Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ *CARTHAMUS TINCTORIUS L.* МЕТОДОМ ВЭЖХ

Дилфуза Сайфуллоевна Рахмонова
Ташкентский фармацевтический институт, докторант.
https://orcid.org/0009-0000-7534-9555
E-mail: dilfuzarakhmonova44@gmail.com

Манзура Тохировна Муллажонова
Ташкентский фармацевтический институт, канд. фармацевт. наук, доц., начальник отдела научных исследований, инноваций и подготовки научно-педагогических кадров
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Ключевые слова: *Carthamus tinctorius L.*, флавоноиды, ВЭЖХ, рутин, стандартизация.

Аннотация

В статье представлены результаты определения флавоноидных и фенольных соединений в 70%-ном этанольном извлечении растительного сырья *Carthamus tinctorius L.*, культивируемого в Узбекистане, методом ВЭЖХ. Анализ выполняли на системе Agilent 1200 с колонкой Eclipse XDB C18 при 254 и 276 нм. Дигидрокверцетин, рутин, розавин, лютеолин и салидрозид обнаружены в количестве 5,03; 9,14; 5,18; 0,89 и 5,69 мг/г соответственно.

Как цитировать

Рахмонова, Д. С., & Муллажонова , М. Т. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ CARTHAMUS TINCTORIUS L. МЕТОДОМ ВЭЖХ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Красильная сафлор (Carthamus tinctorius *L.*) — однолетнее масличное и красильное растение, относящееся к семейству Астровые (*Asteraceae*), или Сложноцветные (*Compositae*). Известно около 20–25 видов рода *Carthamus*, большинство из которых распространено в Средиземноморье, Западной и Центральной Азии. В качестве центров происхождения красильного сафлора указываются территории Эфиопии и Афганистана. Растение достигает 120 см в высоту, имеет прямостоячий, сильно разветвлённый стебель. Листья расположены на стебле очередно, имеют ланцетную форму, у некоторых сортов их края снабжены колючками. Цветки жёлтого, оранжевого или красновато-оранжевого цвета собраны в крупные соцветия-корзинки. Период цветения обычно приходится на июнь–август, а образование и созревание плодов — на август–сентябрь. В сельском хозяйстве преимущественно культивируется красильный сафлор (*Carthamus tinctorius L.*). Данный вид широко распространён как культурное растение, основной ареал которого охватывает степные и полупустынные зоны [1].

Согласно литературным данным, в мировой фармацевтической практике используются различные органы красильного сафлора, в том числе цветки и семена. В зарубежных странах применяются настои, настойки, отвары из цветков, масло семян, а также высушенное растительное сырьё на основе *Carthamus tinctorius L.* Наличие природных пигментов и биологически активных веществ в цветках растения повышает его значение для фармацевтической и пищевой промышленности. В фармацевтической промышленности Российской Федерации сафлор используется преимущественно в качестве компонента при производстве биологически активных добавок (БАД). В ряде зарубежных фармакопей имеются фармакопейные статьи, посвящённые

плодам и цветкам красильного сафлора. В частности, сведения о данном растительном сырье приведены в VI издании Европейской фармакопеи, Фармакопее Китайской Народной Республики (2008), Британской травяной фармакопее (1991, 1996), Британской фармакопее (2008), а также в American Herbal Pharmacopoeia (2008) [2].

В Узбекистане красильный сафлор также издавна применяется в народной медицине. Наличие в его составе биологически активных веществ различных групп, в том числе флавоноидов, фенольных соединений, пигментов и других природных метаболитов, обусловливает актуальность фармакогностического изучения данного растения. Особое значение имеют флавоноиды — группа природных соединений, характеризующихся антиоксидантными свойствами и играющих важную роль в формировании биологической активности и показателей качества растительного сырья. В связи с этим качественное и количественное определение флавоноидов и соединений фенольной природы в составе *Carthamus tinctorius L.*, изучение их компонентного состава и разработка методов стандартизации сырья имеют важное научно-практическое значение.

