{H}_{60}\text{O}_6$ (M_r 576,859 г/моль):

^{13}C -ЯМР (600 МГц, Py-d_5) δ , м.д.: 37.52 (C-1), 30.29 (C-2), 78.12 (C-3), 39.99 (C-4,11), 140.95 (C-5), 121.96 (C-6), 32.21 (C-7), 32.09 (C-8), 50.38 (C-9), 36.97 (C-10), 21.32 (C-11), 42.52 (C-13), 56.87 (C-14), 24.55 (C-15), 28.58 (C-16), 56.28 (C-17), 12.20 (C-18), 19.46 (C-19), 36.43 (C-20), 19.05 (C-21), 34.25 (C-22), 26.42 (C-23), 46.08 (C-24), 29.50 (C-25), 19.25 (C-26), 20.02 (C-27), 23.43 (C-28), 12.01 (C-29), 102.62 (C-1'), 75.38 (C-2'), 78.12 (C-3'), 71.72 (C-4'), 78.65 (C-5'), 62.88 (C-6').

^1H -ЯМР (150 МГц, Py-d_5) δ , м.д.: 1.01 (м, H-1), 1.74 (м, H-2), 2.16 (м, H-3), 1.75 (м, H-4), 3.97 (м, H-5), 2.49 (м, H-6), 2.74 (ддд, $J = 13.3, 4.2, 2.2$ Гц, H-7), 6.35 (д, $J = 2.1$ Гц, H-8), 5.35 (м, H-9), 1.55 (м, H-10), 1.90 (м, H-11), 1.38 (м, H-12), 0.92 (м, H-13), 1.42 (м, H-14), 1.45 (м, H-15), 1.12 (м, H-16), 1.98 (ддд, $J = 12.6, 3.8, 3.3$ Гц, H-17), 0.95 (м, H-18), 1.05 (м, H-19), 1.58 (м, H-20), 1.27 (м, H-21), 1.86 (м, H-22), 1.12 (м, H-23), 0.68 (с, CH_3 -24), 0.95 (с, CH_3 -25), 1.39 (м, H-26), 1.00 (д, $J = 6.5$ Гц, H-27), 1.10 (м, H-28), 1.42 (м, H-29), 1.27 (м, H-30), 1.02 (м, H-31), 1.70 (м, H-32), 0.88 (д, $J = 6.8$ Гц, H-33), 0.90 (д, $J = 6.8$ Гц, H-34), 1.31 (м, H-35), 0.91 (т, $J = 7.4$ Гц, H-36), 5.02 (д, $J = 7.2$ Гц, H-1'), 3.07–3.47 (м, H-2'–H-5'), 3.65 (уш.д., $J = 10.9$ Гц, H-6').

Результаты анализа дополняют сведения о химическом составе *A. rutifolia*, подтверждая сохранение в шроте значительных количеств биологически активных соединений после выделения эфирного масла. Выявленные кастицин, даукостерин и высокое содержание камфоры свидетельствуют о многоуровневом фармакологическом потенциале растения. Полученные данные согласуются с ранее опубликованными исследованиями фитохимического состава видов рода *Artemisia* [13, 16, 17].

Заключение, выводы

Целью исследования было выделение и идентификация биологически активных соединений из шрота *Artemisia rutifolia* Steph. ex Spreng., оставшегося после экстракции эфирного масла. В работе использованы методы жидкостно-жидкостной экстракции, колоночной хроматографии и ЯМР-спектроскопии с применением различных растворителей. В результате были выделены и идентифицированы три соединения: камфора, кастицин и даукостерин. Установлена их химическая структура и доказано наличие остаточного количества биологически

активных веществ в экстрагированном шроте. Полученные данные подтверждают возможность вторичного использования шрота и обосновывают его фармацевтический потенциал. Перспективы внедрения включают разработку безотходных технологий, создание фитопрепаратов с антимикробной, антиоксидантной и противовоспалительной активностью, а также расширение ассортимента лекарственных средств растительного происхождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 478 с.
2. Куркин В. А. Фармакогнозия как методологическая основа доказательной фитотерапии // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 5–2. – С. 592–596.
3. Грудзинская Л. М. и др. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана. – Алматы, 2014. – 29 с.
4. Павлов Н. В. (ред.). Флора Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1966. – Т. 9.

5. Горяев М. И., Базалицкая В. С., Поляков П. П. Химический состав полыней. – Алма-Ата: АН КазССР, 1962. – 152 с.

6. Nurlybekova A. и др. Traditional Use, Phytochemical Profiles and Pharmacological Properties of *Artemisia* Genus from Central Asia // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27. – P. 5128. <https://doi.org/10.3390/molecules27165128>

7. Киселева Т. Л., Цветаева Е. В., Агеева Т. К. Растения рода *Artemisia* в гомеопатии и фитотерапии. – М.: ФНКЭЦ ТМДЛ МЗРФ, 2004. – 64 с.

