

June 2024

THE STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS OF ASTRAGALUS TURKESTANUS

Abdulaziz A. JANIBEKOV

Institute of the Chemistry of Plant Substances, Tashkent, Uzbekistan;Alfraganus university, Tashkent, Uzbekistan, j.aziz@mail.ru

G'ayrat B. SOTIMOV

Institute of the Chemistry of Plant Substances, Tashkent, Uzbekistan, dr.sotimov@mail.ru

Kamila R. ALLAMBERGENOVA

Karakalpak state university, Nukus, Karakalpakstan, Uzbekistan, k.r.allambergenova@gmail.com

Iroda F. QULSOATOVA

Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, IrodaF@mail.ru

Fazliddin S. JALILOV

Alfraganus university, Tashkent, Uzbekistan, dr.fazliddin@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>



Part of the [Bioresource and Agricultural Engineering Commons](#)

Recommended Citation

JANIBEKOV, Abdulaziz A.; SOTIMOV, G'ayrat B.; ALLAMBERGENOVA, Kamila R.; QULSOATOVA, Iroda F.; and JALILOV, Fazliddin S. (2024) "THE STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS OF ASTRAGALUS TURKESTANUS," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2024: No. 2, Article 9.

DOI: 10.34920/cce202429

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2024/iss2/9>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact zuchra_kadirova@yahoo.com.

THE STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS OF ASTRAGALUS TURKESTANUS

Abdulaziz A. JANIBEKOV^{1,4} (j.aziz@mail.ru)
G'ayrat B. SOTIMOV¹ (dr.sotimov@mail.ru)
Kamila R. ALLAMBERGENOVA² (k.r.allambergenova@gmail.com)
Iroda F. QULSOATOVA³ (IrodaF@mail.ru)
Fazliddin S. JALILOV⁴ (dr.fazliddin@gmail.com)
¹Institute of the Chemistry of Plant Substances, Tashkent, Uzbekistan
²Karakalpak state university, Nukus, Karakalpakstan, Uzbekistan
³Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
⁴Alfraganus university, Tashkent, Uzbekistan

The purpose of this study is to obtain an extract of *Astragalus turkestanus* with a high content of biologically active substances and the lowest content of associated substances. The factors influencing the process of extracting biologically active substances from the aerial parts of *Astragalus turkestanus* have been studied. It was established that the selective extractant is 70% ethyl alcohol, the optimal degree of grinding of the raw material is no more than 3-5 mm, the process temperature is 20-25 °C, it was extracted five times, while the time required for the first phase contact was 5 hours, the second - 3 hours, third - 2 hours, fourth and fifth - 1 hour.

Keywords: *Astragalus turkestanus*, extraction process, amount of biologically active substances, influence of the extractant

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ASTRAGALUS TURKESTANUS

Абдулазиз А. ЖАНИБЕКОВ^{1,4} (j.aziz@mail.ru)
Гайрат Б. СОТИМОВ¹ (dr.sotimov@mail.ru)
Камила Р. АЛЛАМБЕРГЕНОВА² (k.r.allambergenova@gmail.com)
Ирода Ф. КУЛСОАТОВА³ (IrodaF@mail.ru)
Фазлиддин С. ЖАЛИЛОВ⁴ (dr.fazliddin@gmail.com)
¹Институт химии растительных веществ, Ташкент, Узбекистан
²Каракалпакский государственный университет, Нукус, Каракалпакстан
³Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан
⁴Университет Альфрангус, Ташкент, Узбекистан

Целью настоящего исследования является получение экстракта *Astragalus turkestanus* с высоким содержанием биологически активных веществ и наименьшим содержанием сопутствующих веществ. Изучены факторы, влияющие на процесс извлечения биологически активных веществ из надземной части *Astragalus turkestanus*. Установлено, что избирательным экстрагентом является 70% этиловый спирт, оптимальная степень измельченной сырья не более 3-5 мм, температура процесса - 20-25 °C, экстрагировали пятькратно, при этом время, необходимое для первого контакта фаз составило 5 часов, второго - 3 часа, третьего - 2 часа, четвертого и пятого - 1 час.