Для изучения химического состава растительного сырья широко применяются спектрофотометрические методы и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Спектрофотометрический метод позволяет оценивать общее содержание групп биологически активных веществ, тогда как метод ВЭЖХ обеспечивает высокую чувствительность и селективность при разделении, идентификации и количественном определении отдельных компонентов. Совместное применение данных методов позволяет получить более полную информацию о химическом составе растительного сырья.

С целью изучения биологически активных веществ, содержащихся в надземной части растения *Carthamus tinctorius L.*, были использованы спектрофотометрический метод и метод ВЭЖХ. В исследовании анализировали экстракты, приготовленные из надземной части растения, включающей листья, стебли и цветки. Для экстракции использовали растворы этанола концентрацией 50%, 60% и 70%, при этом сравнивали влияние концентрации растворителя на эффективность извлечения биологически активных веществ. В полученных хроматографических результатах были зарегистрированы пики, характерные для таких флавоноидов, как рутин, кверцетин и лютеолин. Кроме того, было установлено, что эффективность экстракции зависит не только от концентрации растворителя, но и от химического состава и физико-химических свойств растительного сырья.

Исходя из вышеизложенного, углублённое изучение биологически активных веществ надземной части красильного сафлора (*Carthamus tinctorius L.*), выявление флавоноидов и соединений фенольной природы, а также оценка их количественных показателей являются актуальными научными задачами. В связи с этим целью настоящей статьи является определение флавоноидов и соединений фенольной природы в надземной части растения *Carthamus tinctorius L.* методом ВЭЖХ, оценка их качественного и количественного состава и создание научной основы для фармакогностической стандартизации растительного сырья.

Цель исследования. Идентификация флавоноидов и фенольных соединений в составе растительного сырья Carthamus tinctorius L. методом ВЭЖХ, оценка их количественного содержания и характеристика хроматографического профиля сырья.

Материалы исследования. Объектом исследования являлась надземная часть растения красильного сафлора (*Carthamus tinctorius L.*). Образцы растения были собраны в июне–июле 2025 года на территории Ташкентской области в фазу цветения. В состав сырья входили листья, стебли и цветки растения. Собранные образцы очищали от посторонних примесей и высушивали при комнатной температуре в хорошо проветриваемом месте, защищённом от прямого солнечного света, с целью минимизации изменений содержания природных биологически активных веществ. Высушенное сырьё измельчали и хранили в плотно закрытых сухих ёмкостях при комнатной температуре, в условиях защиты от влаги и солнечного света. В последующих исследованиях использовали именно данную высушенную и измельчённую пробу сырья.

Для оценки эффективности экстракции использовали растворы этанола концентрацией 50%, 60% и 70%. По результатам предварительного хроматографического анализа было установлено, что в экстракте, полученном с использованием 60%-ного этанола, степень разделения пиков, характерных для некоторых флавоноидов, была более выраженной. Вместе с тем при выборе 70%-ного раствора этанола учитывалась возможность совместного анализа флавоноидов и других соединений фенольной природы в экстракте. В связи с этим для последующих количественных исследований был выбран экстракт, полученный с использованием 70%-ного этанола.

Результаты исследования. На хроматограмме образца *Carthamus tinctorius L.*, полученной с помощью диодно-матричного детектора (ДМД), при длинах волн 254 и 276 нм зарегистрировано множество хроматографических пиков (рис. 1). На хроматограмме образца отмечены маркеры рутин, розавин, лютеолин, салидрозид и дигидрокверцетин. По результатам хроматографического анализа наибольшим оказалось содержание рутина – 9,14 мг/г, содержание лютеолина составило 0,89 мг/г (табл. 1).

