

## Эфемерная синузия пустынь как индикатор обнаружения археологических объектов

Н. Н. ЛАЦИНСКИЙ<sup>1</sup>, А. Е. АСТАФЬЕВ<sup>2</sup>, Е. С. БОГДАНОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101  
E-mail: nnl630090@gmail.com

<sup>2</sup>Мангистауский областной историко-краеведческий музей  
R00D6P6, Мангистауская область, Актау, 9 мкр., 23а  
E-mail: aasta@list.ru

<sup>3</sup>Институт археологии и этнографии СО РАН  
630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 17  
E-mail: fil71@mail.ru

Статья поступила 29.06.2020

После доработки 31.08.2020

Принята к печати 22.10.2020

### АННОТАЦИЯ

Проведено сравнительно-геоботаническое исследование трех модельных участков на известняковом плато Емды в подзоне средних пустынь Мангышлака на восточном берегу Каспийского моря (Западный Казахстан). Целью исследования был поиск индикаторов в растительном покрове, отражающих предшествовавшее антропогенное воздействие полуторатысячелетней давности. Участки находятся в сходных эколого-фитоценологических условиях, различаясь по типу и времени антропогенного воздействия на них. Один участок расположен на территории древнего городища III–V вв., второй – на территории, возможно, использовавшейся для земледелия, третий – контроль с минимальным антропогенным воздействием. Установлено, что в структуре растительных сообществ отчетливо выделяются четыре основные синузии, из которых синузия пустынных эфемеров обладает наибольшим видовым разнообразием (61 % от общего числа видов) и может рассматриваться как индикатор прошлой антропогенной трансформации экосистем. На участке с предполагаемым древним земледелием не было обнаружено никаких специфических полевых сорняков, что в совокупности с общими экологическими условиями участка позволило отвергнуть гипотезу о возможном древнем земледелии на этой территории. Показано, что различные виды эфемеров реагируют на такие характеристики микроместообитаний, как влажность, освещенность, засоление и биотурбации почв. В составе синузии выделяются истинные и вынужденные эфемеры. К последним относятся широко распространенные рудеральные виды мезофильной природы (*Buglossoides arvensis* и *Descurainia sophia*). Они, появляясь в местах с высокой и длительной антропогенной нагрузкой, способны сохраняться в составе растительных сообществ по крайней мере до 1500 лет после снятия нагрузки.

**Ключевые слова:** фитоиндикация, эфемерная синузия, Мангышлак, подзона средних пустынь, город III–V вв.

Фитоиндикация как комплекс методов оценки состояния окружающей среды или отдельных ее компонентов по свойствам растительного покрова успешно развивается в приложении к разнообразным задачам на протяжении, по меньшей мере, последних ста лет [Clements, 1928; Корчагин, 1968; Wilkomirski, 2013]. В настоящее время широко применяются количественные методы с использованием экологических шкал [Diekmann, 2003], но и качественные методы часто дают хорошие результаты. Индикаторные свойства растительного покрова проявляются в присутствии/отсутствии видов в различных местообитаниях, изменении их обилия, морфологических или анатомических показателей, особенностях сезонного развития и т. п. По состоянию растительности можно оценивать качество городской среды (лихеноиндикация, листовая асимметрия и т. п.), разнообразие почв и поверхностных горных пород, характер и степень увлажнения местообитаний [Kovács, Podani, 1986; Burger, 2006; Гусев, 2007; Franiel, 2008].

Важным свойством растительности является ее инерционность – способность отдельных видов сохраняться в составе сообществ длительное время после прекращения действия фактора, вызвавшего их появление. Присутствие таких видов позволяет индцировать прошлые состояния экосистемы. Так, в лесах долгое время сохраняются пирогенные виды – свидетели прошлых лесных пожаров; в лесных и луговых экосистемах после снятия антропогенной нагрузки остаются реликты прошлого пахотного использования; следы предшествовавшего рекреационного и пастбищного использования прослеживаются в растительном покрове на протяжении десятков и даже сотен лет.

Археологические объекты всегда разнообразны по площади, времени формирования и содержанию. Особый интерес вызывают места длительного пребывания человека – поселения, города. Встречаются случаи, когда ввиду антропогенных или природных факторов они практически не имеют внешних признаков, позволяющих обнаружить их на современной поверхности. Длительное антропогенное воздействие приводит к изменениям среды обитания и, соответственно, структуры и состава растительного покрова. Многие

из этих изменений способны сохраняться долгое время после прекращения антропогенного воздействия и могут быть использованы для поиска археологических объектов. Однако характер изменений растительности на месте древних поселений и длительность сохранения этих изменений различаются для разных природных зон и до настоящего времени не получили достаточного освещения в литературе.

