

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

3-2022

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

FarDU. ILMİY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК.ФЕРГУ

Muassis: Farg'ona davlat universiteti.

«FarDU. ILMİY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ» "Scientific journal of the Fergana State University" jurnali bir yilda olti marta elektron shaklda nashr etiladi.

Jurnal filologiya, kimyo hamda tarix fanlari bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnaldan maqola ko'chirib bosilganda, manba ko'rsatilishi shart.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 2020 yil 2 sentabrda 1109 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Muqova dizayni va original maket FarDU tahririy-nashriyot bo'limida tayyorlandi.

Tahrir hay'ati

Bosh muharrir
Mas'ul muharrir

SHERMUHAMMADOV B.SH.
ZOKIROV I.I

FARMONOV Sh. (O'zbekiston)
BEZGULOVA O.S. (Rossiya)
RASHIDOVA S. (O'zbekiston)
VALI SAVASH YYELEK (Turkiya)
ZAYNOBIDDINOV S. (O'zbekiston)

JEHAN SHAHZADAH NAYYAR (Yaponiya)
LEEDONG WOOK. (Janubiy Koreya)
A'ZAMOV A. (O'zbekiston)
KLAUS XAYNSGEN (Germaniya)
BAXODIRXONOV K. (O'zbekiston)

G'ULOMOV S.S. (O'zbekiston)
BERDISHEV A.S. (Qozog'iston)
KARIMOV N.F. (O'zbekiston)
CHESTMIR SHTUKA (Slovakiya)
TOJIBOYEV K. (O'zbekiston)

Tahririyat kengashi

QORABOYEV M. (O'zbekiston)
OTAJONOV S. (O'zbekiston)
O'RINOV A.Q. (O'zbekiston)
KARIMOV E. (O'zbekiston)
RASULOV R. (O'zbekiston)
ONARQULOVA K. (O'zbekiston)
YULDASHEV G. (O'zbekiston)
XOMIDOV G'. (O'zbekiston)
DADAYEV S. (O'zbekiston)
ASQAROV I. (O'zbekiston)
IBRAGIMOV A. (O'zbekiston)
ISAG'ALIYEV M. (O'zbekiston)
TURDALIYEV A. (O'zbekiston)
AXMADALIYEV Y. (O'zbekiston)
YULDASHOV A. (O'zbekiston)
XOLIQOV S. (O'zbekiston)
MO'MINOV S. (O'zbekiston)
MAMAJONOV A. (O'zbekiston)

ISKANDAROVA Sh. (O'zbekiston)
SHUKUROV R. (O'zbekiston)
YULDASHEVA D. (O'zbekiston)
JO'RAYEV X. (O'zbekiston)
KASIMOV A. (O'zbekiston)
SABIRDINOV A. (O'zbekiston)
XOSHIMOVA N. (O'zbekiston)
G'OFUROV A. (O'zbekiston)
ADHAMOV M. (O'zbekiston)
XONKELDIYEV Sh. (O'zbekiston)
EGAMBERDIYEVA T. (O'zbekiston)
ISOMIDDINOV M. (O'zbekiston)
USMONOV B. (O'zbekiston)
ASHIROV A. (O'zbekiston)
MAMATOV M. (O'zbekiston)
SIDDIQOV I. (O'zbekiston)
XAKIMOV N. (O'zbekiston)
BARATOV M. (O'zbekiston)

Muharrir: Sheraliyeva J.

Tahririyat manzili:

150100, Farg'ona shahri, Murabbiylar ko'chasi, 19-uy.
Tel.: (0373) 244-44-57. Mobil tel.: (+99891) 670-74-60
Sayt: www.fdu.uz. Jurnal sayti

Bosishga ruxsat etildi:
Qog'oz bichimi: - 60x84 1/8
Bosma tabog'i:
Ofset bosma: Ofset qog'ozi.
Adadi: 10 nusxa
Buyurtma №

FarDU nusxa ko'paytirish bo'limida chop etildi.

Manzil: 150100, Farg'ona sh., Murabbiylar ko'chasi, 19-uy.

Farg'ona,
2022.

