УДК 581.1:581.8
ББК 28.56
М 50

Менкнасунова Ж.В.
Учитель биологии МБОУ СОШ № 23, Элиста, e-mail: jannaviktorovna62@yandex.ru
Дорджиева В.И.
Кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии факультета педагогического образования и биологии Калмыцкого государственного университета, Элиста, e-mail: Botanika@mail.ru

Анатомическое строение и морфометрический анализ сложного листа *Glycyrrhiza glabra* L.

(Рецензирована)

Аннотация
Дорсовентральный мезофилл составлен 2-3 слоями палисадной и 6-10 слоями губчатой тканей. В палисадной ткани крупные одноклеточные эфиромасличные вместилища. На нижней эпидерме больше простых одноклеточных и мелких железистых волосков, чем на верхней. Аномоцитные устьица. Установлены показатели коэффициента корреляции между параметрами сложного листа и листочков.
Ключевые слова: *мезофилл, эпидерма, эфиромасличные вместилища, устьица, волоски.*

Menknasunova Zh.V.
Teacher of Biology, MBOU SOSh No.23, Elista, e-mail: jannaviktorovna62@yandex.ru
Dordzhieva V.I.
Candidate of Biology, Associate Professor of Botany and Zoology Department of Faculty of Pedagogical Education and Biology, Kalmyk State University, Elista, e-mail: Botanika@mail.ru

Anatomic structure and morphometric analysis of a compound leaf of *Glycyrrhiza glabra* L.

Abstract
Dorsoventral mesophill consists of 2-3 layers of palisade and 6-10 layers of spongy tissues. In palisade tissue there are large unicellular etheric olive cavities. Anamozit stoma. There are more simple unicellular and tiny glandular hair on the lower epiderma than on the upper one. Correlation indices between the parameters of the compound leaf and leaflets are defined.
Keywords: *mesophill, epiderma, etheric olive cavities, hair, stoma.*

Солодка голая, или лакричник (*Glycyrrhiza glabra* L.) – одно из древнейших лекарственных растений, известное более пяти тысяч лет в китайской и тибетской медицине. Английские, немецкие, американские фирмы истребляли заросли солодки на Северном Кавказе, Урале, Средней Азии, построив там заводы по заготовке сырья еще в 80-е годы XIX века. Ежегодно вывоз сухого солодкового корня достигал десятки тысяч тонн. В советское время корень и корневища солодки служили предметом экспорта, т.к. в странах Европы и Азии ведется промышленная переработка и выделение из нее целого ряда биологически активных веществ. В настоящее время из солодкового корня получают свыше двух десятков лекарственных форм, которые имеют самое различное лечебное применение. В последние годы интерес к солодке вспыхнул с новой силой: было установлено, что полученный из корня глицирризин активно уничтожает ВИЧ, улучшает некоторые показатели крови и иммунного статуса. При этом следует отметить, что вытяжка из солодки не нашла заменителя среди синтетических лечебных препаратов и компонентов.

Первое решение по изучению и использованию солодки в народном хозяйстве состоялось на совещании в 1964 году в БИНе им. В.Л. Комарова.

В 1991 году в Алма-Ате состоялся уже IV симпозиум, посвященный солодке. Эти материалы «вобрали в себя новейшую информацию по вопросам систематики, интродукции, морфологии, биологии, географии, фитоценологии, экологии, химическому составу и фармакологии солодки, улучшению ее природных зарослей и введения ее в культуру» [1].

В настоящее время достаточно хорошо изучена производственная характеристика порошка корня солодки: выделено и охарактеризовано около 220 химических веществ. Богата активными веществами и надземная масса солодки, хотя не содержит глицирризин [2-5].

Теоретически обоснована и практически подтверждена возможность фитомелиорации деградированных раннее орошаемых земель с помощью выращивания солодки голой [6]. Рассматривается возможность использования вида при освоении засоленных земель [1].

И если в литературе достаточно сведений по химическому составу и фармакологии, о возможности возделывания на засоленных и деградированных землях, то сведений по анатомическому строению фотосинтезирующих органов мы не обнаружили.

Ранее нами были установлены анатомическое строение [7] и некоторые закономерности роста и развития годичного побега солодки голой в условиях Республики Калмыкия [8].

Цель данной работы: установить анатомическое строение фотосинтезирующего органа солодки голой и корреляционную зависимость между параметрами сложного листа.

