

УДК 631.95:633.36/37

**ФОРМАЦИЯ *GLYCYRRHIZA GLABRA* L.
В ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЕ. СОСТОЯНИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИМИТЫ ДОБЫЧИ ЛАКРИЧНОГО КОРНЯ**

Мамин В.Ф., Зинченко Е.В., Кошкарлова Т.С., Вронская Л.В., Круглякова Н.Г.

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
Волгоград, e-mail: vniioz@yandex.ru*

В статье отражены результаты многолетних исследований по экологии солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.), формация которой занимает значительную площадь в Волго-Ахтубинской пойме и представляет собой основной значимый ресурс лакричного корня в России. Работа выполнена с целью детализации экологической характеристики солодки голой в отношении её отклика на нерегулярные попуски полых вод в нижний бьеф реки Волги с нарушением природного режима половодья по объёмам попусков, их календарных сроков и продолжительности. Данные по динамике состояния, по процессам дигрессии и демутации ценозов растения используются для типизации солодовников по хозяйственным признакам и определения ресурсного барьера при промышленной добыче лакрицы. Исследования базировались на системно-методологическом подходе. Поэтапными исследованиями на лугах Южного округа поймы и округа Дельты изучалась география солодовников, их флористический состав в различных сообществах типовых местообитаний. Изложены результаты исследований по отношению изучаемого вида к водному режиму почвогрунтов, к динамике водной нагрузки на луг при прохождении полых вод. Выяснена реакция этого растения на длительность затопления при попусках воды в нижний бьеф реки Волги и на динамику уровня грунтовых вод в послепаводковый период. Впервые в Волго-Ахтубинской пойме установлены экологические принципы организации локальных популяций солодки, их биометрические параметры в местах обитания, различаемых по рельефу, слоению почвогрунтов и их водному режиму. Определены площади солодовников, пригодных для рентабельной добычи лакричного корня, и его валовой ресурс.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), география, экология, фитоценозы, водный режим, лакричный корень, валовой ресурс

**FORMATION OF *GLYCYRRHIZA GLABRA* L.
IN THE VOLGO-ACHTUBA FLOODPLAIN. CONDITION
AND ECOLOGICAL LIMITS OF LICORICE ROOT EXTRACTION**

Mamin V.F., Zinchenko E.V., Koshkarova T.S., Vronskaya L.V., Kruglyakova N.G.

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, e-mail: vniioz@yandex.ru

The article reflects the results of long-term research on the ecology of naked licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.), the formation of which occupies a significant area in the Volga-Akhtuba floodplain and is the main significant resource of licorice root in Russia. The work was performed in order to detail the ecological characteristics of licorice in relation to its response to irregular releases of hollow water into the lower reaches of the Volga river with violation of the natural flood regime in terms of the volume of releases, their calendar terms and duration. Data on the dynamics of the state, on the processes of digression and demutation of plant cenoses are used to type maltster by economic characteristics and determine the resource barrier for industrial licorice extraction. The research was based on a systematic and methodological approach. Step-by-step studies in the meadows of the southern district of the floodplain and Delta district studied the geography of maltster, their floral composition in various communities of typical habitats. The results of research on the relation of the studied species to the water regime of soils, to the dynamics of water load on the meadow during the passage of hollow waters are presented. The reaction of this plant to the duration of flooding during water releases into the lower reaches of the Volga river and to the dynamics of the ground water level in the post-flood period was found out. For the first time in the Volga-Akhtuba floodplain, ecological principles of organizing local populations of licorice, their biometric parameters in habitats distinguished by terrain, soil composition and their water regime were established. The areas of maltster suitable for profitable extraction of licorice root and its gross resource are determined.

Keywords: Volga-Akhtuba floodplain, licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.), geography, ecology, phytocenoses, water regime, licorice root, gross resource

В настоящее время исследования по большинству представителей настоящих солодок (*Euglyryzzhiza* Boiss) ведутся во многих регионах Российской Федерации. Изучается ареал распространения формаций, экологические особенности растений, биопотенциал. Особое внимание уделяется солодке голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) как наиболее распространенному и ценному виду [1–3]. В опубликованных материалах

прослеживается реальность сокращения или исчезновения площадей, пригодных для экономически выгодной добычи лакричного корня.