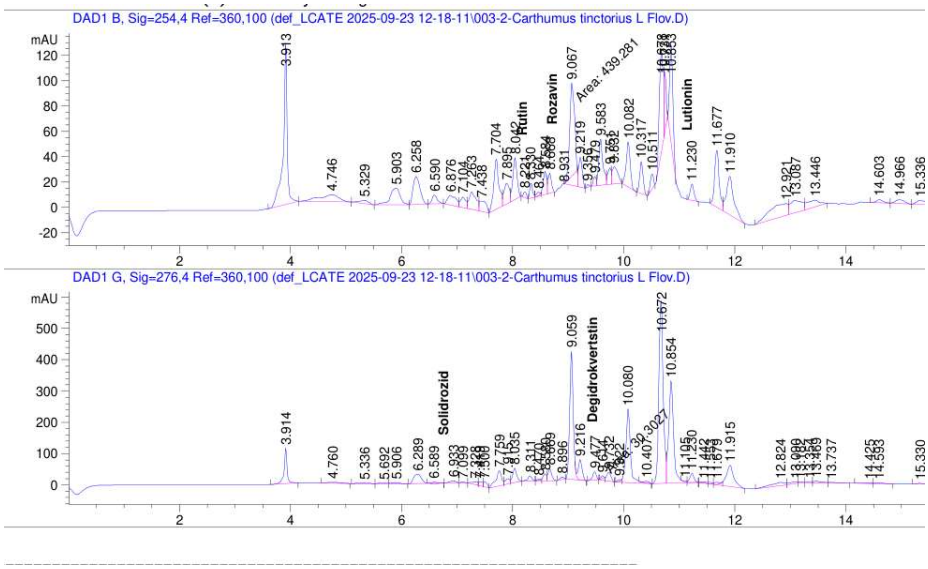


Рис. 1. ВЭЖХ-ДМД хроматограмма образца *Carthamus tinctorius L.* (254 и 276 нм).

Таблица 1. Содержание соединений, определённых в сырье *Carthamus tinctorius L.*

№	Определённое соединение	Содержание, мг/г
1	Дигидрокверцетин	5,03
2	Рутин	9,14
3	Розавин	5,18
4	Лютеолин	0,89
5	Салидрозид	5,69

При интерпретации результатов необходимо выделить один важный терминологический аспект: рутин, лютеолин и дигидрокверцетин относятся к соединениям флавоноидной природы; розавин и салидрозид, в отличие от флавоноидов, являются индикаторными соединениями группы фенольных гликозидов. Поэтому в статье они приведены как дополнительные фенольные соединения, характеризующие хроматографический профиль ВЭЖХ. Такой подход позволяет сохранить все определённые маркеры и точнее отразить химическую классификацию.

Хроматограммы стандартных веществ (рис. 2–6) продемонстрировали идентификационные возможности метода ВЭЖХ. По результатам анализа основной хроматографический пик розавина при 254 нм зарегистрирован при 9,156 мин, салидрозида – при 6,793 мин, дигидрокверцетина – около

8,595 мин. Для стандарта кверцетина в канале 254 нм наблюдался доминирующий пик со временем удерживания 10,781 мин. Поскольку исследуемый образец анализировали в другой аналитической серии и при обновлённых условиях хроматографического разделения, прямое сравнение абсолютных значений времён удерживания стандартов между разными сериями нецелесообразно. Поэтому основным критерием идентификации принято соответствие хроматограмм стандарта и образца, полученных в одной аналитической серии.

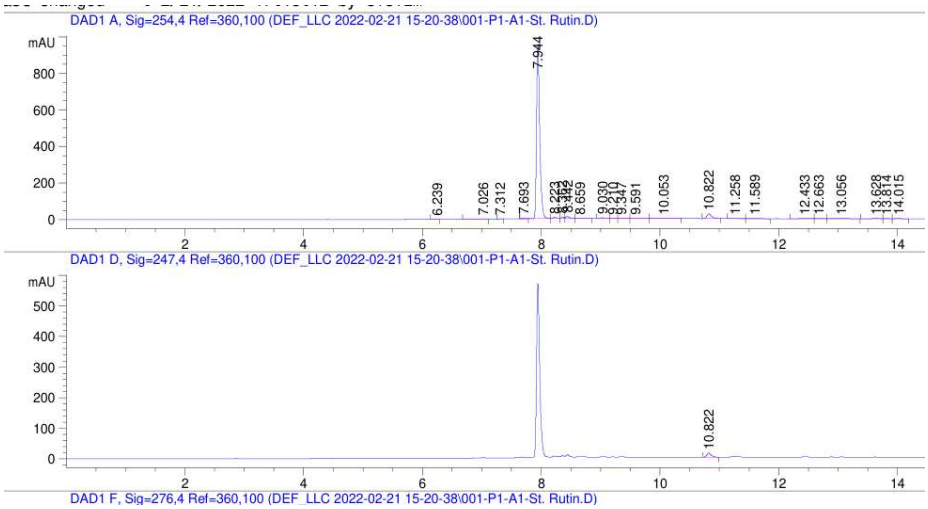


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца рутина.