Материал и методы

Материал был собран в августе 2010 года в окрестностях г. Элист и на левом берегу Волги в районе поселка Цаган Аман. Анатомические срезы были подготовлены по общепринятой методике [9]. Морфометрический и корреляционный анализ проведен по формулам, приведенным в руководствах [9-11]. Выборка составляла 50 листьев средней формации. Определили следующие показатели: X – среднее значение признака, M_e – медиана, M_o – мода, $Д$ – средний квадрат отклонения, σ – среднеквадратичное отклонение, M_m – стандартные ошибки.

Результаты и обсуждение

Закончившие рост непарноперистосложные листья среднего яруса солодки голой в среднем достигают до 14-15 см и состоят из 5-6 пар листочков. Мы провели морфометрический анализ листа с учетом следующих параметров: длина ℓ и ширина ш. листа, соотношение ℓ/ш., общая длина листовой пластинки – ℓпл., длина нижнего междоузлия – ℓм., длина верхушечного листочка – ℓв.л., его ширина – ш.в.л., его площадь – Sв.л. Такие же измерения бокового листочка: длина бокового листочка – ℓб.л., его ширина – ш.б.л., его площадь – Sб.л.

Полученные средние X, минимальные – min и максимальные – max показатели признаков и числовые характеристики вариационного ряда сведены в таблице 1.

В таблице 1 можно видеть не только средние показатели рассматриваемых признаков, но и размах их изменчивости. Так длина листа средней формации изменяется от 10,7 до 18,2 см, а листовой пластинки от 9,5 до 16,2 см.

Параметры листочков сложного листа более или менее одинаковы. Длина междоузлия листьев средней формации составляет до 1/3 длины несущего листа.

Таблица 1

Морфометрический анализ листа *Glycyrrhiza glabra* L.
(листья средней формации, *n*=50)

Статотчет	ℓ/ш. (см)	ℓпл. (см)	ℓм. (см)	Верхушечный листочек – в.л.			Боковой листочек – б.л.		
				ℓв.л. (см)	ш.в.л. (см)	*S*в.л. ($см^2$)	ℓб.л. (см)	ш.б.л. (см)	*S*б.л. ($см^2$)
min	10,70/6.70	9,50	2,70	2,10	1,30	1.64	3,10	1,50	2,55
max	18,20/10,50	16,20	6,00	5,00	2,70	7,07	4,80	2,10	5,53
X	14,54/8,43	12,46	4,27	3,41	1,86	3,65	3,90	1,70	3,82
M_m	0,24	0,22	0,11	0,08	0,04	0,17	0,06	0,02	0,10
M_e	14,55	12,45	4,35	3,40	1,80	3,56	3,80	1,70	3,78
M_o	14,60	10,90	4,40	3,20	1,80	3,51	3,50	1,70	3,43
σ	1,66	1,53	0,79	0,59	0,32	1,22	0,39	0,16	0,71
Д	2,77	2,35	0,63	0,35	0,10	1,49	0,15	0,03	0,50

Нами рассчитаны показатели коэффициента корреляции – *r* между всеми исследуемыми признаками. Для удобства анализа построен графический рисунок 1.

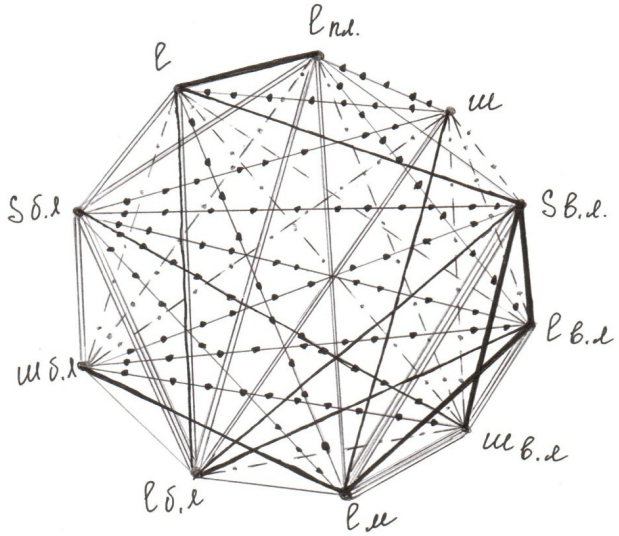

Рис. 1. Корреляционная зависимость между параметрами листа
Glycyrrhiza glabra L. (*n*=50)

Примечание: пояснения и условные обозначения в тексте.

