

УДК 582.998:581.5 (477.75)

С. И. Тукач

**Адаптационные возможности вида *Zinnia violacea* Cav. и его сортов в климатических условиях Предгорной зоны Крыма**

Приведены результаты изучения анатомо-морфологических и физиологических особенностей представителей рода *Zinnia* L. в климатических условиях Предгорной зоны Крыма. Дана оценка диапазона приспособительных возможностей вида *Z. violacea* Cav. и его сортов по показателю водного дефицита. Установлены ксероморфные признаки в анатомическом строении стебля и листовых пластин изученных объектов исследования.

**Ключевые слова:** род *Zinnia* L., *Z. violacea* Cav., анатомо-морфологическое строение, анатомия листа, анатомия стебля, водный дефицит.

Эффективная акклиматизация новых вводимых в агроценоз видов растений приводит к обогащению культурной флоры [18]. Интродукция растений и их адаптация к абиотическим факторам ведется дифференцированно, в зависимости от природно-климатических особенностей района исследований. При этом методологическая основа данного процесса направлена на выявление высокопродуктивных, декоративных, устойчивых к новым экологическим условиям района интродукции видов, оценка перспективности которых возможна по комплексу диагностических показателей физиологического состояния и анатомо-морфологического строения [19].

Вид *Z. violacea* Cav. (сем. Asteraceae) — травянистое однолетнее растение [11], произрастающее и широко культивируемое в регионах, близких к естественным местообитаниям в Северной, Центральной и Южной Америке (родина — Мексика) [6], для которых характерны засушливое лето и теплая зима.

В связи с тем что основополагающее влияние на функционирование биогеоценозов оказывают влага и тепло, их оптимальное сочетание определяет гидротермический режим, отвечающий требованиям вида [11].

Климат Восточного Предгорного района Крыма характеризуется как полузасушливый, теплый. Атмосферные осадки в среднем отмечаются от 250 за вегетационный период до 490 мм в год, их максимум (68 мм в месяц) наблюдается в июне [1]. Испаряемость составляет в среднем 840 мм в год [3].

В Предгорной зоне Крыма условия увлажнения весьма изменчивы и недостаточны вследствие частых засух и суховеев [4]. Г. Н. Шестаченко [20] отмечает повышенную летнюю температуру воздуха (до 35—39°C) и поверхности почвы (57—59°C), низкую среднюю относительную влажность воздуха (68%), небольшое и неравномерное выпадение в течение года осадков (360—579 мм), иссушающие ветры, дающие аккумулятивный эффект с высокой температурой воздуха, как абиотические факторы, ограничивающие успешность интродукции однолетних красивоцветущих растений в Крым, в частности в Предгорье.

В соответствии с ботанико-географическим анализом природного ареала (Северная Америка, Калифорния, Мексика) и Предгорного Крыма как перспективного района интродукции можно говорить, что они являются климатическими аналогами, так как с мая по сентябрь в некоторых районах Калифорнии сухо (ГТК менее 0,5) с вероятностью засух около 50%, как и в августе-сентябре в Предгорном Крыму. Максимальные показатели температуры самого жаркого месяца (июль) примерно равны и составляют +36°C.

© Тукач С. И., 2017

При этом на родине изучаемого вида (Мексика) сухо большую часть года. Достаточное увлажнение (ГТК 1,0—1,5) наблюдается только в течение двух-четырех месяцев, выпадающих на июль-сентябрь [4; 7].

Опираясь на гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова, который является базовым для определения соответствия климату местности сортов культурных растений, можно говорить о том, что климатические особенности района естественного произрастания Калифорнии и Мексики (ГТК менее 0,5) могут стать предпосылкой интродукции рода *Zinnia* L. в новых эдафо-климатических условиях Предгорной зоны Крыма (ГТК менее 0,7) [7]. Устойчивость к недостатку влаги, которая физиологически обусловлена способностью тканей переносить обезвоживание и перегрев, зависит также от анатомического и морфологического строения, мощности корневой системы, ритма и роста развития, которые практически не изучены для представителей рода *Zinnia* L. ни в других климатических зонах, ни в условиях Предгорного Крыма.