Ключевые слова: *Astragalus turkestanus*, процесс экстракция, сумма биологически активных веществ, влияние экстрагента

ASTRAGALUS TURKESTANUSNING EKSTRAKSIYA JARAYONINI O'RGANISH

Abdulaziz A. JANIBEKOV^{1,4} (j.aziz@mail.ru)
G'ayrat B. SOTIMOV¹ (dr.sotimov@mail.ru)
Kamila R. ALLAMBERGENOVA² (k.r.allambergenova@gmail.com)
Iroda F. QULSOATOVA³ (IrodaF@mail.ru)
Fazliddin S. JALILOV⁴ (dr.fazliddin@gmail.com)
¹O'simlik moddalari kimyosi instituti, Toshkent, O'zbekistan
²Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, Qoraqalpoqston
³Toshkent Kimyo-texnologiyalar instituti, Toshkent, O'zbekistan
⁴Alfraganus universiteti, Toshkent, O'zbekistan

Ushbu tadqiqotning maqsadi *Astragalus turkestanus* qo'shimcha yot moddalardan tozalangan yuqori miqdordagi biologik faol moddalarning ekstraktini olishdir. *Astragalus turkestanus* o'simligining er uski qismidan biologik faol moddalarni ajratib olish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar o'rganildi. Tanlangan ekstragent 70% etil spirti, xom ashyoning optimal maydalik darajasi 3-5 mm, harorati 20-25 °C, besh marta ekstraksiya qilindi, birinchi faza uchun zarur bo'lgan vaqt 5 soat, ikkinchisi - 3 soat, uchinchisi - 2 soat, to'rtinchi va beshinchi - 1 soat elkanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: *Astragalus turkestanus*, ekstraksiya jarayoni, biologik faol moddalar yig'indisi, ekstragent ta'siri

DOI: 10.34920/cee202429

Введение

Процесс экстракция – один из древнейших методов выделения биологически активных веществ (БАВ) из природных растительных источников и в настоящее время остается

основным методом при получении БАВ. В научной лаборатории многообразие видов экстрагируемых органических веществ способствовало созданию и развитию большого разнообразия методов экстракции, которые при-

меняют не только для выделения БАВ из растительного сырья, но и для разделения смеси веществ и очистки индивидуальных органических соединений от примесей.

При получении экстрактов важнейшей задачей является – максимальное извлечение целевых продуктов и сохранение их биологической активности. Эффективность извлечения зависит от многих факторов, главным из которых является природа экстрагента, температура и продолжительность проведения процесса. В настоящее время извлечение БАВ производится как традиционными способами, такими как мацерация, дробная мацерация, перколяция, а также современными – экстракция в электромагнитном поле СВЧ, экстракция сверхкритическими флюидами, экстракция в субкритических условиях.

При экстракции растительного сырья выбор экстрагента зависит от поставленной задачи извлечения целевых компонентов. Это могут быть водно-этанольные смеси, другие органические растворители: гексан, ацетонитрил, метанол, а также последовательная комбинация спиртовых [1, 2].

Лекарственные средства, получаемые из растительного сырья, не имеют равноценных синтетических заменителей. Этот факт объясняется тем, что многие природные соединения (флавоноиды, сапонины и др.), несмотря на высокий уровень развития органической химии, синтезировать пока либо невозможно, либо экономически невыгодно. Вместе с тем даже при возможности синтеза таких соединений фитопрепараты обладают преимуществами благодаря наличию комплексов основных веществ с сопутствующими веществами, усиливающими их биологическую активность. Кроме того, препараты растительного происхождения содержат вещества, созданные в живой системе, и поэтому могут органично участвовать в обменных процессах человеческого организма, что позволяет применять их при хронических заболеваниях в течение длительного времени. Именно по этой причине препараты из растительного сырья, как правило, менее аллергенны, чем синтетические лекарственные средства. Они обладают рядом неоспоримых достоинств: низкой токсичностью, легкой усвояемостью человеческим организмом, возможностью длительного их при-

менения без риска возникновения побочных явлений, мягкостью и надежностью действия [3].