E.Bozorov, M.Axmadjonov Tibbiyot elektronikasi fanining samaradorligini oshirishida "hamkorlikda" o'qitish texnologiyasining o'rni	233
N.Abdukarimova, Sh.Shuxratov Texnik mexanika fanini texnologik ta'lim yo'nalishida o'qitish uslubiyoti	238
N.Raxmatova, Sh.Shuxratov Texnologiya ta'limida innovatsion yondoshuv asosida o'quvchilarda texnologik kompetensiyalarni shakllantirish	242
B.Mamatojyeva, Sh.Shuxratov Yog'och materiallaridan murakkab bo'lmagan detallar va buyumlar tayyorlash texnologiyasi	248
Sh.Ashirov, D.Mirzayev Akademik litseylarda fizika fanini o'qitishda integrativ darslar mazmunini takomillashtirish	253

KIMYO

D.Abbasova, A.Ibragimov, O.Nazarov Ephedra Equisetina bunge o'simligidan ajratib olingan efedrin alkaloidi.....	257
M.Ismoilov Qatronlar va neft kislotalari uchun adsorbentlar	262
N.Dexkanova, E.Abduraxmonov, F.Raxmatkariyeva, N.Jamoliddinova, Nax seolit vodorod sulfid adsorbsiya termodinamikasi	267
H.Qurbonov, M.Rustamov, D.Gafurova, M.Mirzoxidova Poliakrilonitril asosida yong'inga chidamli polimer mato olish	274
I.Asqarov, M.Akbarova, Z.Smanova Qon bosimining oshishi kasalligida ishlatiladigan sintetik dorilarning inson organizmiga ta'siri	279
I.Askarov, N.Tulakov, Z.Abduraimov, N.Islamova 1'-karboksiferrotsenil tiokarboksamid sintezi	283
H.Rahimova, A.Ibragimov <i>Phlomoidea Canescens</i> o'simligining uchuvchan moddalarini tadqiq etish	289
N.Qutlimuratov Mahalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan anionitning kimyoviy barqarorligi va sorbsion xossasi.....	293
M.Jo'rayev, S.Xushvaqto'v Polivinilxlorid plastik asosida olingan sorbentning fizik-kimyoviy xossalari	299
I.Asqarov, G'.Madrahimov, M.Xojimatov O-ferrotsenil benzoy kislotasini ayrim hosilalarining biologik faolligini o'rganish.....	304
S.Mukhammedov, I.Askarov, Kh.Isakov, M.Mamarakhmonov Furfurolidenkarbamidning elektron tuzilishi va kvant-kimyoviy xisobi	308
O.Tursunmuratov, D.Bekchanov Vermikulit asosida olingan yangi ionitga cu^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi	311
M.Ismoilov Karaulbozor neft fraksiyalarini tahlili	315
M.Axmadaliyev, N.Yakubova Ishqoriy muhitda furfurolning kondensatsiyalanishi	322
B.Nu'monov Fosforkislotali-gipsli bo'tqasini koversiyalash asosida kompleks o'g'itlar olish	328
Sh.Yarmanov, S.Botirov, D.Bekchanov Tabiiy polimerlar asosida biosorbentlar olinishi va qo'llanilishi.....	335
G'.Xayrullayev, Sh.Kadirova, B.Torambetov, S.Botirova, Sh.Mavlonova 3,3'-disulfanidilbis (1 <i>h</i> -1,2,4-triazol-5-amin) sintezi.....	341

GEOGRAFIYA

Y.Axmadaliyev Mahalliy aholining shaharsozlik an'alarida landshaft omilining o'rni	346
K.Boymirzayev, H.Naimov Farg'ona botig'i yoyilma landshaftlarining geografik o'rganilishi va tadqiq etilishi	352

EPHEDRA EQUISETINA BUNGE
O'SIMLIGIDAN AJRATIB OLINGAN EFEDRIN ALKALOIDI

АЛКАЛОИД ЭФЕДРИН ВЫДЕЛЕННЫЙ ИЗ РАСТЕНИЯ
EPHEDRA EQUISETINA BUNGE

ALKALOID EPHEDRINE EXTRACTED FROM PLANT
EPHEDRA EQUISETINA BUNGE

**Аббасова Динара Зокиржановна¹, Ибрагимов Алиджан Аминович²,
 Назаров Отабек Мамадалиевич³**

¹Аббасова Динара Зокиржановна

–преподаватель кафедры химии Ферганского государственного университета.