Для построения графического рисунка зависимостей между параметрами листа нами приняты условные обозначения. Так:

r≥0,9
r≥0,8 } сильная взаимозависимость;
r≥0,7

r≥0,6 достаточно сильная;

r≥0,5
r≥0,4 } слабая корреляция.

Коэффициент корреляции Браве-Пирсона показывает линейную зависимость между парными параметрами. Он может изменяться от -1 до +1, чем ближе показатель к 0, тем меньше линейная зависимость.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между параметрами листа солодки

Длина	ℓпл.	ш.	*S*в.л.	ℓв.л.	ш.в.л.	ℓм.	ℓб.л.	ш.б.л.	*S*б.л.
ℓ	0,98	0,68	0,53	0,57	0,41	0,65	0,72	0,42	0,69
	ℓпл.	0,66	0,59	0,62	0,48	0,69	0,70	0,44	0,70
		ш.	0,46	0,46	0,36	0,51	0,77	0,46	0,68
			*S*в.л.	0,95	0,95	0,86	0,53	0,61	0,66
				ℓв.л.	0,87	0,90	0,57	0,58	0,66
					ш.в.л.	0,80	0,44	0,65	0,62
						ℓм.	0,62	0,52	0,67
							ℓб.л.	0,58	0,86
								ш.б.л.	0,77

Примечание: условные обозначения – как в таблице 1.

Для нашей выборки n=50, r<0,3 не может считаться достоверным (рис. 1). Сильная и достаточно сильная взаимозависимость сохраняется между линейными параметрами листа, между линейными параметрами и площадью листочков листа:

1) ℓ, ℓпл., ш.; 2) ℓв.л., ш.в.л., *S*в.л.; 3) ℓб.л., шб.л.,Sб.л. (табл. 2, рис. 1).

Параметры верхушечного листочка связаны очень сильно. Выявлена сильная взаимосвязь ширины листа с линейными параметрами и площадью бокового листочка и слабая связь с параметрами верхушечного листочка. Отмечена сильная и достаточно сильная зависимость площади бокового листочка со всеми рассмотренными признаками (табл. 2, рис. 1).

Особый интерес вызывает тот факт, что длина несущего лист междоузлия сохраняет сильную и достаточно сильную зависимость со всеми рассмотренными параметрами листа.

Корреляционные связи дают представление о том, что определенному размаху изменчивости одного параметра соответствует размах изменчивости другого параметра. А выбрав линейную регрессионную модель, определив коэффициенты *а* и *в*, мы можем, имея параметры одного признака, расчетным путем определить параметры другого связанного с ним признака. Нами были найдены уравнения регрессии между всеми исследуемыми признаками. Мы здесь в качестве примера приведем только отдельные, наиболее значимые уравнения регрессии:

между длиной Y и шириной X листа:

$$X=3{,}12+0{,}37Y \quad (r=0{,}68);$$

между площадью верхушечного листочка S_1 и длиной листа:

$$S_1=S\text{в.л.}=-1{,}94+0{,}38Y \quad (r=0{,}53);$$

между площадью бокового листочка S_2 и длиной листа:

$$S_2=S\text{б.л.}=-0{,}4+0{,}3У \quad (r=0{,}68);$$

между площадью верхушечного S_1 и площадью бокового S_2 листочков:

$$S_2=2{,}43+0{,}38S_1 \quad (r=0{,}66);$$

между длиной междоузлия $Y_м$ и площадью S_1 верхушечного листа:

$$Y_м=2{,}22+0{,}56S_1 \quad (r=0{,}86);$$

Представляет интерес анатомическое строение листа солодки. Мезофилл листа солодки голой дифференцирован: 2-3 слоя столбчатой ткани и до 6-10 слоев губчатой ткани (рис. 2).

