

Д.К. Булханова¹, У.К. Бисенов^{1*}, А.У. Утаубаева²,
М.В. Мамышева², М. Есенаманова¹, Г.Б. Алпамысова³

¹Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Казахстан, г. Атырау

²Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, Казахстан, г. Уральск

³Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент

*e-mail: bisenovy@mail.ru

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ПУСТЫННЫХ И ПОЛУПУСТЫННЫХ РАЙОНАХ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ГАРМАЛЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PEGANUM HARMALA L.*) И СПОСОБЫ ИХ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье проведен геоботанический анализ растений, произрастающих в пустынных и полупустынных районах Атырауской области, а также изучены анатомо-морфологические особенности вегетативных органов на примере адраспана обыкновенного или гармалы (*Peganum harmala L.*). В настоящее время изучение биологических особенностей растений, произрастающих в пустынных и полупустынных районах является актуальным, что связано с проблемой опустынивания. Гармала обыкновенная (*Peganum harmala L.*) является биоиндикатором процессов опустынивания. Исследования проводились в течение вегетационного сезона в период с 2020 по 2022 г.г. на территории Кызылкогинского района Атырауской области на трех ключевых участках, включал флористический состав каждого участка. Для названия ассоциаций использовались доминирующие виды растений. Проведен отбор растительных образцов и изучено анатомическое строение вегетативных органов. Анатомические срезы изготавливались вручную с использованием холодильного микротомы (ТОС-2). Фотографии снимались под микроскопом МБИ-6 со специальной фотоконструкцией. Математическая обработка результатов экспериментальной работы осуществлялась посредством компьютерной программы «STATISTICA». При исследовании растительных образцов гармалы обыкновенной (*Peganum harmala L.*) выявлены особенности в анатомическом строении растения. *Peganum harmala L.* не имеет покровных волосков, имеет признаки приспособляемости, позволяющей удерживать влагу, а формирование слизистых клеток в мезофилле, накопление кристаллов в клетках эпидермиса снижает интенсивность транспирации. По сравнению с корнями, между трахеальными элементами стебля имеются просветы нескольких вновобразованных типичных трубок. Структурные изменения в корне влияют на водопроницаемые и механические свойства образующихся элементов древесины. Это обусловлено тем, что растение имеет прицентрическую структуру, которая отражает его приспособленность к засушливым условиям.

Ключевые слова: пустынные и полупустынные районы, Гармала обыкновенная, анатомическое строение, биоиндикатор, проблемы опустынивания.

D.K. Bulkhanova¹, U.K. Bissenov^{1*}, A.U. Utaubaeva²,
M.V. Momysheva², M.S. Yessenamanova¹, G. B. Alpamysova³

¹Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Kazakhstan, Atyrau

²M.Utemisov West Kazakhstan University, Kazakhstan, Uralsk

³Yuzhno-Kazakhstan University named after M.Auezov, Kazakhstan, Shymkent

*e-mail:bisenovy@mail.ru

Biological features of plants growing in desert and semi-desert areas of Atyrau region on the example of common harmala (*Peganum harmala L.*) and ways of their adaptation to environmental conditions

In the article, geobotanical analysis of samples produced in empty and half-filled regions of the Atyrau region was carried out, as well as the anatomical and morphological features of vegetative bodies on the example of fixed or garmali (*Peganum harmala L.*). At present, the study of Biological Diversity, produced in wasteful and partial areas, is relevant, which is associated with problematic issues. Garmala

(*Peganum harmala* L. it is a bioindicator of the process of opustination. Exploration was carried out in the growing season for the period from 2020 to 2022 on the territory of the Kyzylorda region in Atyrau region with three key areas, including the Floristic area. For reference, the association used dominating weeds. The work was carried out with the help of extensive images and anatomical construction of vegetative organs. Anatomical periods have been modified with the use of a holodile Microtome (TOS-2). The photographs were taken under the microscope MBI-6 with special photographic structures. The mathematical analysis of the results of experimental work was carried out by the computer program "Statista". At the study of rare images of garmali annular (*Peganum harmala* L. the features of the anatomical structure of the body. *Peganum harmala* L. it does not have pubescent voloski, it has the appearance of mucus, which allows you to drain the vagina, the formation of mucus cells in the mesophyll, the accumulation of crystals in the cells of the epidermis reduces the intensity of transpiration. In comparison with cornices, between tracheal elements, there are unsurpassed typical pipes. Structural changes in the cornice are based on water and mechanical property of the elements of the drevesin image. It was noted that the expansion has a central structure, which determines its availability for flexible services.

Key words: desert and semi-desert areas, *Harmala vulgaris*, anatomical structure, bioindicator, desertification problems.

Д.К. Булханова¹, У.К. Бисенов^{1*}, А.У. Утаубаева²,
М.В. Мамышева², М. Есенаманова¹ Г.Б. Алпамысова³

¹Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Қазақстан, Атырау қ.

²М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Қазақстан, Орал қ.

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, Шымкент қ.

*e-mail:bisenov@mail.ru

Кәдімгі гармала (*Peganum harmala* L.) мысалында Атырау облысының шөл және шөлейт аймақтарында өсетін өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктері мен сыртқы ортаға бейімдеушілік қабілеттері