Особое внимание привлекают представители растений крупнейшего рода Астрагал (*Astragalus*). К настоящему времени в научной литературе имеются данные, доказывающие, что извлечения из отдельных видов растений рода *Astragalus* обладают антидепрессивной, антистрессорной, иммунокорректирующей, противомикробной и другими видами активности [4]. Получаемые из листьев и цветов растения *Astragalus falcatus* флавоноиды производят – флаворин, применяемый при лечении всевозможных заболеваний почек [5, 6].

Изучены технологические параметры сырья, разработаны оптимальные условия экстракции, методики количественного определения суммы флавоноидов в экстрактах из листьев гинкго билоба, травы *A. falcatus* валидированы [7].

Республика Узбекистан, расположенная в Центральной Азии, также отличается богатством видов рода *Astragalus*. В третьем томе «Флоры Узбекистана» приводится 254 вида [8]. По составлению новой электронной базы данных флоры Узбекистана, в 2014 году дополнили флору Узбекистана с новыми видами *Astragalus* и теперь содержит 268 видов [13].

В Узбекистане также ведутся исследования по изучению лекарственных растений рода *Astragalus*, выделению из них биоактивных веществ, изучению их фармакологического действия. В результате проведенных исследований, изучен ряд отечественных лекарственных растений и разработаны технологии выделения содержащихся в них биологически активных веществ [9, 10].

A. pteroccephalus является источником тритерпеновых гликозидов. Основным гликозидом циклоартанового ряда по содержанию является циклосиверсиозид F. Разработаны оптимальные условия выделения и разделения суммы экстрактивных веществ с целью получения индивидуального гликозида. Для получения индивидуального биологически активного соединения с 95% чистотой предложена методика экстракции метанолом, концентрирование и разбавление равным объемом воды. Затем последовательное извлечение из водного экстракта хлороформом, этилацетатом и бутанолом.

Далее – хроматографическое разделение очищенной суммы экстрактивных веществ на колонке с силикагелем, выделение субстанции и осаждение из системы растворителей перекристаллизацией и сушкой [11].

Разработана технология получения спирто-водного извлечения из астрагала серпоплодного методом дробной экстракции. Изложена технология процесса экстракции. Выбран метод дробной экстракции с использованием двух частей экстрагента. Описаны технологические характеристики спирто-водного извлечения после сгущения [12].

Особый интерес представляет объект нашего исследования – Астрагал туркестанский (*Astragalus turkestanus* Eug. Korr. et M. Pop.). многолетняя трава (сем. Бобовых – Fabaceae). Произрастает на каменистых и мелко земных склонах в среднем поясе гор Ташкентской, Самаркандской и Сурхандарьинской областей Узбекистана [8].

Ранее из растения *A. turkestanus* идентифицировали 7-метокси кемперол-3-О- α -L-арабинозил-(1 \rightarrow 6)- β -D-галактопиранозид, D-пинитол, β -ситостерол и ситостерол-3-О- β -D-глюкозид и исследовано молекулярного моделирования *in silico* было проведено на α -

глюкозидазе для оценки ингибирующей α -глюкозидазы активности выделенных соединений. Эти соединения могут предложить многообещающие природные антигипергликемические средства без какой-либо выраженной токсичности, что может быть полезным в фармацевтической промышленности [14].

Принимая во внимание специфическую биологическую активность *A. turkestanus* и достаточные запасы его сырья, разработка технологиями сухого экстракта надземной части данного растения представляется актуальной задачей, решение которой расширит арсенал отечественных лекарственных средств седативного и сердечно-сосудистого действия.