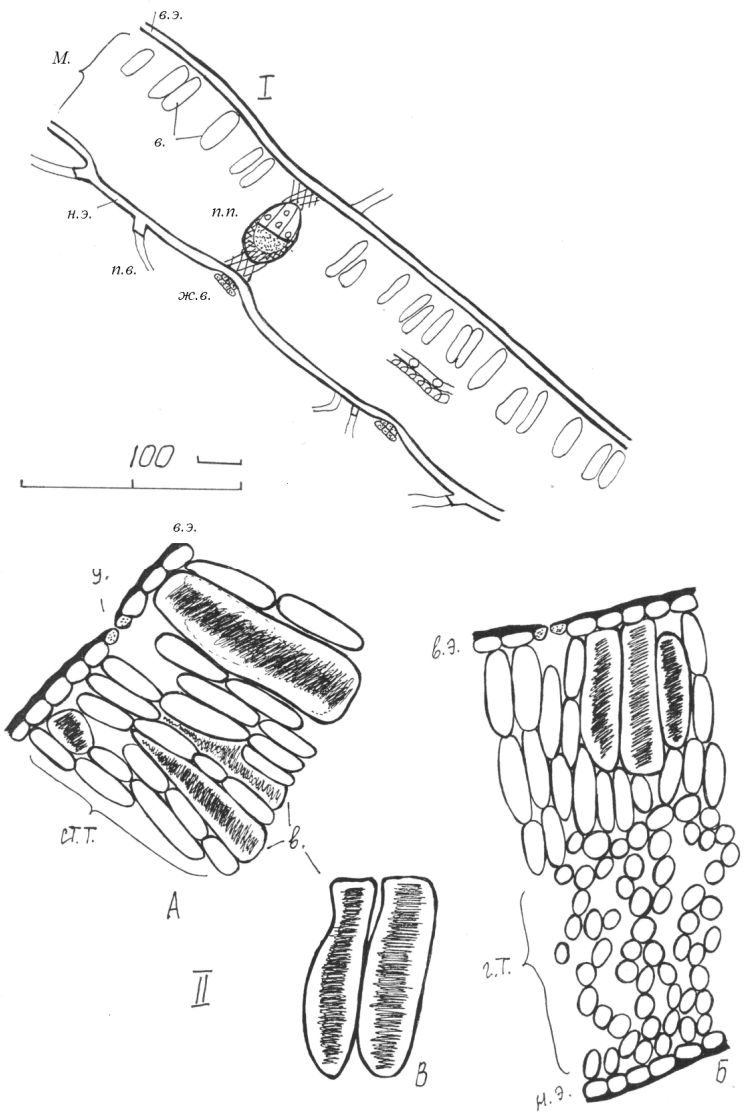

Рис. 2. Анатомическое строение листа *Glycyrrhiza glabra* L.:
I – схема листа на поперечном срезе (7х8);
II: *А* – участок столбчатой ткани,
Б – структура листовой пластинки (40х8), *В* – вместилища;
М. – мезофилл, *в.э.* и *н.э.* – верхняя и нижняя эпидермы, *у.* – устьица, *в.* – эфиромасличные вместилища, *п.п.* – проводящий пучок, *ж.в.* и *п.в.* – железистые и простые волоски, *ст.т.* и *г.т.* – столбчатая ткань и губчатая ткань

Третий слой столбчатой ткани не совсем четко выражен и состоит из клеток меньшей высоты, чем клетки двух слоев над ней. Клетки палисадной ткани плотно прилегают друг к другу, за исключением воздухоносных полостей под устьицами (рис. 2*А*). Под одной клеткой верхней эпидермы на поперечном срезе располагаются несколько палисадных клеток, но у солодки не более 1-2 клеток. И с абаксиальной стороны под одной клеткой нижней эпидермы помещается одна, редко две клетки губчатой ткани (рис. 2*Б*). Число слоев клеток мезофилла (12-13), плотное сложение палисадной ткани, хорошо развитая склеренхима вокруг проводящих пучков, толстая кутикула определяют значительную толщину и плотность листочков листа солодки. Проводящие пучки расположены в центре мезофилла. Наряду с хорошо развитыми открытыми коллатеральными пучками имеются мелкие чисто флоэмные. В центральной жилке идет один хорошо развитый прово-

дящий пучок подковообразной формы. Центральная жилка хорошо выступает с абаксиальной стороны и наоборот, несколько прогибается с адаксиальной стороны листочка. В палисадной ткани мезофилла сосредоточены очень крупные одноклеточные прозенхимные вместилища. Округлые вместилища встречаются в тканях центральной жилки. Ранее такие же округлые крупные вместилища нами были отмечены на поперечном срезе стебля [7]. Особенно часто они сгруппированы в палисадном мезофилле. Несмотря на форму их размеры в несколько раз превосходят окружающие их клетки, т.е. они представляют собой крупные одноклеточные эфиромасличные вместилища.