Мақалада Атырау облысының шөлді және шөлейт аймақтарында өсетін өсімдіктерге геоботаникалық талдау жүргізілді, сондай-ақ кәдімгі адраспан немесе гармала (*Peganum harmala* L.) мысалында вегетативті органдардың анатомиялық-морфологиялық ерекшеліктері зерттелді. Қазіргі уақытта шөлді және шөлейт аймақтарда өсетін өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктерін зерттеу өзекті болып табылады, бұл шөлейттену проблемасымен байланысты. Жалпы Гармала (*Peganum harmala* L.) шөлейттену процестерінің биоиндикаторы болып табылады. Зерттеулер 2020 жылдан 2022 жылға дейінгі кезеңде Атырау облысы Қызылқоға ауданының аумағында үш негізгі учаскеде жүргізілді, оған әр учаскенің флористикалық құрамы кірді. Ассоциацияларды атау үшін өсімдіктердің басым түрлері қолданылды. Өсімдік үлгілері іріктеліп, вегетативті мүшелердің анатомиялық құрылымы зерттелді. Анатомиялық кесінділер тоңазытқыштық микротомды (TOS-2) пайдаланып қолмен жасалған. Фотосуреттер арнайы фотоконструкциясы бар МБИ-6 микроскопымен түсірілген. Эксперименттік жұмыстың нәтижелерін математикалық өңдеу "STATISTICA" компьютерлік бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды. Кәдімгі гармаланың (*Peganum harmala* L.) өсімдік үлгілерін зерттеу кезінде өсімдіктің анатомиялық құрылымында ерекшеліктер анықталды. *Peganum harmala* L. жабын түктері жоқ, ылғалды сақтауға бейімделу белгілері бар, ал мезофиллде шырышты жасушалардың пайда болуы, эпидермис жасушаларында кристалдардың жиналуы транспирация қарқындылығын төмендетеді. Тамырлармен салыстырғанда, сабақтың трахеальды элементтері арасында бірнеше жаңадан пайда болған типтік түтіктердің люмендері бар. Тамырдағы құрылымдық өзгерістер пайда болған ағаш элементтерінің су өткізгіштігі мен механикалық қасиеттеріне әсер етеді. Бұл өсімдіктің центристік құрылымға ие болуына байланысты, бұл оның құрғақ жағдайларға бейімделуін көрсетеді.

Түйін сөздер: шөлді және шөлейт аймақтар, кәдімгі Гармала, анатомиялық құрылым, биоиндикатор, шөлейттену проблемалары.

Введение

Вся территория Атырауской области находится в Прикаспийской впадине. Это первоначальная аккумуляционная равнина, освобожденная от моря в голоценом периоде [1]. Структура почвенного покрова области в связи с почво-

образующим факторами и разнообразностью состава очень сложная. Встречаются песчаные почвы, сорно-соленые, желто-коричневые и солончаковые почвы [2].

Разнообразные виды растительной флоры обеспечивают друг другу взаимные благоприятные условия для роста, и виды растений,

распространенные в одном участке образуют растительные сообщества [3]. Большую часть территории области занимают песчаные пустыни. В песчаной зоне распространены наиболее устойчивые к пустыне виды растений. В целом флора территории области зависит от почвенного покрова. Растительный покров в пределах области характеризуется разнообразными сообществами [4].

Песчаные массивы представлены сообществами ксероморфно-псаммофильных растений. Здесь широко распространены еркеково-полынные, шагырово-еркековые, изенево-полынные, полынно-молочаевые ассоциации [5]. В котловинах выдувания кияк вместе с вейником и донником образует сплошные заросли. Из кустарников встречаются джугун, тамарикс, астрагал. В понижениях на лугово-светло-каштановых почвах поселяются пырей, солодка, вейник, ажрек, кермек, изредка тамарикс. Растительный покров бурой почвы представлен различными ассоциациями полыни белоземельной, еркека, биюргуна [6]. Широко распространены солянковы, сарсазановы сообщества, приуроченные к засоленным местообитаниям. На солончаках среди бурых почв растительность изреженная и состоит из полыни малоцветковой, биюргуна, камфоросмы. Нередко песчаные пастбища засорены адраспаном, итсигеком [7].

Как известно, основными экологическими факторами, определяющими функционирование и строение растений, являются свет, тепло, вода, почвенные условия [8]. В конце XIX в. Е. Варминг предложил различать растения по эколого-морфологическим признакам и выделил по отношению к водному режиму три группы: гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

Ксерофиты являются растениями сухих почв и воздуха, растут в условиях постоянного или сезонного дефицита влаги, обитают в степях, полупустынях и пустынях, а также в средиземноморской области. Они имеют целый ряд анатомо-морфологических признаков, по которым группу делят на две подгруппы: суккуленты и склерофиты [9]. Склерофиты – растения с жесткими узкими или кожистыми листьями с завернутыми краями [10]. Листья могут быть и редуцированы до сухих чешуек, колючек. В пустынях такие растения имеют характерный вид кустарников или небольших деревцев с прутьевидными зелеными безлистными стеблями (саксаул, миндаль, тамарикс, верблюжья колючка, джугун и др.). Склерофиты добывают воду с помощью мощной корневой системы, доходя-

щей до грунтовых вод. Широко представлена в степях и пустынях группа многолетних ксероморфных злаков, которые образуют плотные многостебельные куртины. Листья злаков узкие, сухие, свернуты в трубочку для сокращения испаряющей поверхности. Ксерофиты обладают рядом приспособительных признаков, позволяющих существовать в условиях постоянного или сезонного дефицита влаги [11].

Ксерофиты – растения сухих местообитаний, способные переносить продолжительную засуху [12]. Более подробной является классификация ксерофитов П.А. Генкеля, согласно которой выделяют 6 групп, одной из которых является группа гемиксерофитов. Гемиксерофиты (полуксерофиты или фреатофиты) – растения, у которых сильно развиты приспособления к добыванию воды. Они имеют глубоко идущую, сильно разветвленную корневую систему, обладающую высокой концентрацией клеточного сока, низким (очень отрицательным) водным потенциалом. Их корневые системы могут достигать грунтовых вод, если последние лежат не слишком глубоко. Обладают хорошо развитой проводящей системой. Листья тонкие, с густой сетью жилок и очень высокой интенсивностью транспирации. Благодаря высокой интенсивности транспирации температура листьев значительно понижается, что позволяет осуществлять процесс фотосинтеза при высоких дневных температурах. Листья некоторых из них покрыты волосками, создающими защитный слой, который дополнительно предохраняет листья от перегрева. К гемиксерофитам относятся: *Leymus sabulosus*, *Crambe cordifolia*, *Capparis herbacea*, *Medicago daghestanica*, *Glycyrrhiza glabra*, *Alhagi pseudalchagi*, *Peganum harmala*, *Zygophyllum fabago* и др. [13].

Целью данной работы являлось проведение геоботанического анализа растений, произрастающих в пустыни и полупустыни, изучение способности растений приспосабливаться к данным условиям, а также изучение анатомо-морфологических особенностей вегетативных органов адраспана обыкновенного или гармалы (*Peganum harmala* L.).