Целью настоящего исследования был поиск возможных индикаторов в растительном покрове средних пустынь Мангышлака на восточном берегу Каспийского моря, связанных с хозяйственной деятельностью древнего человека, проживавшего в городе III–V вв.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследований расположена на п-ове Мангышлак (Западный Казахстан) на пологих платообразных северных склонах горного массива Емды. Согласно административному делению она относится к Тупкараганскому району Мангистауской области Республики Казахстан. По геоботаническому районированию И. Н. Сафроновой [1996] этот участок входит в Североактауский район Тубкараганско-Горномангышлакского округа. В зональном отношении территория принадлежит подзоне средних пустынь Северотуранской провинции Сахаро-Гобийской пустынной области [Лавренко, 1965; Рачковская, Сафронова, 1992]. Северный платообразный склон массива Емды сложен плотными плитчатыми известняками, перекрытыми с поверхности тонким чехлом эоловых четвертичных лессов. Почвы плато Емды серо-бурые, пустынные, подстилаемые на глубине 30–40 см массивными плотными известняками. Растительность плато хорошо охарактеризована в работе И. Н. Сафроновой [1996]. Основу растительного покрова платообразных поверхностей составляют полынные сообщества с доминированием полыни белоземельной (*Artemisia terrae-albae* Krasch.). В зависимости от мощности почвенного профиля и каменистости субстрата содоминантами сообществ могут выступать полкустарники (терескен (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.) и эфедра (*Ephedra distachya* L.)) или злаки – ковыль сарептский (*Stipa sareptana* A. K. Becker) или, чаще, ер-

кек (*Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy). Общий облик растительности определяется преобладанием кустарничков и полукустарников. Доля участия многолетних травянистых растений невелика, за исключением вышеупомянутых злаков. Из числа эфемероидов заметную роль в сложении сообществ играют лишь гусиный лук сетчатый (*Gagea reticulata* (Pall.) Schult. & Schult. f.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.) и катаброзочка низкая (*Catabrosella humilis* (M. Bieb.) Tzvelev). Сезонный аспект в сообществах часто создают постоянно присутствующие эфемеры, обильные и разнообразные по видовому составу. Общее видовое разнообразие сообществ составляет от 10 до 20 видов сосудистых растений на 100 м<sup>2</sup>.

Поверхность плато прорезана системой логов, днища которых выполнены плотными известняками. В вершинах логов часто встречаются отдельные кусты крушины (*Rhamnus sintenisii* Rech. fil.), под пологом которых развивается сплошной покров эфемерных однолетников. В более глубоко врезанной части логов их борта и днища практически лишены растительного покрова, и лишь в крупных вымоинах округлой формы по днищу водотоков развиваются заросли тростника (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.).

На севере плато обрывается крутым (высотой 30–40 м) уступом к древним террасам Каспия. Поверхность плато разбита на несколько блоков, разделенных узкими (шириной от 300 до 700 м) глубокими (60–100 м) каньонами протяженностью до 6–8 км, ориентированными преимущественно с юга на север. Большая часть этих крутых склонов и стенок каньонов лишены растительного покрова и лишь на горизонтальных выступах развиваются несомкнутые группировки петрофитов.

На всей исследованной территории отсутствуют современные поселения и стоянки скота. Поверхность плато используется только для выпаса лошадей и верблюдов.

На одном из блоков плато 720 × 310 м, расположенном в устье каньона Каракабак, в 2005 г. А. Е. Астафьевым в ходе проведения археологической разведки с целью выявления объектов, маркирующих направления прохождения торговых путей эпохи средневековья, открыто городище Каракабак. Превышение останца с городищем относительно окружающего рельефа составляет 100–110 м.

Каньон имеет выход на южное побережье небольшого мелководного залива Каспийского моря – Кочак. Останец на восточной оконечности соединяется с соседним участком плато узким перешейком, рассеченным глубоким природным рвом. Западный край рва укреплен сильно разрушенной крепостной стеной, сложенной крупными кусками кремниевого камня и известняка. С противоположной стороны рва узкий скальный гребень отгорожен от основного массива плато стенкой протяженностью около 10 м в сочетании с небольшим природным рвом. С западной и северо-восточной сторон останца имеются небольшие пролеты вырубленных ступеней троп для подъема.

