

УДК 581.93(574.1)

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИЙ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Г. З. Идрисова ¹, И. В. Сергеева ², Е. Н. Шевченко ²,
А. Л. Пономарева ², Е. В. Гулина ²

¹*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана*

Казахстан, 090009, Уральск, ул. Жангир хана, 51

E-mail: kairgalieva_guldana@mail.ru

²*Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова*

Россия, 410012, Саратов, Театральная пл., 1

Поступила в редакцию 27.05.2019 г.

После доработки 10.06.2019 г.

Принята к публикации 14.06.2019 г.

В статье приведены результаты анализа галофитной флоры на территориях, примыкающих к родникам Западного Казахстана. Указаны названия видов галофитов для каждого родникового урочища по областям Западного Казахстана. Представлен кластерный анализ по количеству видов растений и галофитов во флоре по отношению к гидрохимическим показателям. Приведен корреляционный анализ количества видов растений и галофитов во флоре по отношению к гидрохимическим показателям родников.

Ключевые слова: галофиты, флора, родниковые урочища, Западный Казахстан, кластерный и корреляционный анализ флоры.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-2-3-90-101

Западно-Казахстанская область занимает северо-западную часть Республики Казахстан – зону сухих степей и полупустынь. Эта территория располагается в достаточно сложных гидрогеологических условиях, которые в совокупности с климатическими факторами оказывают существенное воздействие на родниковые воды.

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Западный Казахстан располагается в пределах Прикаспийского гидрогеологического артезианского бассейна, который разделяется на Западно-Прикаспийский, Восточно-Прикаспийский, Приуральский и Юго-Восточный гидрогеологические районы (Гидрогеология..., 1971). В Западно-Прикаспийском районе, при отсутствии свободного водообмена с нижними горизонтами, большое значение в формировании высокоминерализованных вод и рассолов играют расположенные близко к поверхности соляные купола и их кепроки. В Восточно-Прикаспийском районе этажность размещения водоносных горизонтов становится прерывистой, что повышает стабильность химического состава вод, повышает дебит родников. В пределах Приуральского района присутствуют галогенно-сульфатные отложения, которые практически отсутствуют в Юго-Восточном районе.

Отчетливо проявляется изменение гидрохимического класса родников от гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного в лесостепи к сульфатно-гидрокарбонатному и сульфатно-хлоридному в северной и южной степи, и хлоридному – в полупустынях и пустынях Прикаспийской низменности и Мангышлака.

Высокая минерализация родниковых вод, повышенное содержание хлоридов, сульфатов и других солей предполагает наличие галофитной флоры на территориях, примыкающих к родникам. Поэтому целью данной работы было выявление видов растений засоленных местообитаний на территориях, примыкающих к родникам Западного Казахстана и установление корреляционной зависимости между количеством галофитов во флоре и гидрохимическими показателями родников.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись 40 родников Мангистауской, Актюбинской, Атырауской и Западно-Казахстанской областей западного региона Республики Казахстан (см. рис. 1):

Актюбинская область

1. Асыл су
2. Ислам булак
3. Маржанбулак верхний
4. Маржанбулак нижний
5. Молдирбулак

6. Катпар (Сарсенбулак)

7. Акшат
8. Суык булак
9. Суык булак 2
10. Булак ауылы
11. Косестек

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 12. Саржансай | 26. В пос. Крутой |
| 13. Жоса | 27. Егиндибулак |
| 14. Жоса 2 | 28. Большая Ичка |
| 15. Родниковка | 29. Январцево |
| 16. Карауыкельды | 30. Айнабулак |
| Атырауская область | 31. Серебрякова |
| 17. Туздыбулак | Мангистауская область |
| 18. Ащыгуздыбулак | 32. Хамза баба |
| 19. Тилепбулак | 33. Каракозайым |
| Западно-казахстанская область | 34. Жумабек булак |
| 20. Таскала 1 | 35. Самал |
| 21. Таскала 3 | 36. Когез |
| 22. Таскала 5 | 37. Оскен |
| 23. Красенькое | 38. Ушаудан |
| 24. Актау | 39. Кара булак |
| 25. У пос. Крутой | 40. Ыстык су |

В течение полевых сезонов 2015 – 2017 гг. была изучена флора территорий родниковых урочищ и собрано около 1000 листов гербария. Изучение флоры проводилось маршрутным методом. Учитывались сосудистые растения, произрастающие в пределах площадей родниковых урочищ (около 900 м²). Сбор и сушка гербарных образцов проводились согласно стандартной методике (Матвеев, 2006).