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в течение вегетационного сезона в период с 2020 по 2022 г.г. на территории Кызылкогинского района Атырауской области. Район исследования расположен в пустынной и полупустынной зонах. Было выде-

лено три опытных участка: первый участок расположен на берегу реки Ойыл, второй участок – около села Миялы, третий участок – пастбище Суюгали, расположенное в 10 км от районного центра села Миялы. Изучался флористический состав каждого участка. Для названия ассоциаций использовались доминирующие виды растений.

Кроме того, был проведен отбор растительных образцов гармалы обыкновенной (*Peganum harmala* L.) в количестве 20 экземпляров и изучение анатомического строения вегетативных органов данных образцов. Для определения анатомических особенностей исследуемого вида отбирались листья среднего листового яруса полностью развитого, неповрежденного побега. Для анализа брался фрагмент из средней листовой части. Поперечное сечение стебля выполнено на участке междоузлия средней части побега. Для фиксации отобранных образцов вегетативных органов гармалы обыкновенной, использовался фиксирующий раствор (спирт- глицерин – вода в соотношении 1:1:1) [14]. Образцы отбирались из растений разного возраста и особенно из растений, находящихся в фазе цветения. Срезы корня готовились из средней и дистальной частей.

Анатомические срезы изготавливались вручную с использованием холодильного микротомы (ТОС-2). Толщина среза составляла 10-15 мкм. Фотографии снимались под микроскопом МБИ-6 со специальной фотоконструкцией. При анатомическом исследовании использовался окулярный микрометр МОВ 1- для линейного измерения [15].

Анатомические исследования проводились на средней части стебля растений, собранных

в период полного цветения, и на листьях, отобранных в средней части побега. В целом приготовлено и проанализировано около 30 срезов из вегетативных органов растения. При описании морфологического и анатомического строения побегов растений использовались труды известных специалистов [16]. Математическая обработка результатов экспериментальной работы осуществлялась посредством компьютерной программы «STATISTICA».

Результаты исследования и их обсуждение

Почва в районе первого участка влажная (из-за близости к реке) и относительно богата гумусом. Рельеф представлен холмисто-увалистой равниной. Около 65-70% площади территории покрыто растительностью. В составе фитоценоза данной территории при изучении флористического состава были выделены следующие доминантные виды: *Artemisia absinthium* L., *Phragmites australis* Cav., *Scirpus lacustris* L., *Poligonum aviculare* L.

Растительный покров представлен четырьмя подъярусами: растения первого подъяруса: *Phragmites australis* Cav. – Тростник обыкновенный – Кәдімгі қамыс өсімдіктері, высота до 400 см. Второй подъярус представлен следующим растением: *Scirpus lacustris* L. – Камыш озерный – Көл өлең шөбі с высотой 100-250 см. Третий подъярус образован полынью: *Artemisia absinthium* L. – Полынь горькая – Ащы жусан, высотой 60-100 см. Растение четвертого подъяруса: *Poligonum aviculare* L. – Горец птичий – Құс тараны с высотой 10-80 см (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка количества видов в растительном сообществе (первый участок исследуемой территории, берег реки Ойыл, Кызылкогинский район)

Названия растений	Обилие по шкале Друде
<i>Artemisia absinthium</i> L. – Полынь горькая -Ащы жусан	Soc
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. – Тростник обыкновенный – Кәдімгі қамыс	
<i>Artemisia taurica</i> Willd – Полынь таврическая – Таврия жусаны	
<i>Scirpus lacustris</i> L., syn. <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla) – Камыш озерный – Көл өлеңшөбі	
<i>Poligonum aviculare</i> L. – Горец птичий – Құс тараны	Cop 1
<i>Peganum harmala</i> L. – Гармала обыкновенный – Қарапайым гармала	
<i>Descurainia sophioides</i> (Fisch. ex Hook.) O.E. Schulz – Полевая горчица – Дала қышасы	
<i>Anabasis salsa</i> – Ежовник солончаковый -Сортаң бұйырғын	
<i>Artemisia fragans</i> Willd – Полынь душистая -Қара жусан	

Продолжение таблицы

Названия растений	Обилие по шкале Друде
<i>Lycopodium clavatum</i> L. – Плаун булавовидный – Шоқпарбас плаун	Sol
<i>Calligonum erinaceum</i> Borszcz. – Джужгун ежеплодный – Кірпі жеміс жүзгін	
<i>Corispermum laxiflorum</i> Schrenk – Верблюдка рыхлоцветковая – Селдіргүл балқанбақ	
<i>Peganum harmala</i> L. – Гармала обыкновенный – Қарапайым гармала	

Примечание. Soc – массовый, Cop 1 -достаточный, Sol – частичный

50% территории второго участка покрыто растительностью и почва песчаная. Исследуемый растительный покров данной территории характерны для пустынной и полупустынной зон [17]. Преобладающими в количественном отношении видами являлись: *Artemisia absinthium* L., *Descurainia sophioides*., *Peganum harmala* L., *Artemisia taurica*, *Artemisia fragans* Willd.

Растительность на этом участке представлена тремя подъярусами. В первом подъярусе

встречается *Descurainia sophioides* – Полевая горчица – Дала қыпшасы, *Artemisia fragans* Willd. – Полынь душистая – Қара жусан достигающие высоты 150-120 см. Во втором подъярусе встречаются *Artemisia absinthium* L. – Полынь горкая – Ащы жусан, *Artemisia taurica* – Полынь таврическая – Таврия жусаны с общим фоном 60-100 см. В третьем подъярусе встречаются следующие виды: *Poligonum aviculare*, *Anabasis salsa*, *Camelina microcarpa*, *Carduus acanthoides*, *Euphorbia stepposa* (табл. 2).