Поверхность юго-западного и центрального секторов останца покрыта несколькими десятками низких кургановидных грунтово-каменных возвышений с прослеживанием отдельных элементов кладок и их развалов. На этой площади в выбросах нор грызунов часто встречаются фрагменты керамики, а также мелкие обломки костей животных. Составленный в ходе археологических исследований детальный топографический план останца и распределения подъемного материала позволил определить точные границы поселения и некоторые особенности его планировки. Площадь застройки составляет более 3 га и ограничена с севера и востока нерегулярными широкими грунтовыми валами, образованными, как показали последующие исследования, объемными отвалами бытового и строительного мусора. За пределами валов какие-либо находки на поверхности останца практически отсутствуют. На его северо-западном выступе прослеживается серия неглубоких котлованов, возможно, возникших при добыче известнякового камня.

В ходе археологических раскопок 2017–2019 гг. выяснилось, что городище представляет собой остатки морского торгового форпоста с функциями ремесленного центра, существовавшего на северном ответвлении Шелкового пути в III–V вв. [Астафьев, Богданов, 2019]. Причиной угасания жизни на Каракабакском поселении могло быть изменение климатической обстановки. Согласно палеоклиматической реконструкции Н. С. Болиховской [2011] на период IV–V вв. приходится фаза тепло- и влажного периода с последующим похолоданием и аридизацией на ранней фазе дер-

бентской регрессивной стадии Каспия в VI в. При раскопках не было обнаружено никаких следов военных конфликтов или пожаров. Следы человеческого присутствия более позднего времени на плато (наземные сооружения, поселения и т. п.) также не обнаружены.

В настоящее время поверхность останца не испытывает антропогенного воздействия, за исключением незначительной пастбищной нагрузки, в связи с труднодоступностью этой поверхности для людей и домашних животных.

Плато Емды к югу от останца с городищем расчленено с севера на юг двумя протяженными каньонами – Каракабак и Шульдор. Эти каньоны, смыкаясь бортами до узкого перешейка, образуют достаточно обширный замкнутый участок плато площадью около 18 км<sup>2</sup>, северо-западной оконечностью которого является останец с поселением. В юго-восточной части этот участок плато перегорожен рвом и крепостной стеной с топографическим названием “вал Байлама”. Сооружение протяженностью около 500 м, высотой до 2 м, в плане относительно прямолинейное, было сильно разрушено в древности и в советское время (камень изымался для строительства загонов). На отгороженном участке плато, за исключением отдельных могил этнографического времени, никаких видимых следов человеческой деятельности не обнаружено, поэтому такая трудоемкая работа по сооружению “вала Байлама” могла быть связана, во-первых, с обнаруженным городским поселением эпохи переселения народов, а во-вторых, с защитой обширных (пастбищно-земледельческих?) угодий от набегов кочевников. Учитывая то, что при раскопках городского поселения мы находили обломки и целые образцы растиральных досок-зернотерок, жерновов, терочников, мы предположили, что на данной территории в древности могли произрастать злаковые культуры. Предположительно, следы древнего земледелия могли сохраниться в современном растительном покрове в виде присутствия специфических сорных видов, характерных для пахотных земель, а также в виде большей доли участия злаков в напочвенном покрове, по сравнению с зональными сообществами.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для достижения цели исследования проведено сравнительно-геоботаническое обследо-

вание трех участков плато, разделенных глубокими каньонами. Все участки находятся в аналогичных климатических и геолого-геоморфологических условиях (рисунок). Участок 1 представлен верхней поверхностью останца, на котором расположено городище Каракабак, участок 2 расположен к северу от первого на территории плато равновысокого с поверхностью останца, отделенного от него глубоким каньоном, и ограниченно с юга “валом Байлама”. Участок 3 занимает плато к западу от каньона Каракабак. Этот участок превышает на несколько метров оба предыдущие участка и не несет никаких признаков древних поселений или других следов человеческой деятельности. Он рассматривался в качестве контрольного по отношению к двум первым. В настоящее время второй и третий участки используются для выпаса лошадей и верблюдов.

Основным методом исследований были стандартные геоботанические описания, выполненные в зональных плакорных условиях в равной повторности на каждом участке плато (14 описаний на первом участке, 14 – на втором и 12 – на третьем контрольном участке). При обследовании территории городища описание растительности проводилось только на участках, не затронутых археологическими раскопками. Площадь единичного описания составляла 100 м<sup>2</sup>. Для всех описаний выполнена геопривязка с использованием 12-канального GPS в системе координат WGS-84.