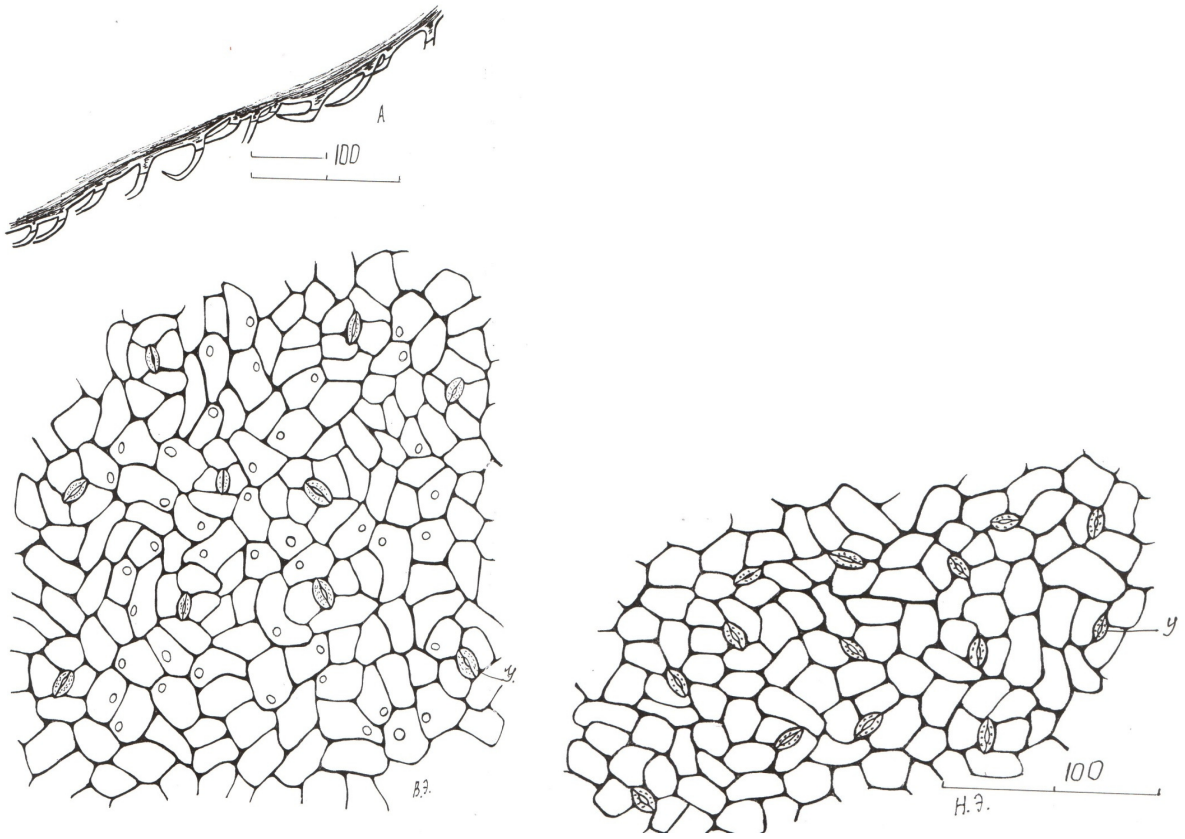

Рис. 3. Анатомическое строение верхней (*в.э.*) и нижней (*н.э.*) эпидерм *Glycyrrhiza glabra* L.: *А* – простые волоски по краю листовой пластинки (20х8); *у* – устьица

Дорсовентральный мезофилл составлен 2-3 слоями палисадной и 6-10 (ближе к жилке до 13) слоями губчатой ткани.

Эпидерма с обеих сторон состоит из клеток слегка четырех или пятиугольных по форме, иногда чуть изогнутых, особенно рядом с устьицами (рис. 3). Устьица аномоцитного типа окружены четырьмя реже пятью околоустьичными клетками. Клетки верхней эпидермы (как основные, так и устьичные) несколько крупнее, чем нижней. В основных клетках верхней эпидермы заметны крупные ядра.