Установление видовой принадлежности собранных растений осуществлялось по следующим определителям: Каталог растений Западно-Казахстанской области (Дарбаева, Чукалина, 2011), Флора средней полосы Европейской части СССР (Маевский, 1964, 2006), Определитель растений Средней Азии (1968 – 1993). Названия видов приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995). В состав галофитной флоры были включены: наземные растения солонцов, солончаков, а также степные и луговые виды, распространенные преимущественно на засоленных почвах.

Отбор проб родниковых вод осуществлялся в соответствии с требованиями нормативного документа ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Лабораторные исследования проводили на базе научно-исследовательского института биотехнологии и природопользования Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (Республика Казахстан, Западно-

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Казахстанская область, г. Уральск) в аккредитованном испытательном центре (действующий аттестат аккредитации № KZ.И.09.0147 от 23.01.2017 г.).

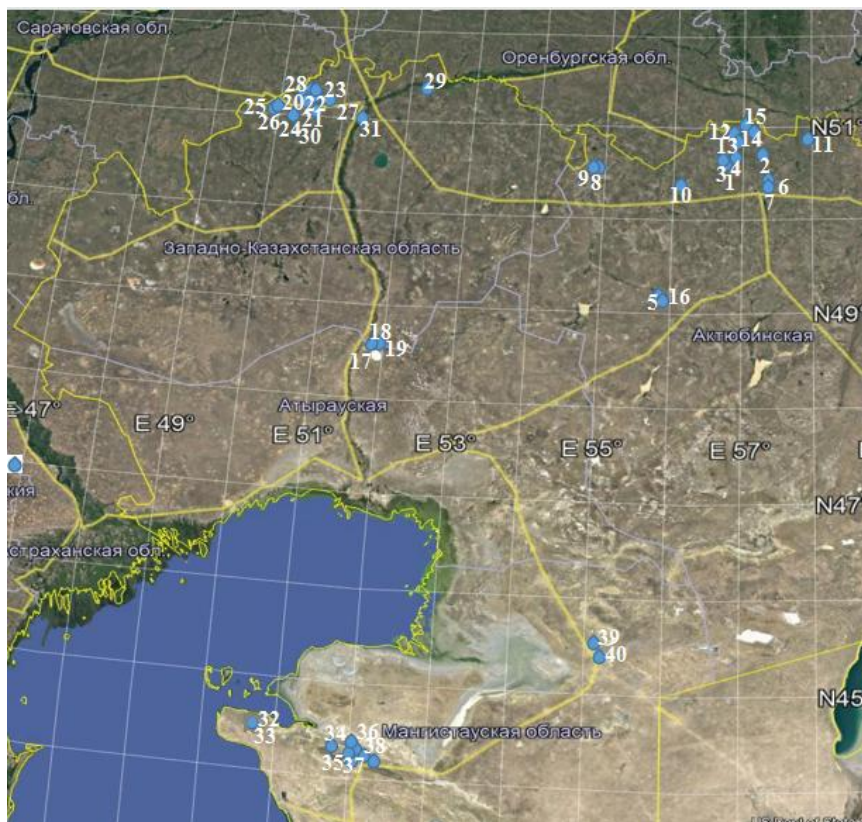


Рис. 1. Карта-схема исследуемых родников Западного Казахстана.

Fig. 1. Map-scheme of the studied springs of Western Kazakhstan.