Помимо описаний растительности собран гербарный материал в количестве 48 листов для уточнения видовой принадлежности растений в камеральных условиях. После уточнения их флористического состава вся информация заносилась в специализированную базу данных в среде IBIS 7.2 [Зверев, 2007]. Для обследованных участков составлены сводные описания растительности с расчетом встречаемости каждого вида в процентах. Достоверность разницы показателей встречаемости между участками оценивалась по критерию Фишера  $F = (\varphi_1 - \varphi_2)^2 \times (N_1 \times N_2 / (N_1 + N_2))$ , где  $\varphi$  – доля вида на участке, выраженная в радианах,  $N_1$  и  $N_2$  – объемы сравниваемых выборок [Лакин, 1990]. Перевод доли вида в сводном описании участка ( $p$ ), выраженной в сотых долях единицы, в радианы осуществлялся по формуле  $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$ . Для всех



Космический снимок района исследований и локалитеты геоботанических описаний (источник: Google Earth). Пунктирными овалами и цифрами обозначены участки исследований, черным полумесяцем выделен вал Байлама

видов, отмеченных в описаниях, рассчитан показатель активности как корень квадратный из произведения встречаемости на среднее проективное покрытие [Малышев, 1973]. В нашем случае встречаемость рассчитывалась в процентах, а обилие оценивалось по величине проективного покрытия вида в фитоценозе, также выраженной в процентах. Соответственно, пределы изменчивости показателя активности составили от 0 до 100. Виды со значением активности менее 10 рассматривались как малоактивные и не были включены в анализ.

Латинские названия растений приведены по сводке С. К. Черепанова [1995].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

В структуре исследованных сообществ можно выделить четыре основные синусии, различные по морфологии и ритму развития растений, их составляющих. Это синусия кустарничков и полукустарничков, имеющих

многолетние надземные органы (*Artemisia terrae-albae*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Kochia prostrata* (L.) Schrad. и др.); синусия травянистых многолетников – растений с отмирающей на зиму надземной частью и длительным периодом сезонного развития (*Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Astragalus lasiophyllus* Ledeb. и др.); синусия эфемероидов – многолетних травянистых растений с коротким периодом вегетации, приуроченным к весенне-раннелетнему периоду (*Catabrosella humilis*, *Poa bulbosa*, *Gagea reticulata*) и синусия эфемеров – однолетних растений с очень коротким онтогенезом, реализующимся в течение 3–4 недель после весеннего снеготаяния (*Alyssum turkestanicum* Regel & Schmalh., *Ceratocephala falcata* (L.) Pers., *Leptaleum filifolium* (Willd.) DC. и др.). Помимо этих постоянных структурных компонентов встречаются единичные кустарники (*Rhamnus sintenisii*) и редкие напочвенные лишайники, видовой состав которых не выявлялся.

Т а б л и ц а 1  
Сводная таблица встречаемости видов по описаниям на трех участках, %

Номер участка	1	2	3
Число описаний	14	14	12
Синузия кустарничков и полукустарничков			
<i>Artemisia terrae-albae</i>	93	100	100
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	93	72	67
<i>Kochia prostrata</i>	<b>86</b>	36	34
<i>Ephedra distachya</i>	22	43	17
Синузия травянистых многолетников			
<i>Stipa sareptana</i>	79	72	67
<i>Agropyron fragile</i>	43	<b>93</b>	59
<i>Tragopogon ruber</i>	79	93	67
<i>Astragalus lasiophyllus</i>	7	36	50
<i>Artemisia scoparia</i>	.	29	9
<i>Zygophyllum pinnatum</i>	.	.	<b>34</b>
<i>Asparagus sp.</i>	.	.	<b>25</b>
Синузия эфемероидов			
<i>Poa bulbosa</i>	100	86	84
<i>Catabrosella humilis</i>	72	57	59
<i>Gagea reticulata</i>	29	29	<b>84</b>
Синузия эфемеров			
<i>Leptaleum filifolium</i>	100	100	100
<i>Ceratocephala falcata</i>	93	93	100
<i>Chorispora tenella</i>	<b>100</b>	36	75
<i>Alyssum turkestanicum</i>	93	100	42
<i>Holosteum polygamum</i>	86	86	92
<i>Roemeria hybrida</i>	<b>93</b>	15	34
<i>Buglossoides arvensis</i>	86	57	9
<i>Meniocus linifolius</i>	72	43	92
<i>Holosteum umbellatum</i>	43	29	9
<i>Astragalus oxyglottis</i>	29	50	67
<i>Neotorularia torulosa</i>	22	.	<b>67</b>
<i>Rochelia retorta</i>	.	29	42
<i>Descurainia sophia</i>	<b>93</b>	.	.
<i>Erodium oxyrhynchum</i>	<b>50</b>	.	.
<i>Hypocoum parviflorum</i>	.	.	<b>50</b>
<i>Nonea caspica</i>	.	7	34
Синузия лишайников			
<i>Xanthoparmelia vagans</i>	7	22	25