²Ибрагимов Алиджан Аминович

–д-р хим. наук, профессор кафедры химии Ферганского государственного университета.

³Назаров Отабек Мамадалиевич

–доктор философии по химическим наукам (PhD), доцент кафедры химии Ферганского государственного университета.

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot xromatografik va spektroskopik usullardan foydalangan holda biologik faol ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish va tavsiflash uchun olib borildi. Ephedra equisetina Bunge o'simligi O'zbekiston Respublikasining Farg'ona viloyatida yig'ib olingan. Turlarning mansubligi gerbariy namunasi bilan solishtirish orqali aniqlandi. O'simlik tarkibiy qismlarini ajratish uchun Ephedra equisetina etil spirti bilan ekstraksiya qilindi. Efedrin alkaloidi birinchi marta o'zbek florasi populyatsiyasiga tegishli Ephedra equisetina Bunge yer ustki qismining spirtli ekstraktidan xromatografiya usullari yordamida ajratib olingan. Alkaloidning tuzilishi IQ, ¹H va ¹³C NMR, shuningdek, HSQC, HMBC spektroskopiyasi yordamida o'rnatildi. O'zbekiston Respublikasi Farg'ona viloyatida o'sadigan Ephedra equisetina Bunge o'simligining alkaloid tarkibi birinchi marta o'rganildi.

Аннотация

Настоящее исследование было проведено для выделения и характеристики биологически активных вторичных метаболитов с использованием хроматографических и спектроскопических методов. Растение Ephedra equisetina Bunge было собрано в Ферганской области Республики Узбекистан. Видовая принадлежность определялась сопоставлением с гербарным образцом. Для выделения компонентов растения Ephedra equisetina было экстрагировано этиловым спиртом. Методами хроматографии из спиртового экстракта наземной части Ephedra equisetina Bunge, из популяции Узбекской флоры впервые выделен алкалоид эфедрин. Структура алкалоида была установлена с помощью ИК, ЯМР ¹H и ¹³C, а также HSQC, HMBC спектроскопии. Впервые изучен алкалоидный состав Ephedra equisetina Bunge произрастающей в Ферганской области Республики Узбекистан.

Abstract

The present study was carried out to extract and characterize biologically active secondary metabolites using chromatographic and spectroscopic methods. The plant Ephedra equisetina Bunge was collected in Fergana region of the Republic of Uzbekistan. The species affiliation was determined by comparison with the herbarium specimen. To isolate the plant components, Ephedra equisetina was extracted with ethyl alcohol. Ephedrine alkaloid was isolated for the first time from an alcoholic extract of the aerial part of Ephedra equisetina Bunge, from the population of the Uzbek flora, using chromatography methods. The structure of the alkaloid was established using IR, ¹H and ¹³C NMR, as well as HSQC, HMBC spectroscopy. For the first time, the alkaloid composition of Ephedra equisetina Bunge, which grows in the Fergana region of the Republic of Uzbekistan, has been studied.

Kalit so'zlar: *Ephedra equisetina Bunge; ekstraksiya; suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi; alkaloid; efedrin; IQ spektr; 1D va 2D NMR.*

Ключевые слова: *Ephedra equisetina Bunge; экстракция; жидкостно-жидкостная хроматография; алкалоид; эфедрин; ИК спектр; 1D и 2D ЯМР.*

Key words: *Ephedra equisetina Bunge; extraction; liquid-liquid chromatography; alkaloid; ephedrine; IR spectrum; 1D and 2D NMR.*

ВВЕДЕНИЕ

Род *Ephedra* (семейство *Ephedraceae*) включает 69 вида, четыре подвида и две признанные разновидности; распространенных в засушливых и полузасушливых районах Азии, Европы, Северной Африки (Сахара), юго-западе Северной Америки и Южной Америке [1]. Растения рода эфедры относятся к голосеменным растениям и являются одним из немногих голосеменных растений, приспособленных к засушливой среде. Растения эфедры вегетативно редуцируются с мелкими эфемерными листьями, фотосинтетическими сочлененными ветвями и семяпочками, которые растут внутри группы прицветников (шишек). Хвойники растут в виде кустарников или, реже, лиан, высота которых редко превышает 1,5 м [2]. Эфедра также традиционно используется для лечения таких заболеваний, как аллергия, бронхиальная астма, озноб, насморк, кашель, отеки, лихорадка, грипп, головные боли и заложенность носа [3]. Фитохимические исследования разных видов *Ephedra* привели к выделению многочисленных физиологически-активных компонентов, таких как алкалоиды, фенольные соединения, флавоноиды, лигнаны [1,4], а также проантоцианидины, производные аминокислот, изокумарины [1], танины, фенольные кислоты, терпеноиды и хиноны [4]. Изучены летучие органические соединения, идентифицированные во фракции эфирных масел [1].