В Волго-Ахтубинской пойме, территория которой (без акватории внутренних водоемов) занимает 633,3 тыс. га, в составе формаций представителей семейства мятликовых (Poaceae) солодка голая занимает видное место. Её ассоциации размещаются

по всей территории поймы, встречаясь как в виде локальных популяций площадью 1–5 га, так и на крупных массивах площадью в сотни гектаров [4, 5]. В последние годы отмечается снижение площадей высокопродуктивных зарослей солодки голой, несмотря на достаточно высокую экологическую пластичность её как эвримезофита. Среди причин, ограничивающих расселение солодовников, вызывающих вырождение и гибель ценозов, главными являются плотность почв и почвообразующих пород, содержание в них водорастворимых солей [6, 7], а также режим поверхностных вод в период паводка, качество и режим подпочвенных вод в меженный период [8–10].

Касаясь научных работ по луговедению в долине Нижней Волги, следует отметить, что в исследованиях, проводимых по экологии трав, закономерности преобразования формаций ценных видов растений в изменяющихся условиях среды достаточно не установлены. Такие исследования крайне необходимы, так как в ближайшие годы может произойти очередная перестройка в гидрологической ситуации поймы. В 2020 г. начал разрабатываться уникальный экологический проект водного преобразования Волго-Ахтубинской поймы с созданием необходимого гидрологического режима для дополнительного обводнения северной части поймы. Это мероприятие, которое изменит режим поверхностных и подпочвенных грунтовых вод, опять приведет к трансформации всех природно-территориальных комплексов и в первую очередь к изменению структуры лугов по экологическим ярусам, изменению солодковых площадей.

На текущий период времени и в дальнейшем Волго-Ахтубинская пойма есть и останется важнейшим плацдармом для организации лакричной индустрии. На этой площади солодовников накоплено не менее 0,5 млн т корня. При минимальной стоимости на международном рынке 1 т лакричного корня 600 \$, консервация такого ресурса является нерентабельной для хозяйства Нижней Волги.

Интерес к хозяйственному сектору биоресурса пойменной формации солодки голой вызывает надобность уточнения географии локальных популяций с определением характеристик экотопа в местообитаниях типичных ценозов этого растения, а также выяснения реакции вида (экотипа) на антропогенные факторы, которые отражаются на генерации солодовников, на ресурсах лакричного корня.

Цель исследований заключалась в изучении экологии солодки голой в Волго-Ахтубинской пойме для типолого-хозяйственной характеристики солодковых лугов с дальнейшим обоснованием системы маневрирования ресурсами корня при экологически допустимом лимите добычи сырья (ресурсный барьер).

Материалы и методы исследования

Работы велись по этапам на солодковых лугах (локальные популяции) в различных геоморфологических регионах Волго-Ахтубинской поймы. На первом этапе (1999–2003 гг.) исследования проводились на заливных лугах Наримановского и Красноярского административных районов Астраханской области. Вторым этапом работы – на солодовниках Черноярского района Астраханской области на лугах центральной и притеррасной поймы (землевладения ФГУП «Ленинское» ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»). В настоящее время с 2015 г. исследования осуществляются на лугах Среднеахтубинского и Ленинского районов Волгоградской области.

Исследования базировались на системном методологическом подходе как совокупности методов экологии и фитоценологии. При изучении географии популяций солодки голой с описанием их видового состава структуры травостоя, определением массы надземных и подземных органов использовались: метод пунктирной трансекты и метод переменной площади, метод горизонтальной проекции и биометрических измерений [11].

При оценке влияния факторов среды на динамику пространственного смещения локальных популяций солодки, на трансформацию фитоценозов с изменением морфологии надземных и подземных органов приняты закономерности преобразований в биоценозах. При таком подходе за признаки равновесного, устойчивого фитоценоза принимались: господство эдификаторного (доминантного) вида, степень замкнутости покрова.

Корневая система изучалась методом траншейного откапывания. По стенкам траншеи велись метрические замеры фактуры корней и корневищ. Определение запаса корневой массы в основных корнеобитаемых слоях верхнего яруса проводилось путем выемки корней из вскопанного 0,20–0,30 м слоя почвы на учётных площадках 2 м².