Целью настоящего исследования является получение экстракта *Astragalus turkestanus* с высоким содержанием биологически активных веществ и наименьшим содержанием сопутствующих веществ.

Объекты и методы исследования

Для разработки технологии получения биологически активных веществ из надземной

части *A. turkestanus* технологический цикл исследовали по стадиям.

В качестве сырья использовалась растени *A. turkestanus*, произрастающей в Ташкентской области.

Проведена экстракция сырья этиловым спиртом с концентрацией от 50% до 90%.

Осуществлялась многократная экстракция сырья различной степени измельчения.

Сырье измельчали (КДУ-2.0-1 «Украинка») и просеивали через сито с различными диаметрами отверстий. Из каждой партии брали по 0,5 кг сырья и загружали в экстракторы следующим образом: в первый экстрактор – измельченное сырье с размером частиц менее 0,5-1 мм, во второй – 1-3 мм, в третий – 3-5 мм, в четвертый – 5-7 мм и в пятый экстрактор загружали 8-10 мм сырье.

Для установления температурного режима по 0,5 кг измельченной надземной части *A. turkestanus* с размерами частиц 3-5 мм загружали в четыре экстрактора, заливали 70% этиловым спиртом до образования «зеркала». Экстракцию в первом экстракторе проводили при 10-15 °С температуре, экстракцию во втором экстракторе – при 15-20 °С, в третьем – при 20-25 °С, в четвертом – 25-30 °С, в пятом – 30-35 °С. Экстракцию при температуре свыше 35

°С не проводили, т.к. испаряемость спирта резко возрастает. Полученные сгущенные экстракты анализировали спектрофотометрическим методом при длине волны 240-285 нм и 300-400 нм (УФ-спектрофотометр Shimadzu UV-1280 (Япония) (кювета 1×1)).

Результаты и обсуждение

Влияние размера частиц сырья, температуры и экстрагента на выход суммы биологически активных веществ из *A. turkestanus* представлено в таблице 1.

С целью разработки способа удаления сопутствующих веществ из экстракта гидрофобного характера был проведен ряд опытов, на основе результатов выявили, что при обработке экстракта этилацетатом выход липофильных веществ и суммы флавоноидных веществ наибольший относительно других рассматриваемых растворителей. При обработке экстракта бензином потери суммы флавоноидных веществ меньше, однако способность извлечения сопутствующих веществ мала. При обработке экс-

Таблица 1

Влияние размера частиц сырья, температуры и экстрагента на выход суммы биологически активных веществ из *A. turkestanus*

№	Размеры частиц, мм	Экстрагент C ₂ H ₅ OH, %	Выход, % от массы сырья суммы биологически активных веществ при температуре, °C				
			10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Опыт							
1	8-10		4.24	6.34	8.34	8.43	8.53
2	5-7		4.46	6.46	8.46	8.64	8.74
3	3-5	50	5.32	7.32	9.03	9.10	9.18
4	1-3		5.43	7.43		8.85	8.93
5	0.5-1		5.03	7.03	8.65	8.75	8.85
1	8-10		5.43	7.44	8.41	8.45	8.54
2	5-7		5.64	7.64	8.62	8.64	8.76
3	3-5	60	6.23	8.33	9.32	9.45	9.47
4	1-3		6.13	8.21		9.23	9.33
5	0.5-1		6.03	8.10	9.13	9.23	9.28
Опыт							
1	8-10		5.66	7.38	8.35	8.37	8.44
2	5-7		5.76	7.53	8.56	8.66	8.70
3	3-5	70	6.32	8.22	9.43	9.39	9.42
4	1-3		6.43	8.13		9.25	9.43
5	0.5-1		6.05	8.09	9.21	9.03	9.03
Опыт							
1	8-10		3.21	5.14	7.34	7.45	7.54
2	5-7		3.37	5.36	7.32	7.56	7.61
3	3-5	80	4.48	6.48	8.46	8.49	8.52
4	1-3		4.39	6.31		8.43	8.55
5	0.5-1		4.10	6.23	8.03	8.12	8.18
Опыт							
1	8-10		3.19	5.12	7.14	7.24	7.35
2	5-7		3.36	5.28	7.26	7.44	7.46
3	3-5	90	4.32	6.32	8.34	8.36	8.42
4	1-3		4.27	6.23		8.13	8.25
5	0.5-1		4.07	6.15	8.09	8.15	8.16