Алкалоиды являются основными компонентами растений рода *Ephedra*. Первым алкалоидом, выделенным из растений рода *Ephedra*, является эфедрин, охарактеризованный японским химиком Нагаи в 1887 г. [5]. Из растений рода *Ephedra* выделены несколько типов алкалоидов, в частности алкалоиды типа амфетамина, макроциклические сперминовые алкалоиды, хинолиновые и оксазолидиновые алкалоиды, имидазольный и пирролидиновый алкалоид, а также некоторые другие (всего около тридцати) [4]. Из *E. sinica* выделены D(-)-эфедрин [6], L(+)-псевдоэфедрин, D(-)-норэфедрин, L(+)-норпсевдоэфедрин, D(-)-метилэфедрин, L(+)-метилпсевдоэфедрин [7]; эфедрин А [8,9]; эфедрин В [10]; эфедрин С [11]; эфедрин D [12]; эфедроксан [13]; 3,4-диметил-5-фенилоксазолидин [14]; 2,3,4-триметил-5-фенилоксазолидин [14]; О-бензоил-L(+)-псевдоэфедрин [15]; О-бензоил-D(-)-эфедрин [15]; (S)N-((1R,2S)-1-гидрокси-1-фенилпропан-2-ил)-5-оксопирролидин-2-карбоксамид [16]; (±)-1-фенил-2-имино-1-пропанол [17]; тетраметилпирозин [18] и N-метилбензиламин [19]. Из *E. nebrodensis* выделены алкалоиды: D(-)-эфедрин [20]; L(+)-псевдоэфедрин [21]; D(-)-норэфедрин [22]; D(-)-метилэфедрин [23]; L(+)-метилпсевдоэфедрин [24]. Из *E. major* выделен D(-)-эфедрин [21]. Из *E. pachyclada* ssp. *sinaica* выделены 6-метоксикинуреновая кислота [22] и кинуреновая кислота [22]. Из *E. transitoria* выделен трансторин [23]. Из *E. foeminea* ssp. *foliata* выделена 6-гидроксикинуреновая кислота [22]. Из *E. aphylla* выделены горденин [25] и эфедралон [26]. Из *E. Alata* выделен эфедралон [27].

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

Из вышеприведенного следует, что только часть из нескольких десятков видов рода *Ephedra*, содержат алкалоиды. Анализ литературы показывает, что детальных химических исследований по изучению алкалоидов растения *Ephedra equisetina* Bunge до настоящего времени не проводилось. Имеется сообщение о выделении смеси эфедрина и псевдоэфедрина с выходом 0,7% [28]. Сообщается об исследованиях по выделению из растения *Ephedra equisetina*, произрастающего в Монголии, фенольных соединений [29]. Эти данные показывают о недостаточной изученности химических компонентов *Ephedra equisetina* Bunge. Нами были выполнены исследования по изучению элементного состава и количественного содержания макро и микроэлементов [30], а также летучих компонентов эфирных масел [31] *Ephedra equisetina* Bunge, произрастающего в Ферганской области Республики Узбекистан. Экологические и климатические изменения, деградация растительного покрова, происходящие повсеместно, в том числе и в Республике Узбекистан, подчеркивает важность исследования химического состава дикорастущих растений. Ввиду этого изучение фитокомпонентов растения *Ephedra equisetina* Bunge, доказательство их строения и изучение свойств является актуальной задачей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Растение *Ephedra equisetina* было собрано в Ферганском районе Ферганской области Республики Узбекистан в июне 2020 г. Надземную часть растения сушили на воздухе в тени