Результаты исследования и их обсуждение

География локальных популяций солодки голой. Рельеф почвы

По данным РосНИИ земпроекта площадь поймы и дельты Волго-Ахтубинского бассейна составляет 854,9 тыс. га, из которых на сельхозугодья приходится 633,2 тыс. га (74%). В этом числе сельскохозяйственные угодья в Северном округе Волго-Ахтубинской поймы составляют 116,1, в Южном округе – 153,9 и в округе Дельты – 363,2 тыс. га.

Образно говоря, география солодки голой являет собой лабиринт зарослей на различных высотных ступенях островов между реками, озёрами, протоками и каналами. При детализации размещения локальных популяций солодки голой по всей территории поймы вырисовываются вполне определенные закономерности.

Во-первых, размеры площадей этих популяций и мощность увеличиваются в южном направлении, достигая максимальных значений в придельтовой части поймы. В северной и центральной её частях солодка в основном представлена в составе различных ассоциаций с другими видами трав, разреженным стеблестоем и слабо развитой корневой системой. Площади плотных чистых зарослей солодки голой здесь не превышают 0,3–0,5 га. В створе Грачи – Болхуны на островах вдоль рек Матвеевка, Грачёвка, Ахтуба сформированы мощные популяции этого растения в чистом виде, которые при высоте надземных побегов 1,5–1,6 м формируют до 30 т/га зелёной массы и до 20 т/га корневой. Популяции солодки голой на этих участках представлены обособленными укрупнёнными куртинами площадью до 5 га.

Крупные массивы зарослей начинают проявляться ниже створа Енотаевка – Харабали, где поверхность поймы приобретает пологоволнистый и мелкогрядистый характер. Здесь под смешанными травостоями, в которых доминирует солодка, в почве накапливается до 12–15 т/га корней, под чистыми плотными её зарослями – до 22 т/га. Эти местообитания характеризуются лугово-дерновыми зернистыми почвами, с содержанием гумуса до 4%. В период паводка заросли затопляются сроком до 15 суток слоем воды не более 0,10 м.

С продвижением далее на юг площади под зарослями солодки расширяются и в придельтовой части поймы её отдельные

популяции занимают несколько десятков и даже сотен гектаров. Сплошные плотные заросли при высоте побегов 1,6–1,8 м к середине сентября формируют до 40–45 т/га зелёной массы. Запасы корня могут достигать 26 т/га.

Во-вторых, достаточно чётко прослеживается разница в распределении популяций солодки по основным геоморфологическим областям поймы – притеррасной, прирусловой и центральной (внутренней). На притеррасных участках, как правобережья реки Волги, так и левобережья реки Ахтубы, на которых распространены влажнотравяные темноцветные глееватые солончаковые почвы в комплексе с луговыми солончаками, популяции солодки представлены в основном мелкими куртинами или парцеллами, входя в состав сообществ с такими видами как лебеда татарская (*Atriplex tataricum* L.), лебеда бородавчатая (*Atriplex verruciferum* L.), дербенник лозный (*Lythrum virgatum* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin). Запасы корня на этих площадях составляют до 4 т/га.

На приречных (прирусловых) поймах заросли солодки сформированы на наиболее высоких незатопляемых частях осередков и гряд вдоль уреза воды пиковых значений паводка. Популяции представлены в сообществах с рудеральными видами – дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.), конопля сорная (*Cannabis ruderalis* Jan). Запасы корня здесь колеблются в пределах 2–6 т/га в зависимости от возраста популяции.

В-третьих, наиболее мощные и жизнеспособные её ценозы в чистом виде или в сообществах с видами из семейства мятликовых (Poaceae) приурочены к незатопляемым и короткостопляемым участкам внутренней поймы с развитыми луговыми темноцветными почвами, подпитываемыми грунтовыми водами. К таким местообитаниям относятся:

– межгрядные понижения, отшнурованные от водотоков современными аллювиальными наносами. Почвы представлены многими разновидностями пойменного аллювиально-лугового типа с преобладанием аллювиально-луговых слоистых с общей мощностью до 0,6–1,0 м. Грунтовые воды в пик паводка поднимаются до уровня 0,6...0,8 м от поверхности, в межень период устанавливаются на глубине 2,0–2,5 м;

– глубокие понижения внутри широких пологих гряд характеризуются слоистозернистыми почвами пойменно-лугового типа.