Таблица 2 – Кызылкогинский район, территория села Миялы

Название растения	Размер (шкала Друде)
<i>Artemisia absinthium</i> L. – Полынь горкая-Ащы жусан	Soc
<i>Descurainia sophioides</i> – Полевая горчица -Дала қышасы	
<i>Peganum harmala</i> L. – Гармала обыкновенный – Қарапайым гармала	
<i>Artemisia fragans</i> Willd. -Полынь душистая-Қара жусан	
<i>Artemisia taurica</i> – Полынь таврическая – Таврия жусаны	
<i>Poligonum aviculare</i> – Горец птичий – Құс тараны	Cop 1
<i>Anabasis salsa</i> – Ежовник солончаковый -Сортаң бұйырғын	
<i>Camelina microcarpa</i> – Рыжик мелкоплодный – Ұсақжемісті арыш	
<i>Carduus acanthoides</i> L. – Чертополох колючий – Түйетікен	
<i>Euphorbia stepposa</i> – Молочай степной -Сүттіген	Sol
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L. – Рогач песчаный-Құм ебелегі	
<i>Corispermum laxiflorum</i> Schrenk. -Верблюдка рыхлоцветковая – Селдіргүл балқанбақ	
<i>Lycopodium clavatum</i> L. – Плаун булавовидный – Шоқпарбас плаун	

Примечание. Soc-массовый, Cop 1-достаточный, Sol-частичный

На третьем участке была изучена растительность пастбища Суюгали, расположенного в 10 км от районного центра Миялы. Территория третьего участка ровная, почва светло-коричневая. Это участок является один из самых мест, где выпасается большое количество домашнего скота, поэтому видовое разнообразие здесь скудное

[18]. Растительность покрывает примерно 65% исследуемой площади и формирует 2 подъяруса. К первому подъярусу по шкале Друде Soc-массовой доминантный, имеющих высоты примерно 60-100 см составляет растения *Artemisia absinthium* L. Полынь горкая – Ащы жусан и *Artemisia fragans* Willd – Полынь душистая –

Қара жусан, *Artemisia taurica* – Полынь таврическая – Таврия жусаны [19].

В втором ярусе растут растения имеющих высоты 5-25 см *Anabasis salsa* – Ежовник солончако-

вый – Сортаң бұйырғын, *Carduus acanthoides* L. – Чертополох колючий – Түйетікен., *Descurainia sophioides*, Полевая горчица – Дала қышасы (таблица 3).

Таблица 3 – Пастбище Суюгали, расположенное в 10 км от районного центра Миялы

Название растения	Размер (шкала Друде)
<i>Artemisia absinthium</i> L. – Полынь горькая-Ащы жусан	Soc
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L. – Рогац песчаный-Құм ебелегі	
<i>Peganum harmala</i> L. – Гармала обыкновенная – Қарапайым гармала	
<i>Artemisia fragans</i> Willd – Полынь душистая -Қара жусан	
<i>Artemisia taurica</i> – Полынь таврическая – Таврия жусаны	
<i>Polygonum aviculare</i> – Горец птичий – Құс тараны	Cop 1
<i>Anabasis salsa</i> – Ежовник солончаковый -Сортаң бұйырғын	
<i>Euphorbia stepposa</i> – Молочай степной-Сүттіген	
<i>Carduus acanthoides</i> L. – Чертополох колючий – Түйетікен	
<i>Descurainia sophioides</i> – Полевая горчица -Дала қышасы	Sol
<i>Camelina microcarpa</i> – Рыжик Мелкоплодный – Ұсақжемісті арыш	
<i>Corispermum laxiflorum</i> Schrenk.А-Верблюдка рыхлоцветковая – Селдіргүл балқанбақ	
<i>Lycopodium clavatum</i> L – Плаун булавовидный-Шоқпарбас плаун	

Примечание. Soc-массовый, Cop 1-достаточный, Sol-частичный

На территории исследования вид Гармала обыкновенная (*Peganum harmala* L.) встречается в большом количестве. Это многолетнее травянистое растение, распространенное в полупустынных степях Восточной Европы и Центральной Азии, в том числе в южных и западных регионах Казахстана, обладает лекарственными свойствами [20].

Гармала содержит значительное количество алкалоидов, производных хиназолина и индола [21]. Из суммы алкалоидов выделяют гармалин, гармин (банистерин), гармолол и L-пеганин (вазицин) в чистом виде, а в последние годы было обнаружено присутствие пегамина, пеганола, дезоксипеганина, пеганидина в вегетативных органах зародыша. 50-95% алкалоидов [22], содержащихся в семенах, принадлежат гармалину, в корнях преобладает гармин (67-74% от общего числа алкалоидов) [23].

Наружная часть листа гармалы обыкновенной (*Peganum harmala* L.) покрыта толстым слоем кутикулы, по мере уменьшения количества воды в растении, кутикула становится плотной, что указывает на то, что данное растение относится к ксерофитным растениям [24]. Под ку-

тикулой в один ряд располагаются клетки эпидермиса. Толщина клеток верхнего эпидермиса составила $18,41 \pm 1,78$ мкм, толщина клеток нижнего эпидермиса – $11,21 \pm 2,12$ мкм, форма клеток округло-четырёхгранная (рис.1).

Амфистоматические, аноцитарные типы устьиц наблюдались в верхней и нижней эпидерме листа. Под верхним и нижним эпидермальными слоями листа располагается 2-3 ряда столбчатой паренхимы. Под столбчатой тканью располагается слой клеток, полость которых заполнена мелкоигольчатыми кристаллами оксалата кальция [25]. Толщина столбчатого мезофилла листа составляет $45,03 \pm 2,14$ мкм, рыхлый (губчатый) мезофилл имеет толщину $14,05 \pm 1,78$ мкм. В клетках губчатой паренхимы также наблюдались кристаллы и друзы оксалата кальция.

Размер коллатеральных проводящих пучков невелик, они заполнены бесцветными клетками паренхимы. Определен круг коллатерального проводящего пучка, состоящий из элементов флоэмы и ксилемы. Элементы ксилемы, флоэмы в проводящем пучке узкопросветные. Стенка трубки ксилемы утолщена, элементы флоэмы узкого диаметра, тонкостенные (Рис.2).