КИМУО

в течение нескольких дней при комнатной температуре. Растение измельчали до размера 2-3 мм. 4,565 кг сырья экстрагировали 5 раз (промежуточная фаза 8 часов) 93%-ным этанолом. Полученный спиртовой экстракт концентрировали в роторном испарителе и повторно разбавляли водой. Водный экстракт заливали 8% раствором аммиака в соотношении 1:6 и оставляли на 4 часа. Затем раствор обрабатывали хлороформом методом жидкостно-жидкостной хроматографии, полученную хлороформную фракцию концентрировали и кристаллизовали из этанола. С помощью тонкослойной хроматографии подтвердили, что вещество индивидуально. Тонкослойную хроматографию (ТСХ) проводили на пластинках «Fluka» (Sigma-Aldrich, Германия). Пятно алкалоида на пластинках ТСХ просматривали под ультрафиолетом в хроматографическом облучателе УФС-254/365, а также обнаруживали обработкой пластинок раствором Драгендорфа. Для ТСХ применяли систему растворителей хлороформ-метанол в соотношении 4:1. Выход 0,15%.ИК спектр регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре Perkin Elmer–System модель 2000 FTIR в виде таблеток с KBr.

Спектры¹H и ¹³C ЯМР регистрировали на ЯМР-спектрометре высокого разрешения JNM-ECZR(Jeol) с рабочей частотой 600 МГц. В качестве растворителя использовали CDCl₃,внутренний стандарт - ГМДС. Для спектра¹³C ЯМР в качестве внутреннего стандарта использовали химический сдвиг растворителя (CDCl₃, 77.16м.д. относительно ТМС).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для установления строения полученного индивидуального алкалоида исследовали ИК-, ¹H и ¹³C ЯМР – спектры. ИК спектр получили прессованием в таблетках с бромидом калия. В ИК спектре полоса поглощения при 3318.50 см⁻¹ относится к валентным колебаниям гидроксильной группы (O-H). Асимметричные валентные колебания связей алкильной группы проявляются при 2976.50 см⁻¹, а поглощение симметричных колебаний наблюдается при 2866.32 см⁻¹. Колебания других насыщенных C-H связей наблюдается при 2836.00 см⁻¹. Полоса поглощения N-CH₃ группы наблюдается при 2802.64 см⁻¹. Валентные колебания C-N связей бензольного ядра наблюдаются при 3055.51 см⁻¹. При 1601.17,1475.21 и 1453.61см⁻¹ наблюдается валентные колебания ароматического кольца(C=C). Деформационные колебания при 762.22 см⁻¹ и 704.45 см⁻¹ характерны для монозамещенного бензольного ядра.Колебания, обусловленные гидроксильной группой вторичных спиртов наблюдаются при 1339.97 см⁻¹ и 1063.77 см⁻¹. При 1155.81 см⁻¹ наблюдается колебания C-N. Как указано в экспериментальной части, учитывая растворимость алкалоида в хлороформе, в качестве растворителя использовали CDCl₃. ¹H ЯМР спектр алкалоида снят при рабочей частоте 600 МГц. Строение алкалоида было доказано на основе ¹H и ¹³C ЯМР спектров, а также HSQC, HMBC, COSY исследований (таблица 1). В¹H ЯМР спектре сигнал Н-7 эфедрина резонирует при δ 4.12 м.д. (d,J = 8,4 Гц). Сигнал Н-9 алкалоида резонирует при δ 2.55 м.д. в виде мультиплета. Протоны метильной группы(C-12) при атоме С-9 проявляются при δ 0.86 м.д. (d,J =6,6 Гц). Химический сдвиг при δ 2.37 м.д. в виде синглета характерен для протонов метильной группы (С-11), присоединенной к атому азота. Протоны ароматического ядра резонируют в областиδ 7.21-7.29 м.д. Небольшое количество хлороформа в дейтерированном хлороформе дает синглет при δ 7.195 м.д. Сигналы протонов групп ОН и NH в спектре не наблюдаются из-за быстрого обмена с ядрами дейтерия дейтерохлороформа (см. табл.).

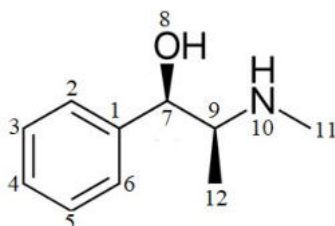
Таблица.