Активную реакцию воды рН измеряли на приборе рН-метр Seven Easy потенциометрическим методом (ПДФ 14.1:2:3:4.121-97). Концентрацию азотосодержащих веществ (нитраты, нитриты) определяли

спектрофотометром САРУ-50 с использованием ГОСТа 33045-2014 «Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ». Содержание хлоридов и сульфатов определяли по ГОСТу 4245-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания хлоридов» и ГОСТу 23268.4-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения сульфат-ионов».

Визуализация данных выполнена с помощью графического редактора Microsoft Office Excel 2007. Для сравнения изученных флор с помощью коэффициента Жаккара (Kf) проводились расчеты в программе Microsoft Excel с использованием приложения ExStatR (<https://ib.komisc.ru/rus/database/exstatr>).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Флора территорий, примыкающих к родникам в границах четырех областей Западного Казахстана, насчитывает 252 вида. Из 40 родниковых урочищ, только в 14 были обнаружены галофиты, представленные 22 видами, что составляет 8.73% от общего числа видов (табл. 1).

Проведенный кластерный анализ по числу видов растений и по числу галофитов во флоре по отношению к гидрохимическим показателям (рН; NH_4^+ , мг/л; NO_2^- , мг/л; NO_3^- , мг/л; Cl^- , мг/л; SO_4^{2-} , мг/л; общая минерализация, мг/л) выявил три кластера (рис. 2).

Первый кластер объединил флоры территорий родников № 17 – Туздыбулак (4 галофита: *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Vieb., *Limonium caspium* (Willd.) Gams, *Salicornia europaea* L., *Dodartia orientalis* L.); № 19 – Тилепбулак (6 галофитов: *Artemisia lercheana* Web., *Carex stenophylla* Wahlenb., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Vieb., *Atriplex cana* C.A. Mey, *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Limonium caspium* (Willd.) Gams); № 18 – Ащыгуздыбулак (7 галофитов: *Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Salicornia perennans* Willd., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Limonium suffruticosum* (L.) O. Kuntze, *Scorzonera parviflora* Jacq., *Atriplex cana* C.A. Mey, *Allium inderiense* Fisch. ex Bunge).

Воды выше указанных родников содержат значительные концентрации хлоридов и сульфатов, существенно превышающие установленные гигиенические нормативы, а также отличаются высокой общей минерализацией. Во флоре территорий данных родников отмечено наибольшее число галофитов.

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Таблица 1. Число галофитов во флоре родниковых урочищ Западного Казахстана
Table 1. The number of halophytes in the flora of spring areas of West Kazakhstan

№, название родниково- го урочища №, name of a spring areas	Общее число видов во флоре родникового урочища Total number of species in the flora of the spring areas	Число галофи- тов во флоре родникового урочища The number of halophytes in the flora of the spring areas	Доля галофитов от общего числа видов флоры родникового урочища, % Share of halophytes from the total num- ber of species of spring areas flora, %
Актюбинская область / Akto-be region			
№ 1 – Асыл су / Asyl su	32	1	3.13
№ 4 – Маржанбулак (нижний) Marzhanbulak nizhnij	20	1	5.00
№ 7 – Акшат / Akshat	15	1	6.67
№ 10 – Булак ауылы Bulak auuly	23	1	4.35
№ 13 – Жоса / Zhosa	58	1	1.72
Атырауская область / Atyrau region			
№ 17 – Туздыбулак Tuzdybulak	20	4	20.00
№ 18 – Ащыгуздыбулак Ashchytuzdybulak	24	7	29.17
№ 19 – Тилепбулак Tilepbulak	15	6	40.00
Западно-казахстанская область / West Kazakhstan region			
№ 22 – Таскала-5 Taskala 5	3	1	33.33
№ 31 – Серебрякова Serebryakova	10	1	10.00
Мангистауская область / Mangistau region			
№ 32 – Хамза баба Hamza baba	11	1	9.09
№ 33 – Каракозайым Karakozajym	11	3	27.27
№ 39 – Кара булак Kara bulak	8	4	50.00
№ 40 – Ыстык су Ystyk su	3	1	33.33