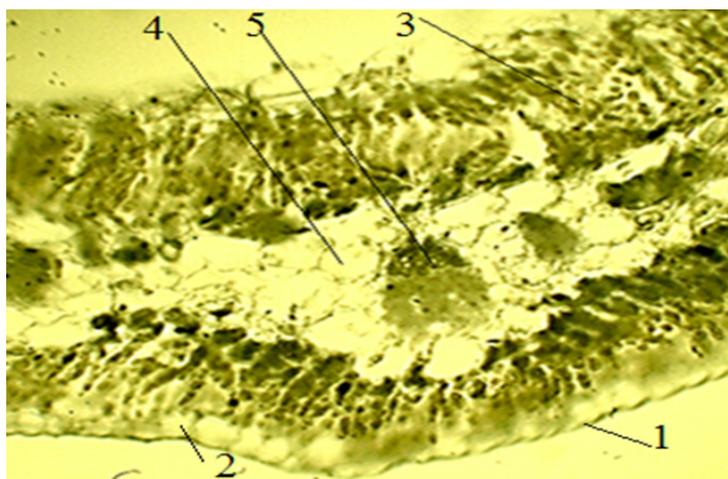
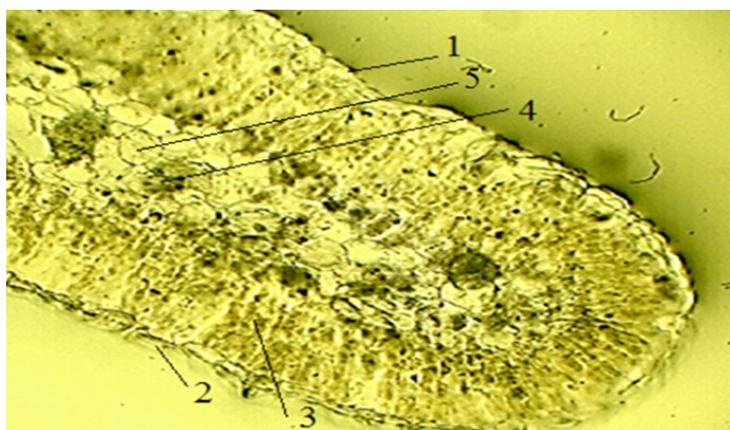
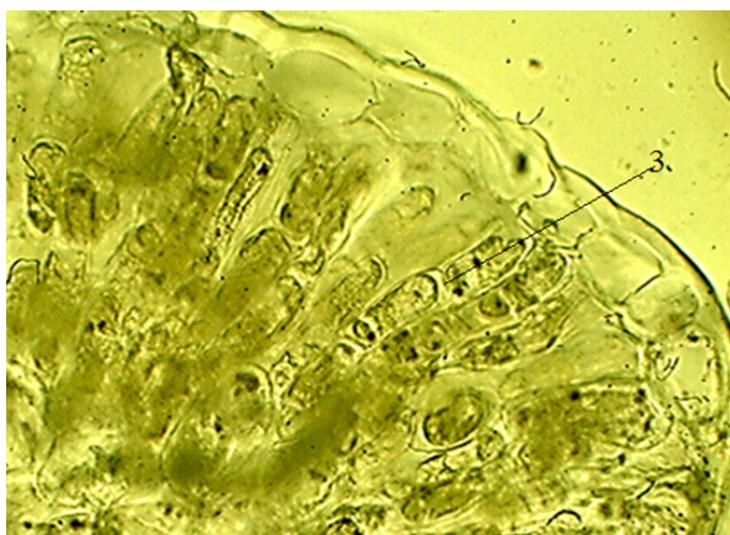


Рисунок 1 – Гармала (*Peganum harmala* L.). Анатомическое строение листа (x100)
1-кутикула, 2 – эпидермис, 3 – столбчатый мезофилл, 4 – губчатый мезофилл, 5 -центральный проводящий пучок



А – Структура листа



Б – структура листа

Рисунок 2 – *Peganum harmala* L. анатомическое строение листа растения (x400)
- кутикула, 2 – эпидермис, 3 – столбчатый мезофилл, 4 – проводящий пучок, 5 – рыхлый мезофилл

Клетки эпидермиса прямоугольной формы, слегка вытянутые с латеральной части, чередуются с крупными, мелкими полигональными клетками, устьичный аппарат амфистоматического типа. Отсутствие обкладки из механической ткани на проводящем пучке листьев является признаком адаптации к ксерофитной среде, характерной для растения адраспан [26].

На поперечном срезе стебеля, толщина которого составляет $45,74 \pm 0,77$ мкм, видна плотная кутикула. Под кутикулой расположен однослойный эпидермис, стенки клеток которого соприкасаются друг с другом на концах (рис. 3). Некоторые клетки эпидермиса накапливают мелкие глыбки оксалата кальция. В эпидермисе встречаются железистые волоски.

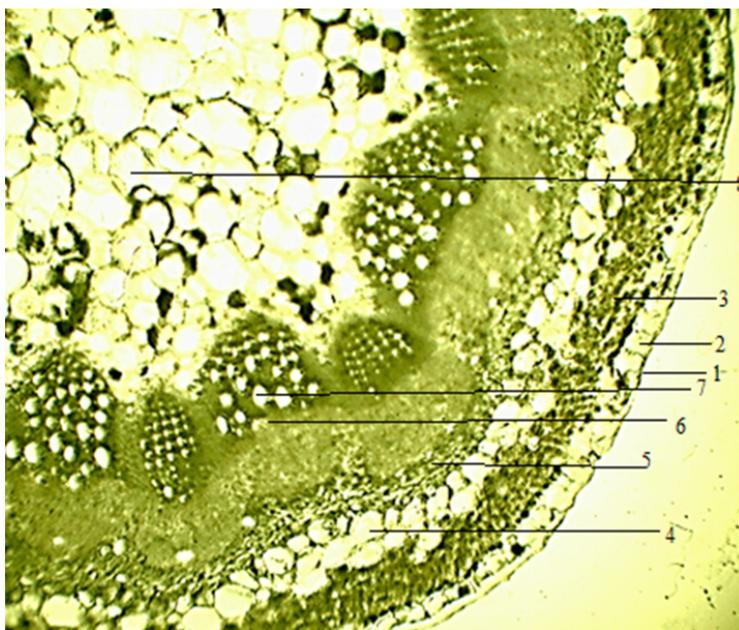


Рисунок 3 – Гармала (*Peganum harmala* L.) анатомическое строение стебля растений (x100)
 - оболочка, 2 – слой эпидермиса, 3 – хлорофилл, 4 – паренхима, 5 – склеренхима,
 6 – проводящий пучок, 7 – ксилема, 8 – стержневая паренхима