Т а б л и ц а 2  
Сводная таблица активности видов по участкам

Номер участка	1	2	3
Число описаний	14	14	12
Синузия кустарничков и полукустарничков			
<i>Artemisia terrae-albae</i>	20	46	48
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	28	12	12
<i>Ephedra distachya</i>	13	13	2
<i>Kochia prostrata</i>	10	4	4
Синузия травянистых многолетников			
<i>Stipa sareptana</i>	24	13	8
<i>Agropyron fragile</i>	5	18	6
<i>Tragopogon ruber</i>	8	10	7
Синузия эфемероидов			
<i>Poa bulbosa</i>	31	18	14
Синузия эфемеров			
<i>Ceratocephala falcata</i>	10	10	21
<i>Leptaleum filifolium</i>	10	10	12
<i>Holosteum polygamum</i>	9	10	10
<i>Alyssum turkestanicum</i>	10	10	4
<i>Chorispora tenella</i>	10	4	8
<i>Roemeria hybrida</i>	10	2	4
<i>Descurainia sophia</i>	30	.	.

Данные по встречаемости и активности видов на трех обследованных участках сведены в таблицы. В сводной таблице отражены только виды со встречаемостью > 20 % хотя бы в одном участке. Жирным шрифтом выделены значения встречаемости, достоверно отличающие данный участок от всех остальных (табл. 1). В таблице активности видов (табл. 2) приведены только активные виды со значением активности 10 и более хотя бы для одного участка.

Сравнение растительного покрова трех участков по составу синузии кустарничков выявило в целом незначительные различия. Видовой состав кустарничков во всех случаях одинаков. Единственный вид, встречаемость которого достоверно выше на участке древнего городища на уровне 95 % по критерию Фишера, был *Kochia prostrata* (см. табл. 1), имевший также большую активность на этом участке. *Artemisia terrae-albae* на участке древнего городища имеет меньшую активность, чем на двух других участках, но встречаемость ее в сообществах различается незначительно (см. табл. 1).

Синузия многолетних травянистых растений также показывает лишь небольшие различия между участками. Ни один из видов многолетних трав не показал достоверно большей встречаемости на участке древнего городища. Встречаемость *Agropyron fragile* на втором и третьем участках была достоверно выше на уровне 95 % по сравнению с участком древнего городища. Активность этого вида также была выше, особенно на втором участке (см. табл. 2). Третий участок отличался достоверно большей встречаемостью *Zygophyllum pinnatum* Cham. и *Asparagus sp.*, отсутствующих на других участках. Практически все виды травянистых многолетников, за исключением злаков, имели низкую активность на всех участках. Наибольшие показатели активности имели злаки: *Stipa sareptana* – на территории древнего городища и *Agropyron fragile* – на втором участке (см. табл. 2).

Из видов-эфемероидов только *Gagea reticulata* показывает достоверно большую встречаемость на третьем участке на уровне 95 %.

Для видов, встреченных на всех трех участках, рассчитано среднее проективное покрытие в процентах с последующей оценкой достоверности разницы по критерию Стью-

дента. Ни один из видов, включенных в расчеты, не показал статистически достоверной разницы между участками.

Отсутствие значимых различий между участками по составу и фитоценотической роли синузий кустарничков, травянистых многолетников и эфемероидов подчеркивает фитоценотическое единство сравниваемых территорий.

Иная картина наблюдается при анализе состава эфемерной синузии. Из 57 видов сосудистых растений, отмеченных за время исследований в описаниях и гербарных сборах, 36 видов представлены однолетними эфемерами из 11 семейств и 31 рода, что составляет 61 % от общего состава выявленной местной флоры.