8. Калинкина Г. И., Слипченко Н. М., Хоружая Т. Г., Саратиков А. С. О возможности комплексного использования *Achillea asiatica* Serg. как лекарственного растения // Растительные ресурсы. – 1989. – Т. 25, вып. 1. – С. 74–78.

9. Саратиков А. С. Камфора // Большая медицинская энциклопедия. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – Т. 10. – С. 71–72.

10. Ballabh B., Chaurasia O. P. Traditional medicinal plants of cold desert Ladakh used in treatment of cold, cough and fever // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2007. – Vol. 112. – P. 341–349.

11. Камфора // Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2005. – Т. III. – С. 513.

12. Davydov M., Krikorian A. D. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen: a closer look // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2000. – Vol. 3. – P. 345–393.

13. Weathers P.J., Towler M.J. The flavonoids casticin and artemetin are poorly extracted and are unstable in an *Artemisia annua* tea infusion // *Planta Medica*. – 2012. – Vol. 78, no. 10. – P. 1024–1026. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1314949>

14. Zeng J. и др. Network pharmacology- and molecular docking-based investigation of the therapeutic potential and mechanism of daucosterol against multiple myeloma // *Translational Cancer Research*. – 2023. – Vol. 12, no. 4. – P. 1006–1020. <https://doi.org/10.21037/tcr-23-456>

15. Lee J.-H. и др. Immunoregulatory activity by daucosterol, a β -sitosterol glycoside... // *Vaccine*. – 2007. – Vol. 25, no. 19. – P. 3834–3840. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.01.108>

16. Mohammadhosseini M., Sarker S.D., Akbarzadeh A. Chemical Composition of the Essential Oils and Extracts of *Achillea* Species... // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.06.007>

17. Czechowski T. и др. *Artemisia annua* L. plants lacking Bornyl diPhosphate Synthase... // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – Vol. 13. Article 1000819. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1000819>

REFERENCES

1. Günther H. Vvedenie v kurs spektroskopii YaMR [Introduction to NMR Spectroscopy]. Moscow: Mir, 1984. (In Russian)

2. Kurkin V.A. "Farmakognosiya kak metodologicheskaya osnova dokazatel'noy fitoterapii" [Pharmacognosy as a Methodological Basis for Evidence-Based Phytotherapy]. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra RAN* 17, no. 5–2 (2015): 592–596.

3. Grudzinskaya L.M., et al. Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rasteniy Kazakhstana [Annotated List of Medicinal Plants of Kazakhstan]. Almaty, 2014.

4. Pavlov N.V., ed. Flora Kazakhstan [Flora of Kazakhstan]. Vol. 9. Alma-Ata: Nauka, 1966.

5. Goryaev M.I., Bazalitskaya V.S., Polyakov P.P. Khimicheskiy sostav polyney [Chemical Composition of Wormwoods]. Alma-Ata: Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1962.

6. Nurlybekova A., et al. Traditional Use, Phytochemical Profiles and Pharmacological Properties of *Artemisia* Genus from Central Asia. *Molecules* 27 (2022): 5128. <https://doi.org/10.3390/molecules27165128>

7. Kiseleva T.L., Tsvetayeva E.V., Ageeva T.K. Rasteniya roda *Artemisia* v gomeopatii i fitoterapii [Artemisia Plants in Homeopathy and Phytotherapy]. Moscow: FNKETS TMDL MZRF, 2004.

8. Kalinkina G.I., Slipchenko N.M., Khoruzhaya T.G., Saratykov A.S. O vozmozhnosti kompleksnogo ispolzovaniya *Achillea asiatica* Serg. kak lechebnogo rastenija [On the Possibility of Comprehensive Use of *Achillea asiatica* Serg. as a Medicinal Plant]. *Rastitel'nye Resursy* 25, no. 1 (1989): 74–78.

9. Saratykov A.S. Kampfora [Camphor]. In *Bol'shaya Meditsinskaya Entsiklopediya*, Vol. 10, 71–72. Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1979.

10. Ballabh B., Chaurasia O.P. Traditional medicinal plants of cold desert Ladakh used in treatment of cold, cough and fever. *Journal of Ethnopharmacology* 112 (2007): 341–349.

11. Kampfora [Camphor]. In *Kazakhstan. Natsional'naya entsiklopediya*. Vol. III, 513. Almaty: Kazak entsiklopediya, 2005.

12. Davydov M., Krikorian A.D. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen: a closer look. *Journal of Ethnopharmacology* 3 (2000): 345–393.