Таблица 2

Влияние экстрагента на выход суммы биологически активных веществ из *A. turkestanus*

70 % спиртовый экстракт	Обработка экстракта	Выход, % от массы сырья суммы биологически активных веществ
		Хлороформ
	Дихлорметан	3.98
	Бензин	4.93
	Этилацетат	5.75
	Бутанол	6.08

тракта хлороформом и дихлорметаном, чем хлороформ результатах показал дихлорметан хорошо извлекают сопутствующие вещества (табл. 2).

Для обработки рационального режима извлечения суммы флавоноидов из сырья проведены опыты, исследующие кинетику экстракции.

По 0.1 кг измельченной надземной части *A. turkestanus* загружали в шесть экстракторов и заливали отмеренным количеством 70% этилового спирта. Сливы производили последовательно с интервалом в 1 ч: из первого экстрактора – через 1 ч, из второго – через 2 ч, из третьего – через 3 ч и так далее. В шести образцах экстрактов, полученных с различным временем настаивания, определяли содержание суммы флавоноидов. При этом определяли фазовое равновесие при первом контакте фаз.

Для установления фазового равновесия при втором контакте опыты проводили в следующих условиях. По 0.1 кг измельченного сырья экстрагировали в шести экстракторах в течение 5 ч. Экстракты сливали и заливали новыми порциями растворителя. Через каждый 1 ч сливали извлечение из соответствующего экстрактора, чтобы определить изменение концентрации суммы флавоноидов.

Чтобы определить продолжительность процесса при третьем контакте фаз, такое же количество растительного сырья экстрагировали дважды (5 и 3 ч) до равновесия в системе. Затем уточняли время, необходимое для достижения фазового равновесия. Аналогично определяли фазовое равновесие при четвертом и пятом контактах фаз (рис.).

Исследования по подбору растворителя для экстракции суммы биологически активных веществ из н/ч *A. turkestanus* при комнатной температуре показали, что 70% этиловый спирт хорошо извлекает экстрактивные вещества (табл. 1).

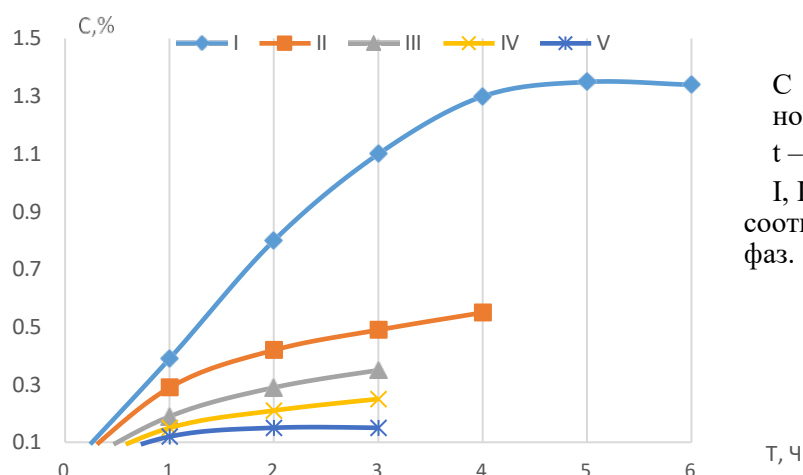
Установлено, что при измельчении сырья до 0.5–1 мм суммы биологически активных

веществ извлекались быстрее, однако выделенный экстракт был мутным и трудно осветлялся. Наилучшие показатели отмечены при использовании сырья с размерами частиц 3–5 мм, что достаточно для нормального проведения экстракции (табл. 1).