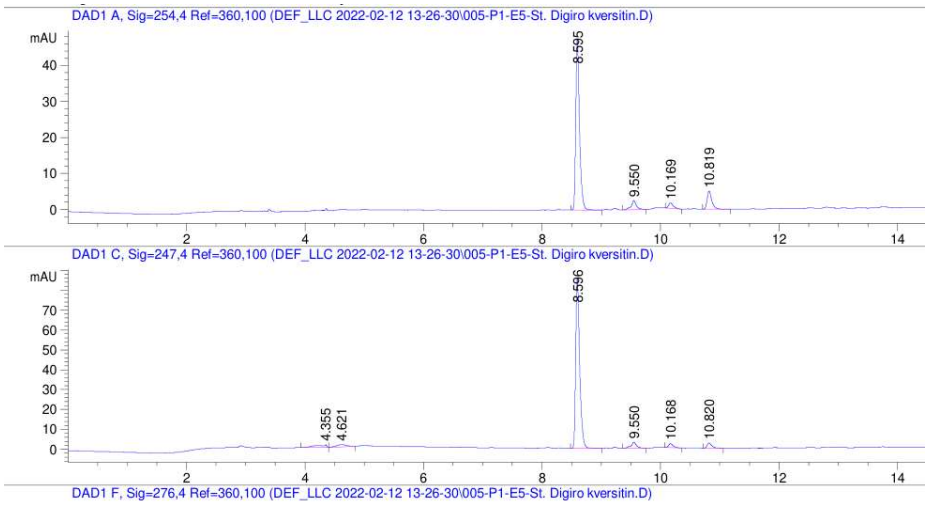


Рис. 3. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца дигидрокверцетина.

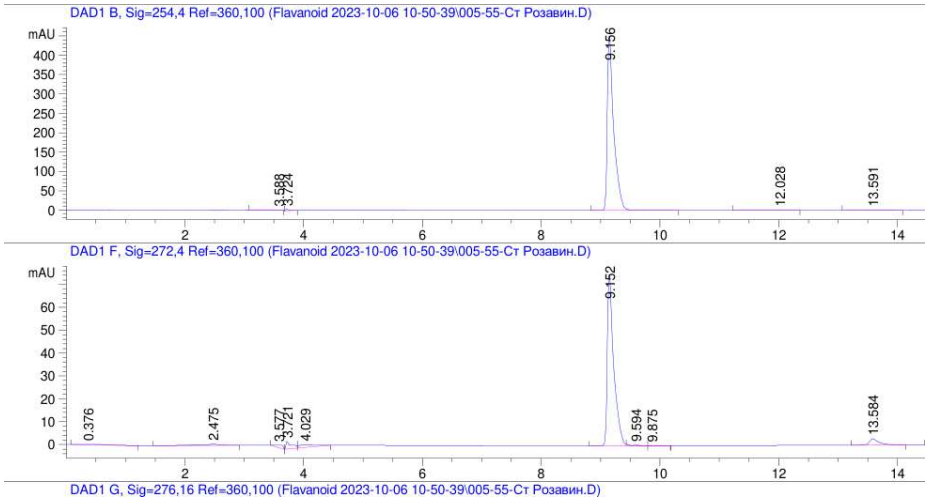


Рис. 4. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца розавина.