13. Weathers P.J., Towler M.J. The Flavonoids Casticin and Artemetin Are Poorly Extracted and Are Unstable in an *Artemisia annua* Tea Infusion. *Planta Medica* 78, no. 10 (2012): 1024–1026. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1314949>

14. Zeng J., Luo Q., Wang X., et al. Network pharmacology- and molecular docking-based investigation of the therapeutic potential and mechanism of daucosterol against multiple myeloma. *Translational Cancer Research* 12, no. 4 (2023): 1006–1020. <https://doi.org/10.21037/tcr-23-456>

15. Lee J.-H., Lee J.Y., Park J.H., et al. Immunoregulatory Activity by Daucosterol, a β -Sitosterol Glycoside, Induces Protective Th1 Immune Response Against Disseminated Candidiasis in Mice. *Vaccine* 25, no. 19 (2007): 3834–3840. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.01.108>

16. Mohammadhosseini M., Sarker S.D., Akbarzadeh A. Chemical Composition of the Essential Oils and Extracts of Achillea Species and Their Biological Activities: A Review. Journal of Ethnopharmacology (2017). <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.06.007>

17. Czechowski T., Branigan C., Rae A., et al. *Artemisia annua* L. Plants Lacking Bornyl diPhosphate Synthase Reallocate Carbon from Monoterpenes to Sesquiterpenes Except Artemisinin. Frontiers in Plant Science 13 (2022): Article 1000819. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1000819>

FTAMP 65.51.29

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-2-73-81>

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕДІ ӨНДЕУ НЕГІЗІНДЕ СЕРГІТКІШ СУСЫННЫҢ РЕЦЕПТУРАСЫН ДАЙЫНДАУ

З.Т. МАМЕТОВ *, А.К. КЕКИБАЕВА 

(Алматы технологиялық университеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: mzt01@mail.ru

Қазіргі уақытта алкогольсіз сусындар өндірісі нарықтың жақсы дамыған сегменттерінің бірі болып табылады. Өндіріс әртүрлі функционалдық қасиеттері бар сусындар шығаруға бағытталған. Тұтынушылардың көпшілігі қуаттандыратын әсерді ғана емес, жалпы дененің денсаулығын жақсартуға бағытталған жаңа, бәсекеге қабілетті сусындарды қалайды. Мұндай сусындардың бір түрі изотоникалық сергіткіш сусын болып табылады - бұл белсенді, спорттық жаттығулардан кейін денедегі су-тұз балансын толтыруға бағытталған сусындар. Жұмыстың мақсаты – табиғи ингредиенттер мен тәттілендіргіштерді пайдалана отырып, дененің су-тұз балансын қалпына келтіруге бағытталған сусынның рецептіні жасау. Зерттеу әдістемесі мәліметтерді математикалық өңдеу, тұздардың молярлық массаларын есептеу және регрессиялық модельдерді құру үшін GRETL және MS Excel бағдарламаларын қолдануды қамтиды. Эксперименттік бөлім әртүрлі рецепттерді талдау және олардың органолептикалық қасиеттерін сенсорлық бағалау негізінде жүргізілді. Нәтижесінде табиғи электролиттердің оңтайлы арақатынастары анықталып, өсімдік тәттілендіргіші – стевия экстракты таңдалды. Дайындалған сусын рецепті пайдалы қасиеттері мен дәмдік тартымдылығын біріктіретін заманауи сана стандарттарына сәйкес келеді. Жұмыс отандық функционалды сусындарды дамытуға ықпал етеді, бәсекеге қабілетті өнімдерді жасаудың практикалық шешімін ұсынады. Алынған нәтижелер одан әрі зерттеулер мен коммерциялық қолдану үшін ашық перспективаларды ашады.

Негізгі сөздер: сергітетін сусын, минералды тұздар, стевия, витаминдер, математикалық өңдеу, регрессия, корреляция.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТОНИЗИРУЮЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

З.Т. МАМЕТОВ*, А.К. КЕКИБАЕВА

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе Би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: mzt01@mail.ru

В настоящее время производство безалкогольных напитков является одним из хорошо развиваемых сегментов рынка. Производство направлено на получение напитков с разнообразными функциональными свойствами. Большинство потребителей отдают предпочтение новым, конкурентоспособным напиткам направленным не только на создание бодрящего эффекта, но и оздоровления организма в целом. Одним из видов таких напитков являются изотоники - это напитки, направленные на восполнение водно-солевого баланса в организме после активных, спортивных нагрузок. Целью работы является создание рецептуры напитка, направленного на восстановление водно-солевого баланса организма, с применением натуральных ингредиентов и сахарозаменителей. Методология исследования включает использование программ GRETL и MS Excel для математической обработки данных, расчета молярных масс солей и построения