Из таблицы 1 также следует, что при экстракции суммы биологически активных веществ 70% этиловым спиртом из сырья размерами частиц 3–5 мм с повышением температуры выход экстрактивных веществ увеличивается, но количество суммы флавоноидных гликозидов почти не меняется. Это объясняется тем, что увеличение температуры отрицательно влияет на чистоту экстракта, увеличивая извлечение балластных веществ. Таким образом, экстрагирование суммы биологически активных веществ 70% этиловым спиртом при комнатной температуре (20–25 °С) является оптимальным.

Однако после обработки дихлорметаном в водном растворе остается сопутствующие вещества, которые далее при хроматографической очистке приводит к дополнительному контролю. Поэтому считаем целесообразным удаление сопутствующих веществ на этой стадии. Установили, что сопутствующих веществ хорошо извлекается этилацетатом. Однако из таблицы 2 следует, что при обработке этилацетатом потери суммы флавоноидов больше, чем хлороформа.

При очистке биологически активных веществ методом экстракции в системе жидкость – жидкость иногда происходит переход заметного количества основного вещества из раствора в органический растворитель, это про-



С - концентрация суммы флавоноидов;
 t – время, ч;
 I, II, III, IV, V -
 соответственно 1-2-3-4-5-й контакты фаз.

Кинетика экстракции суммы флавоноидов н/ч *A. turkestanus*.

исходит за счет увеличения его растворимости в присутствии значительного количества гидрофобных веществ. Для снижения потерь основного вещества и достижения максимальной чистоты обрабатываемого раствора предлагаем схему последовательной обработки водного раствора неполярными растворителями и затем более полярными растворителями, в частности сначала экстракционным дихлорметаном, затем этилацетатом. Установили, что при обработке концентрированного и разбавленного водой экстракта экстракционным дихлорметаном удаляется максимальное количество липидоподобных соединений наименьшими потерями суммы флавоноидов. Из предварительно очищенного раствора сопутствующих веществ извлекали этилацетатом, потом очищенный водный часть экстрагировали бутанолом и хорошо извлекали не только тритерпеноидов, в том числе суммы флавоноидов с выходом 6,08% от массы сырья.

По результатам проведенных опытов установлено, что для достижения равновесной концентрации при первом контакте фаз необходимо 5 ч, при втором – 3 ч, при третьем – 2 ч, при четвертом и пятом контактах фаз -1 ч (рис. 1).

Заключение

Изучен процесс экстракции суммы

тритерпеноидов и флавоноидов из н/ч *A. turkestanus*. Установлено, что для эффективной экстракции сырья необходимо измельчать до размера частиц 3–5 мм, затем пятикратно экстрагировать 70% этиловым спиртом при комнатной (20–25 °С) температуре. При этом степень извлечения составляет 6.08 %, что вполне приемлемо для стадии экстракции.

Для практически исчерпывающего удаления сопутствующих веществ из концентрированного и разбавленного водой экстракта предложена методика, заключающаяся в трехкратной обработке дихлорметаном, а затем трехкратной обработке этилацетатом, а потом пятикратной обработке бутанолом в объемном соотношении водный раствор – экстрагент 1:1, позволяющий снизить потери суммы флавоноидов.

Для достижения равновесной концентрации при первом контакте фаз необходимо 5 ч, при втором – 3 ч, при третьем – 2 ч, при четвертом и пятом контактах фаз -1 ч

Разработана технология получения субстанции флавоноидов из н/ч *A. turkestanus*, обеспечивающая получение стабильного по качеству и составу готового продукта.

Благодарность

Работа выполнена в рамках базовой бюджетной тематики ИХРВ АН РУз.