Их общая мощность достигает 1,0–1,2 м. В меженный период их уровень устанавливается на глубине 1,8–2,0 м;

– подножия грив и пьедесталы террасовых останцев, мелкие гривы с относительными высотами, не превышающими 1,5–2,0 м, временно или постоянно подтопляемые под влиянием гидростатического подпора воды из наполняемых во время паводка межгривных понижений, лагун или водотоков (русел рек, ериков, протоков).

В таких местообитаниях местный пойменный экотип солодки голой представляет собой плотные заросли из высокорослых (до 2,0 м), хорошо облиственных по всем вертикальным ярусам побегов (до 60 шт. на 1 м²), накопление зелёной массы достигает 40–45 т/га и корневой – до 26 т/га в слое почвы 0,4 м.

Эти закономерности должны приниматься во внимание при планировании комплексных мероприятий по добыче корня, при картировании производственных площадей и установления технологических нормативов выборки корней из почвы.

Отношение к водному режиму

Солодка голая как эвримезофит относится к водолюбивым видам и не переносит длительного переувлажнения почвы. В условиях речных пойм юга жизнеспособность солодки голой определяется поёмностью.

Заселяя луга со средней поёмностью, она не выдерживает длительного затопления при стоянии слоя воды более 50–55 суток (май – июнь). При поздних попусках полых вод в нижний бьеф Волги (в конце апреля) отросшие побеги при полном затоплении с глубоким слоем воды погибают полностью.

В 2020 г. при ранней весне попуск вод в нижний бьеф реки Волги начался 9 апреля и с 13 апреля начался выход воды на луга. К этому времени высота молодых побегов солодки голой достигла 0,13–0,18 м и большинство из них оказалось полностью под слоем воды, что при длительном затоплении негативно отразилось на дальнейшем развитии растений.

Влияние затопления на сроки отрастания и темпы развития молодых растений солодки голой проиллюстрировано на рисунке по факторам паводка 2020 г.

Исследования показывают, что на краткопоёмных лугах при ранних сроках освобождения поверхности луга от слоя воды (10–15 мая) на месте вымокших, новые побеги появляются в начале третьей декады мая. На среднепоёмных полосах лугов при сходе воды в период 20 мая – 10 июня побеги появляются в первой декаде июня, при более длительном затоплении со сходом воды в первой декаде – во второй декаде июня.



а)



б)

*Отросшие побеги молодых парцелл G. Glabra на экологических уровнях луга с различной затопляемостью полыми водами, по состоянию на 17 мая 2020 г.
а – без затопления; б – после затопления на 15–18 суток*

В солодковых сообществах короткопоёмных лугов количество побегов (облиственных стеблей) в большинстве точек учета составляло 36–44 шт. на 1 м², на среднепоёмных – 21–30. При длительности затопления 40 суток плотность побегов солодки голой в сообществах с ситнягом болотным (*Heleocharis palustris* Lindb.) составляет 12–17 шт. на 1 м², обеспечивая удельное проективное покрытие солодки голой в пределах 30%.

В 2001 г. на лугах Садковский и Запорожный в 2000–2003 гг. (Наримановский район Астраханской области) граница солодовников сместилась вверх по катенам на 25–30 м. В 2001 г. режим полых вод был аналогичным предшествующему году. Выход воды на затопляемые участки лугов отмечался 25–27 апреля. Слой воды в нижней части луга Садковский в 2000 г. достигал 0,6 м, к 10 июня снизился до 0,4 м. Обследования, проведенные в августе, показали, что нижняя граница побегов солодки по отношению к 2000 г. дополнительно сдвинулась вверх по катене на 15–20 м. Это свидетельствует о том, что намечается тенденция к снижению жизнеспособности солодки, гибели и сокращению её площадей на затопляемых лугах.