Под оболочкой располагается гиподерма, в гиподерме наблюдается скопление кристаллов оксалата кальция. Клетки хлоренхимы имеют изодиаметрическую форму. Склеренхима утолщена в верхней части проводящего пучка. Утолщение склеренхимы свидетельствует об адаптивном признаке, свойственном ксерофитным растениям. В основной части центрального цилиндра сосредоточены проводящие пучки. Диаметр центрального цилиндра $268,04 \pm 12,41$ мкм. В центральном цилиндре сосредоточены различные по объему проводящие пучки. Центральная цилиндрическая паренхима имеет большой объем, стенки выраженные, слизистые. Между флоэмой и ксилемой в проводящем пучке выявлен камбиальный слой. Площадь ксилемной трубки составляет $35,2 \pm 4,15$ мкм (рис.4)

Стенки проводящей системы стебля состоят из различных типов трахей и трахеид с различным типом утолщения. Трахеи узкопросветные,

сетчатой или спиралевидной формы, имеют перфорации. Отверстия супротивные, правильные или переходные, овальные и круглые. Форма стенок трахеид ступенчатая, решетчатая, с закругленными краями. Концы либриформных волокон загнуты или острые. Таким образом, трахейные элементы стебля хорошо развиты.

В растении присутствуют слизистые клетки с адаптивной способностью удерживать влагу. Кроме того, накопление кристаллов оксалатов в клетках эпидермиса снижает транспирацию.

Анатомическое строение корней растения обыкновенный адраспан или гармала (*Peganum harmala* L.) имеет многослойную оболочку. Толщина корневой оболочки $59,1 \pm 8,27$ мкм. Внутренняя часть перидермального слоя занята феллодермой. На поперечном срезе корня обнаруживаются волокна склеренхимы, стенки которых утолщены. Утолщение стенки волокон склеренхимы свидетельствует о ксерофитности растения.

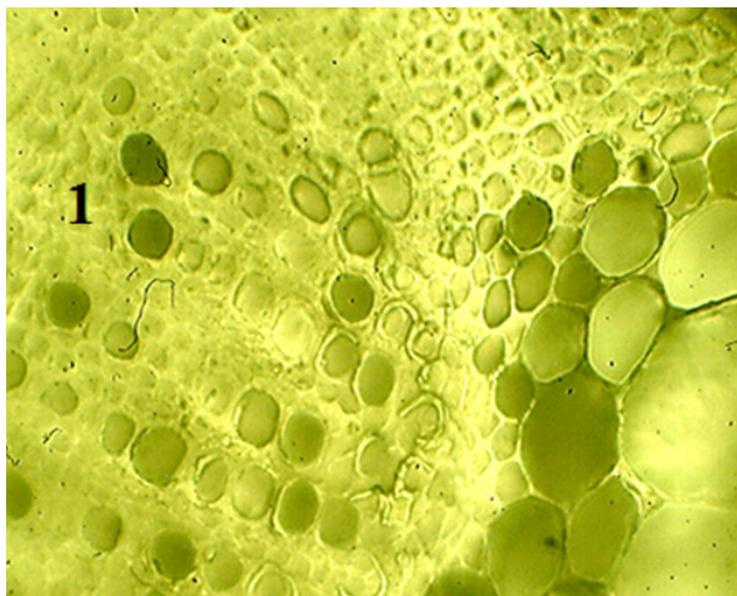


Рисунок 4 – Ксилемная трубка стебля растения адраспана (*Peganum harmala* L.)(x400).
1 – ксилемная трубка

В ряду склеренхимных волокон обнаружены пучки кристаллов оксалатов кальция. В центральном цилиндре корня сосуды проводящих пучков располагаются, образуя несколько противоположных рядов [27]. Вторичная флоэма направлена в пояс склеренхимы, а вторичная ксилема рассеяна. Между флоэмой и ксилемой обнару-

живается слой камбия. В паренхимных клетках центрального цилиндра выявлены идиобласты – элементы выделительной ткани. В идиобластах накапливаются минеральные и биологические активные вещества. Диаметр центрального цилиндра в среднем составляет $412,8 \pm 2,37$ мкм. (рис. 5).

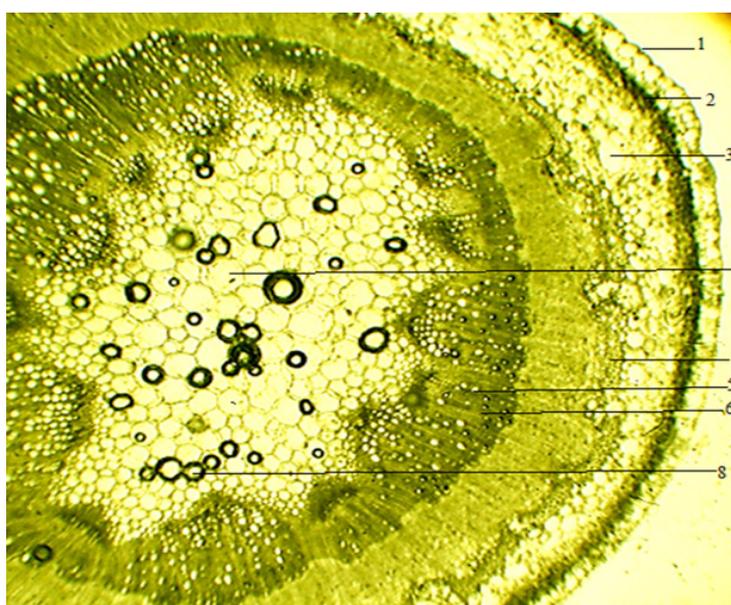


Рисунок 5 – *Peganum harmala* L. Ксилемная трубка корня растений (x100)
1 – оболочка, 2 – феллодерма, 3 – паренхима, 4 – склеренхима, 5 – ксилема,
6 – проводящий пучок, 7 – стержневая паренхима, 8 – идиобласт

Заключение

Таким образом, при исследовании растительных образцов гармалы обыкновенной (*Peganum harmala* L.) были выявлены особенности в анатомическом строении растения. Это обусловлено тем, что растение имеет прицентрическую структуру, которая отражает его приспособленность к засушливым условиям.

Peganum harmala L. являющаяся гемиксерофитом, не имеет покровных волосков, сохраняет признаки приспособляемости, позволяющей удерживать влагу, а формирование слизистых клеток в мезофилле, накопление кристаллов в клетках эпидермиса снижает интенсивность транспирации.