Анализ встречаемости и пространственного распределения эфемеров на изученной территории показал, что в составе синузии можно выделить группы видов, различающиеся по приуроченности к конкретным микроместообитаниям. Так, *Chorispora tenella* (Pall.) DC., *Leptaleum filifolium*, *Holosteum polygamum* C. Koch, *Alyssum turkestanicum* и *Ceratocephala falcata* относятся к массовым фоновым видам, которые встречаются по всей территории исследования и часто создают аспект в сообществах. Некоторые виды отмечены исключительно (*Hymenolobus procumbens* (L.) Fourr.) или преимущественно (*Strigosella africana* (L.) Botsch., *Lepidium perfoliatum* L., *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski) на засоленных почвах. *Erophila verna* (L.) Besser и *Holosteum umbellatum* L. массово встречаются только по неглубоким ложбинам стока с повышенным увлажнением почвы; *Galium spurium* L. и *Lappula spinocarpos* (Forssk.) Asch. – только под кронами кустов *Rhamnus sintenisii*. Такие виды, как *Asperugo procumbens* L., *Arabis recta* Vill. и *Arabidopsis pumila* (Stapf) N. Busch, растут в притененных влажных местообитаниях в основании скальных входов. Исключительно на зоогенных нарушениях, связанных с роющей деятельностью мелких млекопитающих, были встречены *Nonea caspica* (Willd.) G. Don и *Arnebia decumbens* (Vent.) Coss. & Kralik. Все вышеперечисленные виды имеют высокую встречаемость и/или обилие в определенных микроместообитаниях. Для ряда видов, в связи с их редкостью и единичной встречаемо-

стью, экологическая приуроченность не столь очевидна.

Сравнение эфемерной синузии на уровне участков показало, что такие виды, как *Erodium oxyrhynchum* M. Bieb., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl., *Chorispora tenella* и *Roemeria hybrida* (L.) DC., имеют достоверно большую встречаемость на первом участке на уровне 95 %, а *Hypocoum parviflorum* Kar. & Kir., *Nonea caspica* и *Neotorularia torulosa* (Desf.) Hedge & J. Leonard – на третьем участке. Встречаемость *Alyssum turkestanicum*, *Buglossoides arvensis* (L.) I. M. Johnst. и *Holosteum umbellatum* на третьем участке была достоверно ниже, чем на первых двух на уровне 95 %. *Leptaleum filifolium* и *Holosteum polygamum* действительно являются фоновыми активными видами, не меняя существенно своих показателей на всех участках. По активности *Chorispora tenella* не обнаруживается существенной разницы между участками. *Ceratocephala falcata*, напротив, не различаясь между участками по показателю встречаемости, имеет более высокую активность на третьем участке. Наиболее интересное распределение отмечено для *Descurainia sophia* – за пределами городища вид не был зарегистрирован ни разу, тогда как в большинстве сообществ, описанных на останце с городищем, он создавал характерный зеленовато-желтый аспект в момент массового цветения. По показателю активности в сообществах первого участка *Descurainia sophia* входит в тройку наиболее высокоактивных видов.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Эфемерная синузия представляет типичный компонент пустынной растительности [Коровин, 1934], использующий “стратегию избегания” как приспособление к жизни в экстремальных климатических условиях. Для представителей этой синузии характерен очень короткий онтогенез, приуроченный к наиболее благоприятному ранневесеннему периоду, характеризующемуся оптимальным соотношением тепла и влаги. Длительность онтогенеза эфемерных видов от семени до семени может составлять две-три недели и, как правило, не превышает одного месяца. Успевая пройти все фазы развития в благоприятных климатических условиях, эфемерные

виды имеют мезофитный облик. У них отсутствуют анатомо-морфологические приспособления к выживанию в засушливых условиях пустынь. Неблагоприятные периоды года они переживают в состоянии семени. Краткость онтогенеза и зависимость от благоприятной климатической обстановки делают эфемерную синузидию наиболее лабильным компонентом растительного сообщества. Ее развитие по составу, численности и срокам существенно меняется по годам, в зависимости от погодных условий конкретного года. Эти особенности затрудняют использование эфемеров в качестве биоиндикаторов, однако их обилие и способность создавать красочные аспекты в период массового развития позволяет рассматривать их как перспективный объект для индикации с помощью дистанционных методов.

Описанные закономерности распределения видов эфемерной синузидии по микроместообитаниям с различными экологическими условиями подчеркивают их чувствительность к таким факторам, как увлажнение, засоление и степень нарушенности, причем есть основания предполагать, что эфемеры по-разному реагируют на антропогенные и зоогенные нарушения.