Аналогичные данные были получены в исследованиях на лугу Ашмарин (Черноярский р-н Астраханской области) в 2006–2007 гг. Здесь при описаниях травостоев 14–15 июня 2007 г. было отмечено, что на суходолах лугов верхнего яруса, которые не заливались, высота побегов солодки голой была равна 0,6–0,7 м, а в низинах, где капиллярная кайма грунтовых вод поднимается до уровня 0,8 м от поверхности почвы, побеги достигали 0,8–1,0 м. При этом на затопляемых лугах при сходе воды 23–26 мая высота побегов солодки не превышала 0,20–0,25 м.

После половодья, при высокой степени адаптации к ксеротермальному климату полупустыни, солодка голая интенсивно развивается, наращивая массу надземных и подземных органов во вторую половину лета. Однако на участках, где солодка была элиминирована водной нагрузкой при затяжных поздних попусках, расширение её ценозов по площади происходит медленно и не всегда.

Математическая обработка полученных данных подтверждает определяющее влияние режима затопления, в частности длительности затопления, на жизнеспособность и продуктивность солодки голой.

Эта зависимость выражается следующими уравнениями регрессии:

При длительности затопления D сутки:

1. $D 30 \pm 5$ $y = -8,83x + 164 \pm 4,82$ $r = -0,90$,
 2. $D 40 \pm 5$ $y = -19,38x + 192 \pm 18,3$ $r = -0,93$,
 3. $D 50 \pm 5$ $y = -33,52x + 205 \pm 12,8$ $r = -0,98$,
 4. $D 60 \pm 5$ $y = -39,01x + 264,8 \pm 11,1$ $r = -0,98$,
- где y = длительность процесса элиминации солодки голой, годы.

За абсолютный контроль выбираются популяции солодки голой на сухих гнивах, где основной корнеобитаемый слой почвы насыщается в весенне-летний период только капиллярным поднятием близко подступающих грунтовых вод (гидростатический подпор).

Снижение насыщенности почвогрунтов водой и падение уровня грунтовых вод происходит в следующей закономерной зависимости:

$$U = 136,68 - 0,180x_1 + 0,007x_2 \quad (r = 0,61),$$

где U – скорость сработки грунтовых вод (снижение уровня залегания, м);

x_1 – сумма осадков за апрель–август, мм;

x_2 – сумма дефицитов влажности воздуха за апрель – август, мб.

По всем наблюдениям установлено, что переувлажнение почвы в слое 1 м (больше 100% НВ) в течение 30–40 суток в мае и в июне не является фактором пессимальным для солодки голой.

Выводы

В исследованиях установлено, что, обладая высокой потенциальной адаптацией к различным экотопам, перенося стрессовые ситуации в условиях различных водных режимов почвогрунтов, солодка голая не обладает стабильностью жизнеспособности при длительном затоплении (весенние или летние попуски воды из водохранилищ). Реакция этого растения на фактор «долгая вода» расценивается как экзодинамическая дигрессия. При этом на низких уровнях среднепоёмных лугов погибают как нормальные ценоотические популяции с прогрессирующим развитием, так и регрессивные.

В целом по луговому фитоценозу: при неуправляемых сменах режимов попуска вод и затопления поймы изменяется соотношение ксерофитных, мезофитных и мезогигрофитных лугов.

В научном аспекте перспективный интерес представляют исследования по программе мониторинга генофонда пойменного экотипа солодки голой, соотношение клонов вегетативного и генеративного про-

исхождения, чтобы выявить потенцию репродуктивности в условиях повышающейся экологической напряжённости.