По сравнению с корнями, между трахеальными элементами стебля имеются просветы не-

скольких вновь образованных типичных трубок. Структурные изменения в корне влияют на водопроницаемые и механические свойства образующихся элементов древесины.

Конфликт интересов

Все авторы прочитали и знакомы с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Благодарности

Авторы статьи выражают благодарность Нурмухановой Акмарал Садыковне, и.о. профессору кафедры Биоразнообразия и биоресурсов КазНУ им. аль Фараби за оказание методической помощи в исследовании анатомического строения вегетативных органов растений.

Литература

1. Ebrahimi Gaskarei R1., Mukhambetov B., Bissenov U. Phytoremediation technique is eco-friendly and sustainable solution for the contaminated coastal environments cleanup in Atyrau region – Kazakhstan. // The 22 Association of State Universities of The Caspian Region Countries University of Guilan, Iran. – 2019. – С. 15-17.
2. Околелова А. А., Капля V. N., Лапченков А. Г. Evaluation of oil content in soils. // Scientific bulletin Series: Natural Sciences. 43(1), – 2019. – С. 76-86.
3. Шайхмежденова У.Г., Утешкалиева А.М. Флора Атырауской области// Учебное пособие, Атырау. – 2019. – С. 54-59.
4. Каженбаев Е. Атырау облысының географиясы. – 2000. – С. 17-85.
5. Есенаманова М. С., Бисенов У.К., Нұрғазы К. Ш., Дүйсеғалиев М.Ж. Махамбет М.К. Атырау облысы аумағындағы топырақтың физика-химиялық қасиеттері және өсімдіктер биологиясы. // AIP Conference Proceedings. – 2021. 2402 (060002). – С. 7-8.
6. Бисенов У. К., Булханова Д. К. Атырау облысында өсетін өсімдіктердің экологиялық ерекшеліктері [Ecological features of plants growing in Atyrau region]. // International scientific and practical conference “Modern problems of physical and Mathematical Sciences and interdisciplinary research. – 2021. – С. 310-312.
7. Гиладжов Е. Г. Новые материалы. Нефтехимия и экология // Избранные труды. – 2015. №2. – С. 18-35.
8. Есенаманова М. С., Бисенов У. К., Нұрғазы К. Ш., Дүйсеғалиев М. Ж., Замзамова Н. Analysis and characterization of the chemical composition of forage crops growing in Atyrau region. // AIP Conference Proceedings. 2402 (060003). – 2021. – С. 2-5.
9. Агелеуов Е.А. Флора поймы реки Урал // Алма-Ата: Наука. – 1987. – С. 56-67.
10. Култиасов И. М. Экология растений // Учебник-М.:Изд-во Москва. – 2002. – С. 143-144.
11. Биологический энциклопедический словарь//М.: Сов. Энциклопедия. -1986. – С. 549-552.
12. Коровкин О.А. Антомия и морфология высших растений: словарь терминов // М.: Бустард. – 2007. – С. 89-35.
13. Тайсумов М.А. Классификация ксерофитов Российского Кавказа по морфолого-физиологическим признакам и схема их деления//Journal of Modern Problems of Science and Education. – 2014. – №3. – С. 7-10.
14. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника // М.: МГУ. – 1960. – С. 260-267.
15. Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятков А. Г. Справочник по ботанической микротехнике // Москва: МГУ. – 2004. – С. 313-315.
16. Пермяков А.И. Микротехника// М.: МГУ. – 1988. – С. 11-29.
17. Бисенов У.К., Кисимова Г.О. Мұнайлы аймақпен ластанған жерде өсетін доминантты өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктері//Актуальные проблемы естественных наук. Материалы международной научно-практической конференции, Атырау. – 2019. – С. 98-102.
18. Бисенов У.К., Нуриева А. Плодородие почв на пастбищных и сенокосных угодьях в условиях Атырауской области// VI Международная конференция «Актуальные научные исследования в современном мире». – 2019. – С. 44-48.

19. Булханова Д. К., Бисенов У. К. Атырау облысының топырақ жамылғысы мен өсімдіктерінің қазіргі жағдайы // Республикалық ғылыми-практикалық конференция «Наука и образование: актуальные вопросы, достижения, инновации», Ақтобе. – 2021. – С. 25-29.
20. Abutbul S., Golan-Goldhirsh A., Barazani O., Ofir R., Zilberg D. Screening of desert plants for use against bacterial pathogens in fish. // *Israeli J of Aquacult.* – 2005. – №57, – P. 71-80.
21. Захаров В.п., Либизов Н.И., Асланов Х.А. Лекарственные вещества из растений и способы их производства [Medicinal substances from plants and methods of their production]. // Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР «ФАН». – 2008. – С. 146-147.
22. Орехов А.П. Химия Алкалоидов. – Moscow. – 2012. – С. 862-865.
23. Iranshahy M., Fazly Bazzaz S., Haririzadeh G., Abootorabi BZ., Mohamadi AM., Khashyarmansh Z. Chemical composition and antibacterial properties of *Peganum harmala* L. *Avicenna J Phytomed.* – 2019. – 9 (6), – P. 530-537.
24. Asgarpanah J., Ramezanloo F. Chemistry, pharmacology and medicinal properties of Iranshahy et al. *AJP.* – 2019. – 9 (6), – С. 1573-1580.
25. Al-Shamma A., Drake S., Flynn D.L., Mitscher L. A., Park Y.H., Rao G.S., Simpson A., Swayze J.K., Veysoglu T., Wu S.T. Antimicrobial agents from higher plants. Antimicrobial agents from *Peganum harmala* seeds. // *J Nat Prod.* – 1981. – №44, – С. 745-747.
26. Russell J. *Garmala obyknovennaja* [Harmala is ordinary]. Moscow. – 2013. – С. 109-110.
27. Benbott A., Yahyia A., Belaidi A. Assessment of the antibacterial activity of crude alkaloids extracted from seeds and roots of the plant *Peganum harmala* L. // *J Nat Prod Plant Resour.* – 2012. – №2, – С. 568-573.