Клетки верхней эпидермы, включая устьичные, несколько крупнее, чем клетки нижней. В отдельных клетках хорошо видна довольно крупные ядра. В верхней эпидерме устьица окружена четырьмя клетками, в нижней – иногда встречается пятая околоустьичная клетка. Устьиц гораздо больше в нижней эпидерме. Волоски на обеих эпидермах встречаются редко. Простых одноклеточных железистых волосков больше на нижней эпидерме.

Эпидерма составлена прозенхимными клетками, направленными вдоль жилок. Над жилками с адаксиальной стороны волосков нет, с абаксиальной стороны встречаются простые волоски и очень мало железистых.

Между размерами рассмотренных признаков сложного листа солодки установлена сильная и достаточно сильная зависимость. Особенно сильно связаны все рассмотренные параметры с площадью бокового и верхушечного листочков. Сильная связь длины несущего междоузлия со всеми параметрами листа позволяет сделать вывод о том, что длина междоузлия определяет характеристики листа.

Примечания:

1. Шамсутдинов З.Ш. Галофитное растениеводство: концепция, опыт, проблемы // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы Четвертого междунар. симпозиума. М.: РУДН, 9. С. 387-389.
2. Бондарев А.И. Солодка (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. 1995. № 10 (Т. 29). С. 33-39.
3. Гладышев М.А. Скифский сладкий корень // Природа. 1994. № 8. С. 21-26.
4. Кузнецов М.А., Резникова А.С. Сказание о лекарственных растениях. М.: Высш. шк., 1992. С. 228-229.
5. Стеклов М.И. Природные целители Калмыкии // Теегин герл. 1995. № 2. С. 126-127.
6. Салдаев А.М. Совершенствование технологии фитомелиорации деградированных земель в Нижнем Поволжье: автореф. дис. … канд. с-х наук. Волгоград, 2007. 263 с.
7. Менкнасунова Ж.В., Ендовицкая Л.В., Дорджиева В.И. Анатомическое строение стебля солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы 25 Межреспубл. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Краснодар, 2012. С. 44-46.
8. Дорджиева В.И., Менкнасунова Ж.В. Некоторые закономерности роста и развития годичного побега солодки голой в условиях Калмыкии // Проблемы современной биологии. М.: Спутник, 2011. С. 40-46.
9. Барыкина Р.П. Практикум по анатомии растений. М.: Росвузиздат, 1963. 220 с.
10. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Л.: ЛГУ, 1977. 152 с.
11. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 449 с.

References:

1. Shamsutdinov Z.Sh. Halophyte plant growing: conception, experience, problems // New and nonconventional plants and prospects of their use: materials of the Fourth international symposium. M.: RUDN, 9. P. 387-389.
2. Bondarev A.I. Glycyrrhiza (a review) // Chemical and pharmaceutical journal. 1995. No. 10 (Vol. 29). P. 33-39.
3. Gladyshev M.A. A Scythian sweet root // Nature. 1994. No. 8. P. 21-26.
4. Kuznetsov M.A., Reznikova A.S. A legend of herbs. M.: Vyssh. shk. 1992. P. 228-229.
5. Steklov M.I. The natural healers of Kalmykia // Teegin gerl. 1995. No. 2. P. 126-127.
6. Saldaev A.M. Technological development of phytomelioration of the degraded lands in the Lower Volga Area: Diss. abstract for the Cand. of Agriculture degree. Volgograd, 2007. 263 pp.
7. Menknasunova Zh.V., Endovitskaya L.V., Dordzhiyeva V.I. Anatomic structure of the stalk of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) // Topical issues of ecology and preservation of ecosystems of the southern regions of Russia and adjacent territories: materials of the 25 Inter-republ. scient. and pract. conf. with international participation. Krasnodar, 2012. P. 44-46.
8. Dordzhieva V.I., Menknasunova Zh.V. Some natural laws of growth and development of an annual sprout of licorice in the environment of Kalmykia // Problems of modern biology. M.: Sputnik, 2011. P. 40-46.
9. Barykina R.P. Practical work on the anatomy of plants. M: Rosvuzizdat, 1963. 220 pp.
10. Terentyev P.V., Rostova N.S. Practical work on biometrics. L.: LGU, 1977. 152 pp.
11. Schmidt V.M. Mathematical methods in botany. L.: LGU Publishing house, 1984. 449 pp.