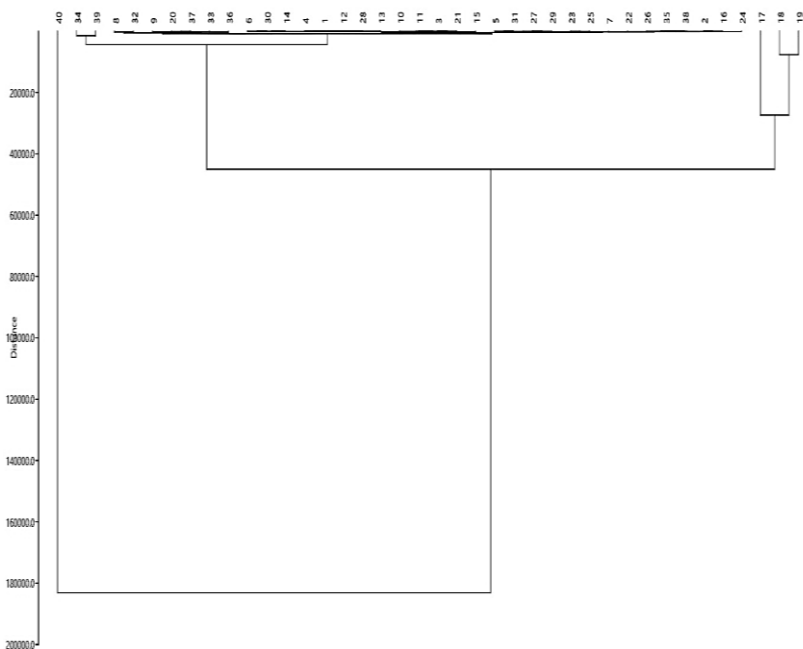


Рис. 2. Дендрограмма по числу видов растений и по числу галофитов во флоре по отношению к гидрохимическим показателям.

Fig. 2. Dendrogram on the number of plant species and the number of halophytes in the flora in relation to hydrochemical parameters.

Второй кластер объединяет все остальные родники (за исключением № 40 – Ыстык су). Он подразделяется на два подкластера. В первом подкластере у большинства родников во флоре отсутствуют галофиты. Во флоре следующих родников присутствует по одному галофиту: № 1 родник Асыл су (*Chenopodium urbicum* L.), № 4 родник Маржанбулак (нижний) (*Atriplex tatarica* L.), № 7 родник Акшат (*Artemisia santonica* L.), № 10 родник Булак ауылы (*Artemisia pauciflora* Web.), № 13 родник Жоса (*Hordeum bogdanii* Wilensky), № 22 родник Таскала-5 (*Chenopodium urbicum* L.), № 31 родник Серебрякова (*Juncus gerardii* Loesel.), № 32 родник Хамза баба (*Artemisia lercheana* Web.), № 34 родник Жумабек булак (*Artemisia lercheana* Web.). Второй подкластер

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

включает два родника: родник № 33 (Каракозайым) во флоре которого отмечено 3 галофита (*Atriplex tatarica* L., *Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch., *Artemisia lerceana* Web.); родник № 39 (Кара булак) во флоре которого – 4 галофита (*Artemisia lerceana* Web., *Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch., *Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Salsola euryphylla* Botsch. – данный вид занесен в Красную Книгу Республики Казахстан (Идрисова и др., 2018).

Отдельно выделен родник № 40 (Ыстык су), так как во флоре этого родника отмечено всего три вида, один из которых галофит (*Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens), кроме того гидрохимические показатели по концентрации хлоридов и общей минерализации значительно превышают установленные гигиенические нормативы.