Данные ЯМР эфедрина.

Положение	¹ H	¹³ C	HMBC
1		142.420	4;9
2	7.21(m)	127.127	
3	7.276(m)	128.402	
4	7.245(s)	127.779	
5	7.276(m)	128.402	
6	7.21(m)	127.127	
7	4.12(d)	77.721	9;12
9	2.55(m)	61.470	7;11;12

11	2.37(s)	33.552	9
12	0.86(d)	15.170	7;9

В спектре ЯМР ^{13}C алкалоида углеродные ядра метильных групп C-CH₃ и N-CH₃ резонируют при δ 15.170 и δ 33.552 м.д. Метинные (метиленные) группы имеют химический сдвиги CH–NH в виде мультиплета при δ 61.470 м.д., а CH–OH в виде дублета при δ 77.721 м.д. Наиболее замещенный атом углерода ароматического ядра резонирует при δ 142.420 м.д. Остальные атомы углерода имеют химический сдвиг при δ 127–128 м.д. Сигнал углерода растворителя дейтерохлороформа проявляется в виде интенсивного триплета (1:1:1) при 77.160 м.д.



На основе вышеизложенного для алкалоида установили строение 2-метиламино-1-фенилпропанол-1 или (-)-(1R,2S)-эфедрин[32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы фитоконпоненты *Ephedra equisetina*, произрастающего в Ферганской области (Узбекистан). Впервые из надземной части данного вида растения выделили алкалоид эфедрин. С применением ИК, 1D и 2D ЯМР спектроскопии для алкалоида установили строение 2-метиламино-1-фенилпропанол-1 или (-)-(1R,2S)-эфедрина.

ЛИТЕРАТУРА

- González-Juárez DE, Escobedo-Moratilla A, Flores J, Hidalgo-Figueroa S, Martínez-Tagüeña N, Morales-Jiménez J, Muñoz-Ramírez A, Pastor-Palacios G, Pérez-Miranda S, Ramírez-Hernández A, Trujillo J, Bautista E. A Review of the *Ephedra* genus: Distribution, Ecology, Ethnobotany, Phytochemistry and Pharmacological Properties. *Molecules*. 2020; 25(14):3283.
- Hollander, J.L.; Vander Wall, S.B.; Baguley, J.G. Evolution of seed dispersal in North American *Ephedra*. *Evol. Ecol.* 2010, 24(2):333–345.
- Abourashed, E.A.; El-Alfy, A.T.; Khan, I.A.; Walker, L. *Ephedra* in perspective—a current review. *Phyther. Res.* 2003, 17(7):703–712.
- Zhang Ben-Mei, Wang Zhi-Bin, Xin Ping, Wang Qiu-Hong, Bu He, Kuang Hai-Xue. Phytochemistry and pharmacology of genus *Ephedra*. *Chin J Nat Med*, 2018, 16(11): 811–828.
- Lee, M.R. The history of *Ephedra* (ma-huang). *J R Coll Physicians Edinb.* 2011; 41(1):78–84.
- Krizevski RB, Einat, Shalit O, Sitrit Y, et al. Composition and stereochemistry of ephedrine alkaloids accumulation in *Ephedra sinica* Stapf. *Phytochemistry*, 2010, 71(9): 895–903.
- Groves RA, Hagel JM, Zhang Y, et al. Transcriptome profiling of *Catha edulis* and *Ephedra sinica* reveals gene candidates potentially involved in amphetamine-type alkaloid biosynthesis [J]. *PLoS One*, 2015, 10(3): e0119701.
- Kurosawa W, Kan T, Fukuyama T. Stereocontrolled total synthesis of (–)-ephedradine A (orantine) [J]. *J Am Chem Soc*, 2003, 125(27): 8112–8113.
- Tamada, M.; Endo, K.; Hikino, H.; Kabuto, C. Structure of ephedradine A, a hypotensive principle of *Ephedra* roots. *Tetrahedron Lett.* 1979, 84, 873–876.
- Tamada, M.; Endo, K.; Hikino, H. Structure of ephedradine B, a hypotensive principle of *Ephedra* roots. *Heterocycles* 1979, 12, 783–786.
- Konno, C.; Tamada, M.; Endo, K.; Hikino, H. Structure of ephedradine C, a hypotensive principle of *Ephedra* roots. *Heterocycles* 1980, 14, 295–298.
- Hikino, H.; Ogato, M.; Konno, C. Structure of ephedradine D, a hypotensive principle of *Ephedra* roots. *Heterocycles* 1982, 17, 155–158.
- Konno, C, Taguchi, T, Tamada M., Hikino H. *Ephedroxane, anti-inflammatory principle of Ephedra herbs*. *Phytochemistry*, 1979, 18(4): 697–698.
- Kasahara Y, Shinomiya N, Konno C. Structure of mahuannin C, a hypotensive principle of *Ephedra* roots. *Heterocycles*, 1983, 20(9): 1741–1744.
- Cheng DL, Wang DM, Li S. A minor alkaloid from the extract of *Ephedra* Herbs. *Chem Res Chin Univ*, 1985, 6(7):609–612.
- Zhang D, Deng AJ, Ma L, et al. Phenylpropanoids from the stems of *Ephedra sinica*. *J Asian Nat Prod Res*, 2016, 18(3):260–267.
- Zhao W, Deng AJ, Du GH, et al. Chemical constituents of the stems of *Ephedra sinica* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2009, 11(2):168–171.