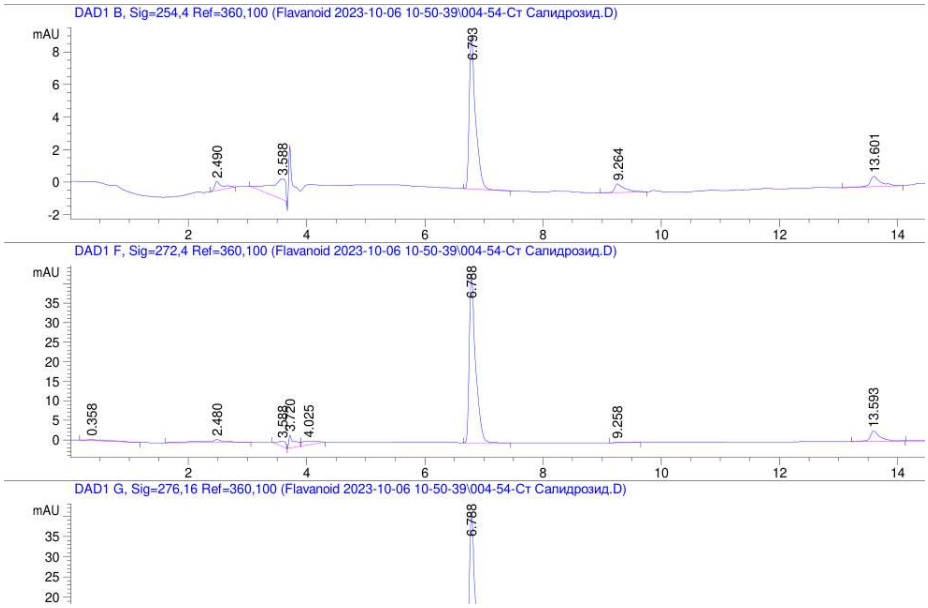


Рис. 5. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца салидрозида.

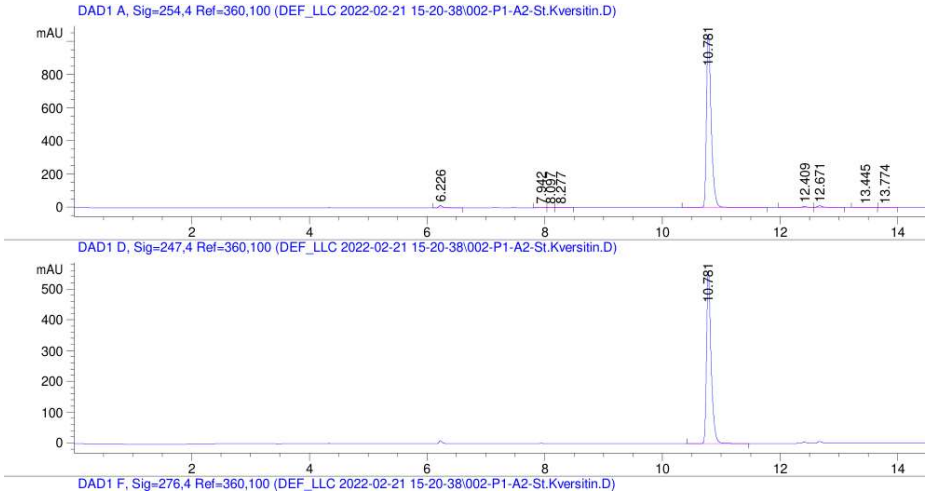


Рис. 6. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца кверцетина (дополнительный идентификационный стандарт)

В диссертационных материалах при сравнительном изучении этанольных извлечений 50%, 60% и 70% отмечено, что в 60%-ных этанольных извлечениях пики флавоноидов разделялись более чётко и интенсивно, а в извлечениях из цветков пики рутина, кверцетина и лютеолина были выше, чем в надземной части. Эти данные показывают, что условия экстракции и выбор органа растения существенно влияют на флавоноидный профиль.

Экспериментальная часть. *Подготовка образца.* В качестве объекта исследования использовали растительное сырьё *Carthamus tinctorius L.* Для анализа навеску образца 1,0 г взвешивали на аналитических весах, помещали в плоскодонную колбу вместимостью 300 мл и добавляли 50 мл 70%-ного этанола. Смесь интенсивно перемешивали при 70 °C в течение 1 ч на магнитной мешалке с обратным холодильником, затем экстракцию продолжали 2 ч при комнатной температуре. Смесь отстаивали и фильтровали. Остаток дважды повторно экстрагировали 25 мл 70%-ного этанола. Фильтраты объединяли и доводили 70%-ным этанолом до метки в мерной колбе вместимостью 100 мл. Раствор центрифугировали при 6000 об/мин в течение 20 мин, надосадочную жидкость использовали для хроматографического анализа.