Корреляционный анализ показал, что число видов обратно пропорционально концентрации хлоридов и сульфатов, а число галофитов во флоре увеличивается с общей минерализацией и повышением концентрации хлоридов и сульфатов (табл. 2)

Таблица 2. Ранговые корреляции Спирмена

Table 2. The Spearman's rank correlation

	NS	NH	pH	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TM
NS		0.279267	0.078200	0.189538	-0.001520	0.187952	-0.389811	-0.413789	-0.303572
NH	0.279267		0.190732	0.338957	0.185573	0.120323	0.384048	0.035648	0.429397
pH	0.078200	0.190732		0.079318	0.374520	0.535848	0.215134	0.203755	0.328828
NH ₄ ⁺	0.189538	0.338957	0.079318		0.443309	0.110893	0.022766	-0.033789	0.094282
NO ₂ ⁻	-0.001520	0.185573	0.374520	0.443309		0.416425	0.236277	0.298210	0.376834
NO ₃ ⁻	0.187952	0.120323	0.535848	0.110893	0.416425		0.084018	0.183951	0.161400
Cl ⁻	-0.389811	0.384048	0.215134	0.022766	0.236277	0.084018		0.577360	0.935685
SO ₄ ²⁻	-0.413789	0.035648	0.203755	-0.033789	0.298210	0.183951	0.577360		0.649374
TM	-0.303572	0.429397	0.328828	0.094282	0.376834	0.161400	0.935685	0.649374	

Примечание. NS – число видов во флоре родниковых урочищ, шт; NH – число галофитов во флоре родниковых урочищ, шт; TM – общая минерализация, мг/л. Концентрации ионов даны в мг/л. Отмеченные корреляции значимые на уровне $p < 0.05000$.

Note. NS – number of species in the flora of spring areas, PCs; NH – number of halophytes in the flora of spring areas, PCs; TM – total mineral., mg/l. Ion concentrations are given in mg/l. The marked correlations are significant at the level of $p < 0.05000$.

ВЫВОДЫ

Таким образом, из 40 родниковых урочищ Западного Казахстана, только в 14 были обнаружены галофиты, представленные 22 видами,

что составляет 8.73 % от общего числа видов.

Кластерный анализ по количеству видов растений и галофитов во флоре по отношению к гидрохимическим показателям выявил три кластера. Первый кластер объединяет родники (Туздыбулак, Тилепбулак, Ащытуздыбулак) воды, которых содержат значительные концентрации хлоридов и сульфатов, существенно превышающие установленные гигиенические нормативы и отличающиеся высокой общей минерализацией. Во флоре территорий данных родников отмечено наибольшее число галофитов.

Второй кластер объединяет 36 родников, у большинства из них во флоре отсутствуют галофиты. Только в десяти родниковых урочищах присутствуют галофиты от 1 до 4 видов.

Третий кластер образует родник № 40 Ыстык су, во флоре которого всего три вида, один из них галофит (*Anabasis salsa* (С.А. Mey.) Benth. ex Volkens), кроме того гидрохимические показатели по концентрации хлоридов и общей минерализации значительно превышают установленные гигиенические нормативы.

Корреляционный анализ показал, что число видов обратно пропорционально концентрации хлоридов и сульфатов, а число галофитов во флоре увеличивается с общей минерализацией и повышением концентрации хлоридов и сульфатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гидрогеология СССР. Т. XXXV: Западный Казахстан. М.: Недра, 1971. 522 с.
- ГОСТ 23268.4-78. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения сульфат-ионов.
- ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
- ГОСТ 33045-2014. Вода питьевая. Методы определения азотсодержащих веществ.
- ГОСТ 4245-72. Вода питьевая. Метод определения содержания хлоридов.
- Дарбаева Т. Е., Чукалина О. Н. Каталог растений Западно-Казахстанской области. Уральск: ИП Сейтжанова Ж.Д., 2011. 288 с.
- Идрисова Г. З., Сергеева И. В., Шевченко Е. Н., Пономарева А. Л. Редкие и охраняемые виды растений родников Западного Казахстана // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2018. Т. 16, № 2., С. 66 – 71.
- Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. 600 с.

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Маевский П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. Л.: Колос, 1964. 879 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособ. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2006. 311 с.