При сравнении второго и третьего участков между собой не было выявлено сорных видов, характерных для старозалежных земель. То есть на основании флористического состава сообществ нет подтверждения земледельческой активности на этих участках в прошлом. Почвы исследованных участков на глубине не более 30–35 см подстилаются плотными плитчатыми известняками. Все зональные почвы Мангышлака отличаются низкой водоудерживающей способностью и значительной водопроницаемостью [Почвы полуострова Мангышлак, 1974]. В отсутствие источников воды на поверхности обоих участков земледелие в настоящее время здесь невозможно без полива, при этом никаких следов оросительных систем на поверхности плато не обнаружено. Отсутствие специфических сорных видов, характерных для старозалежных земель в сочетании с особенностями геологического и геоморфологического строения территории, а также отсутствие каких бы то ни было следов ирригационных систем не позволяют подтвердить гипотезу о древней земледельческой активности на от-

гороженном участке плато. Вероятно, данная территория использовалась только в качестве пастбищных угодий.

Пространственное распределение *Descurainia sophia* со строгой приуроченностью к границам древнего городища дает возможность рассматривать этот вид как хороший индикатор длительных антропогенных нарушений в прошлом. Более нигде на прилегающей территории, не только собственно плато, но и склонов и днищ каньонов, этот вид обнаружен не был. *Descurainia sophia* имеет обширный ареал, далеко выходящие за пределы пустынной зоны. В районах с более умеренным климатом он проявляет себя не как эфемер, а как однолетний вид, онтогенез которого длится в течение всего вегетационного сезона. В пустынных условиях он становится “вынужденным эфемером”, сокращая свой онтогенез до длительности периода с благоприятными погодными условиями. На большей части своего ареала *Descurainia sophia* относится к рудеральным видам, которые активно осваивают местообитания, глубоко видоизмененные человеческой деятельностью. Вероятно, длительный период активной человеческой деятельности на территории городища создал благоприятные условия для формирования рудеральной растительности, заменившей естественные растительные сообщества. Однолетние виды из ее состава сохранились в течение долгого времени после исчезновения городища, успешно конкурируя с представителями аборигенной эфемерной синузидии естественных сообществ средних пустынь. Сходный характер распределения проявляет и *Buglossoides arvensis*, однако если *Descurainia sophia* не смог распространиться за пределы древнего поселения в малонарушенные естественные сообщества, то *Buglossoides arvensis* отмечен на всей исследованной территории и только с невысокой встречаемостью.

Важным фактором сохранения этих видов на территории древнего городища послужила способность сокращать сроки онтогенеза в экстремальных климатических условиях и переживать неблагоприятные периоды года в состоянии покоящихся семян.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всех структурных элементов растительных сообществ подзоны средних пустынь Ман-

гышлака наиболее информативной для целей биоиндикации оказалась эфемерная синузия.

Синузия ранневесенних эфемеров вносит существенный вклад в видовое разнообразие растительного покрова зональных средних пустынь, составляя до 61 % от общего видового богатства фитоценозов. В составе синузии участвуют как собственно эфемеры – представители естественной пустынной флоры, так и “вынужденные эфемеры” – рудеральные однолетники, способные в условиях пустынной зоны сокращать свой онтогенез (*Buglossoides arvensis*, *Descurainia sophia*). Несмотря на краткость онтогенеза и приуроченность к определенному, наиболее благоприятному периоду вегетации, эфемеры могут рассматриваться как надежные биоиндикаторы определенных экологических условий в данной местности. Несомненным преимуществом данной группы в отношении биоиндикации является их многочисленность и массовое одновременное цветение, создающее отчетливые аспекты, хорошо различимые в ландшафте.

В условиях пустынной зоны поселения человека при достаточной длительности их существования создают условия для формирования рудеральной растительности, отдельные элементы которой могут впоследствии сохраняться на протяжении многих веков после исчезновения поселений. Такие рудеральные реликты могут успешно использоваться в качестве одного из индикаторов для поиска археологических объектов, особенно на труднодоступных для наземного обследования участках.

Статья подготовлена в рамках реализации планов НИР Института археологии и этнографии СО РАН и Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.

#### ЛИТЕРАТУРА

Астафьев А. Е., Богданов Е. С. Древний город на Восточном берегу Каспийского моря // *Stratum plus*. 2019. № 4. С. 17–38.