Условия хроматографического анализа.

Хроматограф – Agilent-1200 с автодозатором;

Колонка – Eclipse XDB C18, 5 мкм, 4,6 × 250 мм, обращённо-фазовая;

Детектор – диодно-матричный детектор (ДМД);

Длины волн детектирования – 254 и 276 нм;

Скорость потока – 0,8 мл/мин;

Температура – 30 °C;

Объём вводимой пробы – 10 мкл;

Подвижная фаза – фосфатный буфер : ацетонитрил;

Градиент – 0–5 мин – 95:5; 6–12 мин – 70:30; 12–13 мин – 50:50; 13–15 мин – 95:5.

В хроматограф вводили сначала рабочие стандартные растворы, затем приготовленный раствор образца. Идентификацию проводили путём сравнения времён удерживания и откликов детектора пиков на хроматограммах стандарта и образца. Для определения количества вещества использовали выражение:

$$X = S_{об} \times 2 \times 200 \times 1000 / (S_{ст} \times 10 \times 1000)$$

Здесь:

$S_{об}$ – площадь пика образца,

$S_{ст}$ – площадь пика стандарта,

2 – концентрация стандартного образца,

10 – количество, введённое в хроматограф.

Вывод. Методом ВЭЖХ-ДМД проанализировано 70%-ное этанольное извлечение растительного сырья *Carthamus tinctorius L.* и получен многокомпонентный хроматографический профиль. В образце обнаружены дигидрокверцетин (5,03 мг/г), рутин (9,14 мг/г), розавин (5,18 мг/г), лютеолин (0,89 мг/г) и салидрозид (5,69 мг/г). Среди флавоноидных маркеров содержание рутина наибольшее, поэтому он может рассматриваться как перспективный аналитический маркер при стандартизации сырья *Carthamus tinctorius L.* Условия ВЭЖХ на основе системы Agilent-1200, колонки Eclipse XDB C18 и ДМД показали пригодность аналитического подхода для оценки фенольного профиля сырья. В дальнейших исследованиях целесообразно отдельно оценить валидационные характеристики метода: селективность, линейность, точность, повторяемость, пределы обнаружения (LOD) и количественного определения (LOQ).

Литературы

1. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (Carthamus tinctorius L.) : дис. ... канд. фарм. наук. – Самара, 2014. – 160 с.

2. Флора Узбекистана. – Ташкент : Изд-во АН УзССР. – Т. 5. – С. 340, 348.

3. Zhou Y.X., Chen Y., Ye X. et al. Carthamus tinctorius L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology // Frontiers in Pharmacology. – 2016. – Vol. 7. – P. 370. – DOI: 10.3389/fphar.2016.00370.
4. Nawaz H., Shad M.A., Rehman N. et al. Therapeutic potential of safflower (Carthamus tinctorius L.): A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 209. – P. 50–60. – DOI: 10.1016/j.jep.2017.07.024.
5. Lin L.C., Pai Y.F., Tsai T.H. Isolation of luteolin 7-O-glucoside and pharmacokinetics // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 7700. – DOI: 10.1021/jf505848z.
6. Carthamus tinctorius L. namuna xromatogrammasi va rutin, kversetin, digidrokversetin, rozavin hamda salidrozid standartlarining HPLC hisobotlari : taqdim etilgan laboratoriya materiallari.
7.O‘zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi, 2-nashr (2025).
8.Xian B. va hammualliflar (2022). Comprehensive review of two groups of flavonoids in Carthamus tinctorius L.
9.Wang S. va hammualliflar (2021). Chemical characterization of flavonoids and alkaloids in safflower (Carthamus tinctorius L.) by comprehensive two-dimensional hydrophilic interaction chromatography coupled with hybrid linear ion trap Orbitrap mass spectrometry