KIMYO

18. Khan IA, Abourashed EA. *Leung's Encyclopedia of Common Natural Ingredients*. Wiley-Interscience, 2010.
19. Chen AL, Stuart EH, Chen KK. The occurrence of methylbenzylamine in the extract of Ma Huang. *J Pharm Sci*, 1931, **20**(4): 339-345.
20. Ballero M, Foddis C, Sanna C, *et al.* Pharmacological activities on *Ephedra nebrodensis* Tineo. *Nat Prod Res*, 2010, **24**(12):1115-1124.
21. Aghdasi M, Bojnoordi MM, Mianabadi M, *et al.* Chemical components of the *Ephedra major* from Iran. *Nat Prod Res*, 2016, **30**(3): 1-3.
22. Starratt AN, Caveney S. Quinoline-2-carboxylic acids from *Ephedra* species. *Phytochemistry*, 1996, **42**(5): 1477-1478.
23. Alkhalil S, Alkofahi A, Eleisawi D, *et al.* Transthorine, a new quinoline alkaloid from *Ephedra transitoria*. *J Nat Prod*, 1998, **61**(2): 262-265.
24. Starratt AN, Caveney S. Four cyclopropane amino acids from *Ephedra*. *Phytochemistry*, 1995, **40**(2): 479-481.
25. Abdel-Kader MS, Kassem FF, Abdallah RM. Two alkaloids from *Ephedra aphylla* growing in Egypt. *Nat Prod Sci*, 2003, **9**(2): 52-57.
26. Hussein SAM, Barakat HH, Nawar MAM, *et al.* Flavonoids from *Ephedra aphylla*. *Phytochemistry*, 1997, **45**(45): 1529-1532.
27. Nawwar MAM, Barakat HH, Buddrust J, *et al.* Alkaloidal, lignan and phenolic constituents of *Ephedra alata*. *Phytochemistry*, 1985, **24**(4): 878-879.
28. Hyuga S. The Pharmacological Actions of Ephedrine Alkaloids – free Ephedra Herb Extract and Preparation for Clinical Application. *Yakugaku Zasshi*. **2017**;137(2):179-186.
29. Chumbalov, T.K.; Chekmeneva, L.N.; Polyakov, V.V. Phenolic acids of *Ephedra equisetina*. *Chem. Nat. Compd.* **1977**, **13**, 238–239.
30. Ибрагимов, А.А., Аббасова, Д.З., Назаров, О.М. Определение содержания химических элементов в *Ephedraequisetina* Bunge с использованием нейтронно-активационного анализа. *Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.* 2020. № 8 (74).
31. Аббасова, Д., Ибрагимов, А., Назаров О. Ephedraequisetinabunge ўсимлиги баргларида олинган эфир мойи таркибий қисмларининг ГХ-МС таҳлили. *FarDU. Ilmiy xabarlar (Научный вестник ФерГУ)*. 2020, 5, 154-157.
32. Журинов М.Ж. Газалиев А. М., Фазылов С. Д. Химия эфедриновых алкалоидов. — Алма-Ата: Наука, 1990. — 144 с