Определитель растений Средней Азии. Т. 1 – 10. Ташкент: Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1968 – 1993.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 992 с.

Образец для цитирования:

Идрисова Г. З., Сергеева И. В., Шевченко Е. Н., Пономарева А. Л., Гулина Е. В. Анализ галофитной флоры территорий родниковых урочищ Западного Казахстана // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 2 – 3. С. 90 – 101. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-2-3-90-101.

Г. З. Идрисова, И. В. Сергеева, Е. Н. Шевченко и др.

**ANALYSIS OF THE HALOPHYTIC FLORA
OF THE TERRITORIES OF SPRING AREAS
OF WEST KAZAKHSTAN**

**G. Z. Idrisova¹, I. V. Sergeeva², E. N. Shevchenko²,
A. L. Ponomareva², E. V. Gulina²**

¹ *West Kazakhstan Agrarian Technical University
named Zhangir Khan*

*51 Zhangir Khan Str., Uralsk 090009, Kazakhstan
E-mail: kairgalieva_guldana@mail.ru*

² *N. A. Vavilov Saratov State Agrarian University
1 Teatral'naya pl., Saratov 410012, Russia*

Received May 27, 2019; Revised June 10, 2019; Accepted June 14, 2019

The article presents the results of the analysis of halophytic flora in the areas adjacent to the springs of Western Kazakhstan. The names of halophyte species for each spring tract in the regions of Western Kazakhstan are indicated. Cluster analysis of the number of plant species and halophytes in the flora in relation to hydrochemical parameters is presented. A correlation analysis of the number of plant species and halophytes in the flora in relation to the hydrochemical parameters of springs is presented.

Key words: halophytes, flora, spring tracts, Western Kazakhstan, cluster and correlation analysis of flora.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-2-3-90-101

REFERENCES

- Hydrogeology of the USSR. T. XXXV: Western Kazakhstan.* Moscow: Nedra, 1971. 522 p. (in Russian).
GOST 31861-2012. Water. General requirements for sampling. (in Russian).
GOST 33045-2014. Drinking water. Methods for the determination of nitrogen-containing substances. (in Russian).
GOST 4245-72. Drinking water. Method for determination of chloride content. (in Russian).
Darbaeva T. E., Chukalina O. N. *Catalog of plants of the West Kazakhstan region.* Uralsk: IP Seitzhanova Zh. D., 2011. 288 p. (in Russian).
Idrisova G. Z., Sergeeva I. V., Shevchenko E. N., Ponomareva A. L. Rare and Protected Plant Species of Springs in Western Kazakhstan. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2018, vol. 16, iss. 2, pp. 66 – 71 (in Russian).

АНАЛИЗ ГАЛОФИТНОЙ ФЛОРЫ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Mayevsky P. F. *Flora of middle zone of the European part of the USSR*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2014. 635 p. (In Russian).

Mayevsky P. F. *Flora of the middle zone of the European part of the USSR*. Leningrad: Kolos, 1964. 879 p. (In Russian).

Cherepanov S. K. *Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)*. St. Petersburg: Mir i Sem'ya Publ., 1995. 992 p. (in Russian).

Matveev N. M. *Bioecological analysis of flora and vegetation (on the example of the forest-steppe and steppe zones): a tutorial*. Samara: Izdatel'stvo Samarskogo Universiteta, 2006. 311 p. (In Russian).

GOST 23268.4-78. *Mineral water drinking medicinal, medical table and natural table. Method for the determination of sulfate ions*. (in Russian).

Handbook of the plants of the Middle Asia. Vol. 1 – 10. Tashkent: Publishing house “Fan” of the Uzbek SSR, 1968 – 1993. (In Russian).

Cite this article as:

Idrisova G. Z., Sergeeva I. V., Shevchenko E. N., Ponomareva A. L., Gulina E. V. Analysis of the halophytic flora of the territories of spring areas of West Kazakhstan. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 2 – 3, pp. 90 – 101. (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2019-2-3-90-101.