Список литературы / References

1. Дорохина О.А. Солодка голая – ценное лекарственное растение Оренбуржья // Пространственно-временная динамика биоты и экосистем Арало-Каспийского бассейна: сборник трудов конференции. Оренбург, 2017. С. 166–169.
2. Dorohina O.A. Glycyrrhiza glabra – a valuable medicinal plant in the Orenburg region // Prostranstvenno-vremennaya dinamika bioty i ekosistem Aralo-Kaspiyskogo basseyna: sbornik trudov konferentsii. Orenburg, 2017. P. 166–169 (in Russian).
3. Gasimova A. A. Reserves of licorice in kur-araz lowland, its location, conditions and ways of rational use. Theoretical & Applied Science. 2016. No. 10 (42). P. 66–69.
4. Крайнюк Е.С. Солодка голая // Красная Книга Республики Крым. Растения, Водоросли и Грибы. Симферополь: ООО «Издательство Типографии «Ариал», 2015. С. 241.
5. Krajnyuk E.S. Licorice // Red book of the republic of Crimea. Plants, Algae, and Fungi. Simferopol': LLC «Publ. Printing house «Ariall» ООО «Izdatel'stvo Tipografii «Ariall», 2015. P. 241 (in Russian).
6. Алексеева Т.Б. Продуктивность и биохимический состав солодки голой из популяций Волго-Ахтубинской поймы // Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Астраханского государственного университета (Астрахань, 20-25 августа 2007 г.). Астрахань: Изд. Издательский дом «Астраханский университет», 2007. С. 3–5.
7. Alekseeva T.B. Productivity and biochemical composition of licorice from populations of the Volga-Akhtuba floodplain // Ekologiya biosistem: problemy izucheniya, indikacii i prognozirovaniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu Astrahanskogo gosudarstvennogo universiteta (Astrakhan, 20-25 august, 2007). Astrakhan': Izd. Izdatel'skiy dom «Astrakhanskiy universitet», 2007. P. 3–5 (in Russian).
8. Дедова Э.Б., Нохашкиева С.Н. Формирование пирейно-солодковых агроценозов на деградированных землях Калмыкии // Плодородие. 2011. № 4 (61). С. 54–56.
9. Dedova E.B., Nohashkieva S.N. Formation of wheatgrass-licorice agrocenoses on degraded lands of Kalmykia // Plodordie. 2011. № 4 (61). P. 54–56 (in Russian).
10. Беляев А.Ю., Васфилова Е.С. Экологические основы сохранения биоразнообразия солодки на Южном Урале // Вестник ОГУ. 2011. № 12 (131). С. 170–172.
11. Belyaev A.Yu., Vasfilova E.S. Ecological bases of licorice biodiversity conservation in the southern Urals // Vestnik OGU. 2011. № 12 (131). P. 170–172 (in Russian).
12. Behdad Assieh; Mohsenzadeh, Sasan; Azizi, Majid. Salinity effects on physiological and phytochemical characteristics and gene expression of two Glycyrrhiza glabra L. populations. Phytochemistry. 2020. No. 112236. P. 171.
13. Кузьмин Э.В., Гемеджиева Н.Г., Грудзинская Л.М. Солодки Казахстана: Современное состояние природных зарослей и культура видов // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I международной научной конференции (г. Новосибирск, 21–22 мая 2013 г.). Новосибирск: Изд. Новосибирский государственный аграрный университет, 2013. С. 296–299.
14. Kuz'min E.V., Gemedzhieva N.G., Grudzinskaya L.M. Licorice of Kazakhstan: the Current state of natural thickets and culture of species // Lekarstvennye rasteniya: fundamental'nye i prikladnye problemy: materialy I mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (g. Novosibirsk, 21–22 maya 2013 g.). Novosibirsk: Izd. Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2013. P. 296–299 (in Russian).
15. Kim Y.I., Lee J.H., An T.J., Lee E.S., Park W.T., Kim Y.G., Chang J.K. Study on the Characteristics of growth, yield, and pharmacological composition of a new Glycyrrhiza Variety Licorice Wongam (Glycyrrhiza glabra x Glycyrrhiza uralensis) in temperature gradient tunnel and suitable cultivation area of Korean. Horticultural science & Technology. 2020. Vol. 38. No. 1. P. 44–55.
16. Кружилин И.П., Мелихов В.В., Мамин В.Ф. Научно обоснованная норма нагрузки при ведении сельскохозяйственного производства, обеспечивающая сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги. Волгоград: ВНИИОЗ, 2010. 159 с.
17. Kruzhilin I.P., Melihov V.V., Mamin V.F. Science-based load rate for agricultural production that ensures the conservation of the biodiversity of the Lower Volga wetlands. Volgograd: VNIIOZ, 2010. 159 p. (in Russian).
18. Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата: Наука КазССР, 1978. 282 с.
19. Bykov B.A. Geobotanika. Alma-Ata: Nauka KazSSR, 1978. 282 p. (in Russian).