References

1. Abutbul S., Golan-Goldhirsh A., Barazani O., Ofir R., Zilberg D. Screening of desert plants for use against bacterial pathogens in fish. *Israeli J of Aquacult.* -2005. – № 57.- P. 71-80.
2. Ageleuov E.A. *Flora pojmy reki Ural* [Flora of the floodplain of the Ural River]. // Alma-ata: Nauka. – 1987. – С. 56-67.
3. Al-Shamma A., Drake S., Flynn D.L., Mitscher L. A., Park Y.H., Rao G.S., Simpson A., Swayze J.K., Veysoglu T., Wu S.T. Antimicrobial agents from higher plants. Antimicrobial agents from *Peganum harmala* seeds. *J Nat Prod.* -1981. – №44. – P. 745-747.
4. Asgarpanah J., Ramezanloo F. Chemistry, pharmacology and medicinal properties of Iranshahy et al. // *AJP.* -2019. – № 9 (6), – P. 1573-1580.
5. Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G. *Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike* [Textbook on botanical microtechnics]. Moscow: MSU. – 2004. – С. 313-315.
6. Benbott A., Yahyia A., Belaidi A. Assessment of the antibacterial activity of crude alkaloids extracted from seeds and roots of the plant *Peganum harmala* L. // *J Nat Prod Plant Resour.* – 2012. – № 2. – P. 568-573.
7. *Biologicheskij jenciklopedicheskij slovar* [Biological Encyclopedic dictionary]. M.: Sov. Encyclopedia. – 1986. – С. 549-552.
8. Bisenov U. K., Bulkhanova D. K. Атырау облысында өсетін өсімдіктердің жекологиялық ерекшеліктері [Ecological features of plants growing in Atyrau region] // International scientific and practical conference “Modern problems of physical and Mathematical Sciences and interdisciplinary research. – 2021. – С. 310-312.
9. Bisenov U.K., Kisimova G.O. Munaily aimakpen lastangan zherde osetin dominantty osimdikterdin biologiyalyk erekshelekteri. [Biological features of dominant plants growing on land contaminated with oilseeds] // Actual problems of natural sciences. Materials of the international scientific and practical conference. Atyrau, – 2019. – С. 98-102.
10. Bisenov U.K., Nurieva A. Plodorodie pochv na pastbishnyh i senokosnyh ugod'jah v uslovijah Atyrauskoj oblasti. [Soil fertility on pasture and hayfields in the Atyrau region] // VI International Conference “Current Scientific research in the modern World”. -2019. – С. 44-48.
11. Bulkhanova D. K., Bisenov U. K. Атырау облысынyn топырақ жамылғысы мен осимдиктерinin казіргі zhagdajy. [Ccurrent state of soil cover and vegetation of Atyrau region] // Republican scientific and practical conference “Science and education: actual issues, achievements, innovations”. Aqtope. – 2021. – С. 25-29.
12. Ebrahimi Gaskarei R1., Mukhambetov B., Bissenov U. Phytoremediation technique is eco-friendly and sustainable solution for the contaminated coastal environments cleanup in Atyrau region – Kazakhstan // The 22 Association of State Universities of The Caspian Region Countries University of Guilan, Iran. – 2019. – С. 15-17.
13. Gilazhov E. G. *Novye materialy. Neftehimija i jekologija* [New materials. Petrochemistry and ecology] // Selected works. -2015. – №2. – С. 18-35.
14. Iranshahy M., Fazly Bazzaz S., Haririzadeh G., Abootorabi BZ., Mohamadi AM., Khashyarmansh Z. Chemical composition and antibacterial properties of *Peganum harmala* L. *Avicenna J Phytomed.* -2019. – 9 (6). – С. 530-537.
15. Kazhenbayev E. Атырау облысынyn geografiyasы. [Geography of Atyrau region]. -2000. – С. 17-85.

16. Korovkin O.A. Anatomija i morfologija vysshih rastenij: slovar' terminov. [Anatomy and morphology of higher plants: dictionary of terms] // M.: Bustard. – 2007. – С. 89-35.
17. Kultiasov I. M. Jekologija rastenij. [Plant ecology]. // Textbook-M.: Publishing House Moscow. – 2002. – С. 143-144.
18. Okolelova A. A., Kaplya V. N., Lapchenkov A. G. Evaluation of oil content in soils. // Scientific bulletin Series: Natural Sciences. – 2019. – 43 (1). – С 76-86.
19. Orekhov A.P. Himija alkaloidov [Chemistry of alkaloids]. // Moscow: Book on demand. – 2012. – С. 862-865.
20. Permyakov A.I. Mikrotehnika. [Microtechnics]. // M.: MSU. -1988. – С. 11-29.
21. Prozina M.N. Botanicheskaja mikrotehnika [Botanical microtechnics]. // M.: MSU. – 1960. – С. 260-267.
22. Russell J. Garmala obyknovennaja [Harmala is ordinary]. // Moscow: Book on demand. – 2013. -С. 109-110.
23. Shaikhmezhdenova U.G., Uteshkalieva A.M. Flora Atyrauskoj oblasti. [Flora of Atyrau region] // Bulletin of ASU, Atyrau. – 2019. – 53 (2). – С. 54-59.
24. Taisumov M.A. Klassifikacija kserofitov Rossijskogo Kavkaza po morfologo-fiziologicheskim priznakam i shema ih delenija. [Classification of xerophytes of the Russian Caucasus by morphological and physiological characteristics and the scheme of their division] // Journal of Modern Problems of Science and Education. -2014. №3. – С. 7-10.
25. Yessenamanova M. S., Bissenov U. K., Nurgazy K. Sh., Dyussegaliev M. Zh. Makhambet M. Physical and chemical properties of soils and plant biology of the territory of Atyrau region. // AIP Conference Proceedings. – 2021. – 2402 (060002). – С. 1-8.
26. Yessenamanova M. S., Bissenov U. K., Nurgazy K. Sh., Dyussegaliev M. Zh., Zamzamova N. Analysis and characterization of the chemical composition of forage crops growing in Atyrau region. // AIP Conference Proceedings. – 2021. – 2402 (060003). – P. 2-5.
27. Zakharov V.P., Libizov N.I., Aslanov H.A. Lekarstvennye veshhestva iz rastenij i sposoby ih proizvodstva. [Medicinal substances from plants and methods of their production]. // Tashkent: Publishing House of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR "FAN". – 2008. – С. 146-147.