- Болиховская Н. С. Особенности ландшафтно-климатических изменений на территории Северного Прикаспия и климато-обусловленных колебаний уровня Каспийского моря в голоцене // *Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований*. Т. 1. Апатиты. СПб., 2011. С. 74–77.
- Гусев А. П. Фитоиндикаторы трансформации природного ландшафта в зоне нефтедобычи (на примере юго-востока Белоруссии) // *География и природ. ресурсы*. 2007. № 2. С. 177–183.
- Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
- Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Казахстана. М.; Ташкент, 1934. 480 с.
- Корчагин А. А. Некоторые вопросы использования растительного покрова как индикатора среды // *Ботан. журн.* Т. 53, № 2. 1968. С. 203–213.
- Лавренко Е. М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобластей Афродиазической пустынной области // *Ботан. журн.* 1965. Т. 50, № 1. С. 3–15.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1990. 352 с.
- Мальшев Л. И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // *Ботан. журн.* 1973. Т. 58, № 11. С. 1581–1602.
- Почвы полуострова Мангышлак. Алма-Ата, 1974. 224 с.
- Рачковская Е. И., Сафронова И. Н. Новая карта ботанико-географического районирования Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области // *Геоботаническое картографирование-1992*. СПб., 1994. С. 33–49. doi: 10.31111/geobotmap/1992.33
- Сафронова И. Н. Пустыни Мангышлака (очерк растительности) // *Тр. БИН РАН им. В. Л. Комарова*. Вып. 18. СПб., 1996. 212 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995. 991 с.
- Burger J. Bioindicators: types, development, and use in ecological assessment and research // *Environ. Bioindicat.* 2006. Vol. 1, Iss. 1. P. 22–39. doi: 10.1080/15555270590966483
- Clements F. E. *Plant succession and indicators*. N. Y., 1928. 453 p.
- Diekmann M. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology a review // *Basic and Appl. Ecol.* 2003. Vol. 4. P. 493–506.
- Franiel I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves – an index of environment quality // *Biodiv. Res. Conserv.* 2008. Vol. 9–10. P. 7–10.
- Kovács M., Podani J. Bioindication: a short review on the use of plants as indicators of heavy metals // *Acta Biol. Hungar.* 1986. Vol. 37, N 1. P. 19–29.
- Wiłkomirski B. History of bioindication (*Historia bioindykacji*) // *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*. 2013. Vol. 14. S. 137–142.

# Desert ephemeral synusia as an indicator for the archeological sites

N. N. LASHCHINSKIY<sup>1</sup>, A. E. ASTAFIEV<sup>2</sup>, E. S. BOGDANOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Central Siberian Botanical Garden of SB RAS  
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya, 101  
E-mail: nnl630090@gmail.com*

<sup>2</sup>*Mangistau regional local history museum  
R00D6P6, Mangistau region, Aktau, 9 microdistr., 23a  
E-mail: aasta@list.ru*

<sup>3</sup>*Institute of archaeology and ethnography of SB RAS  
630090, Novosibirsk, Academician Lavrentiev, 17  
E-mail: fil71@mail.ru*

Vegetation survey of the three model sites was conducted on lime-stone plateau Emdy in Mangyshlak middle desert subzone on eastern shore of Kaspian sea (Western Kazakhstan). The main aim was to find indicator species in vegetation composition which reflect ancient anthropogenic influence about 1500 years ago. Model sites are situated in comparable ecological conditions and differ only by the type and time of the anthropogenic influence. One situated in area of the ancient settlement III–V centuries; second one was in the area of probable former agriculture and third one used as a control nearly without any anthropogenic influence. It was found that in plant community structure four main synusia could be determined. The most diverse synusia of the desert ephemeras contains 61 % of the plant species pool and may be considered as an indicator of former anthropogenic activity. There were no any specific plants connected with former agriculture on the second site. Considering this fact together with general ecological conditions of the site it was concluded that there were no any former agriculture on this site. It was shown that different ephemeral species react on such microhabitat characteristics as humidity, insolation, salinization and soil bioturbations. All ephemeral species could be divided on true and induced ephemera. Last group consists of widespread ruderal annual mesophytes (*Buglossoides arvensis* и *Descurainia sophia*). These species appeared in places of long and intense anthropogenic pressure and are able to persist in plant communities at least up to 1500 years after the end of the anthropogenic pressure.

**Key words:** phytoindication, ephemeral synusia, Mangyshlak, middle desert subzone, settlement III–V centuries.