REFERENCES

1. Makarova N.V., Ignatova D.F., Ereemeeva N.B. Vliyaniye tekhnologii ekstragirovaniya na sodержaniye fenolov, flavonoidov i uroven' antioksidantnoy aktivnosti dlya plodov shipovnika (Rosa l.), kory duba (Quercus robur l.), kornya revenya (Rheum officinale), kornya zhen'shenya (Panax l.), pochek berezy (Betula l.) [The influence of extraction technology on the content of phenols, flavonoids and the level of antioxidant activity for rose hips (Rosa l.), oak bark (Quercus robur l.), rhubarb root (Rheum officinale), ginseng root (Panax l.), birch buds (Betula l.)]. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2020, 3, 271–278. DOI: 10.14258/jcprm.2020036608
2. Ivanova V.D., Karyaka N.S. [New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials. Materials of the V All-Russian Conference]. Barnaul, Altay University Publ., 2012, 206–208. (In Russ.).
3. Bogatyreva Z.N., Stepanova E.F. Tekhnologiya polucheniya spirito-vodnogo izvlecheniya iz Astragalus Serpoplodnogo metodom drobnoy ekstraksii [Technology for producing alcohol-aqueous extract of Astragalus Falcatus method of fractional extraction]. *Farmatsiya*, 2016, 33(5), 153–156.
4. Ross S.M. Resistance for strength: the role of phytochemistry adaptogens in stress management. *Holist. Nurs. Pract.*, 2020, 34(5), 314–317. DOI: 10.1097/HNP.0000000000000408
5. Gosudarstvenniy reyestr lekarstvennix sredstv [Elektronniy resurs]. URL: <http://www.grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx> (accessed 19.03.2018)
6. Registr lekarstvenniy sredstv RLS [Elektronniy resurs]. URL: <https://www.rlsnet.ru/> (accessed 19.03.2018)
7. Ogay MA, Kovtun EV, Chakhirova AA, et al. Razrabotka i issledovaniye fitoekstraktov, sodержashchikh flavonoidy [Development and investigation of phytoextracts containing flavonoids]. *Research Result. Medicine and Pharmacy*, 2018, 4(2), 90–103. DOI: 10.18413/2313-8955-2018-4-2-0-10.
8. Goncharov N.F. Rod *Astragalus L.* *Flora Uzbekistana* [Genus *Astragalus L.* Flora of Uzbekistan]. Tashkent, AN UzbSSR Publ., 1955. Vol. 3, 473–686
9. Naubeev, T.K., Uteniyazov, K.K., Isaev, M.I. et al. Structure of cycloquinoside a from the aerial part of *Astragalus chivensis*. *Chem Nat Compd.* 2012, 48, 810–812. <https://doi.org/10.1007/s10600-012-0389-8>
10. Isaev, I.M., Agzamova, M.A. & Isaev, M.I. Triterpene glycosides from *Astragalus* and their genins. XCI. Chemical transformation of cycloartanes. X. Syntheses based on cycloalpioside D and cycloalpigienin D. *Chem Nat Compd.* 2012, 47, 947–954. <https://doi.org/10.1007/s10600-012-0111-x>
11. Agzamova M.A., Khalilov R.M., Janibekov A.A. Khromatograficheskiy analiz tsiklosiversionozida F [Chromatographic analysis of cyclosiversionozide F]. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, (2), 267–274. DOI: 10.14258/jcprm.2021028314
12. Bogatyreva Z.N., Stepanova E.F. Technology for producing alcohol-aqueous extract of *Astragalus Falcatus* method of fractional extraction. *Nauchnie vedomosti BelGU. Seriya Meditsina. Farmatsiya*, 2016, 33(5), 153–156.
13. Tojibaev K., Beshko N., Turginov O., Mirzalieva D. *New records for Fabaceae in the flora of Uzbekistan. Flora Mediterranea*, 2014, 24, 5–15.
14. Janibekov A.A., Youssef F.S., Ashour M.L., Mamadalieva N.Z. New flavonoid glycosides from two *Astragalus* species (Fabaceae) and validation of their antihyperglycaemic activity using molecular modelling and in vitro studies. *Industrial Crops & Products*, 2018, 118, 142–148. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.03.034