В связи с этим была поставлена цель — выявить комплекс анатомических и физиологических особенностей вида *Z. violacea* Cav. и его сортов, позволяющий им адаптироваться в Предгорном Крыму.

Исследования проводились на базе Ботанического сада им. Н. В. Багрова Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

В процессе нашего интродукционного испытания проводилась оценка засухоустойчивости по двум направлениям — степень устойчивости сортообразцов к недостатку увлажнения и выделение среди имеющегося интродукционного материала наиболее засухоустойчивых форм.

В летний сезон вегетационного периода в 2008 году максимум осадков пришелся на июнь — 60,9 мм, а в июле и августе произошло снижение до 20,6 и 9,5 мм соответственно, в результате чего вторая половина лета выдалась жаркой и сухой. Наряду с этим в июле средняя температура воздуха составила +22,6°C с высокотемпературным плато в +32...+35°C.

Объектами исследования для определения водного дефицита послужили вид *Z. violacea* Cav. [9], его семь сортов ('Император', 'Солнечные Зайчики', 'Golden Dawn', 'Lavandel', 'Orange King', 'Polar Bear', 'Scarlet Flame') и три сортотипа ('Георгиновидная', 'Хризантемовидная', 'Лилипут') рода *Zinnia* L., впервые интродуцируемые в Предгорную зону Крыма [14]. Физиологические показатели диагностировались по методике Л. С. Литвинова [2] в трехкратной повторности на бесполовых образцах, достигших фазы массового цветения в середине июля — начале августа.

Дефицит воды в листьях вычислялся по формуле:

$$X = \frac{V_1}{V_2} \times 100\%,$$

где  $V_1 = X_1 - X_2$  — вода, поглощенная при насыщении листьев, г;  $V_2 = X_3 - X_2$  — общее содержание воды в листьях в состоянии полного насыщения (максимальная оводненность), г;  $X_1$  — среднее значение массы влажных побегов при взвешивании сразу после сбора;  $X_2$  — среднее значение массы насыщенных водой побегов после выдерживания в воде 8 часов;  $X_3$  — среднее значение массы после полного высушивания в термостате.

Анатомо-морфологические исследования вегетативной части растения проводились на стебле, высеченном из цветоносной, срединной и базальной частей центрального побега, а также центральной части листовой пластинки, примыкающей к центральной жилке вида *Z. violacea* Cav. и его сортообразцов, относящихся по классификации В. Г.

Тулинцева к садовой группе низкорослых (вид *Z. violacea*, сорт ‘Солнечные Зайчики’) и исполинских (сортотип ‘Георгиновидная’) цинний [14]. Вид *Z. violacea* Cav. выбран в качестве эталона. Временные препараты окрашивали раствором флороглюцина и контрастировали концентрированной соляной кислотой [9]. Микрофотосъемку вели с помощью микрофотонасадки МФНЭ-1У4.2. Подсчет трихом и устьиц эпидермы проводили в 30-кратной повторности на сформированной нитроцеллюлозным клеем пленке-матрице с отпечатанным рельефом поверхности листа. Полученное число устьиц или трихом в поле зрения микроскопа пересчитывали на 1 мм<sup>2</sup> с учетом его площади, вычисленной с помощью объектив-микрометра.

Устойчивость растений к засухе во многом определяется водным режимом, присущим данному сорту. Степень засухоустойчивости представителей рода *Zinnia* L. в климатических условиях Предгорного Крыма оценивалась по показателю водного дефицита как результату совокупного влияния абиотических факторов [16] (табл. 1).

Таблица 1

Показатель водного дефицита представителей рода *Zinnia* L. в климатических условиях Предгорного Крыма

Сортообразец	$V_1$		$V_2$		$X, \%$
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	
<i>Z. violacea</i>	0,76±0,4	22,7	16,50±2,8	44,1	4,60
Садовая группа — исполинские циннии					
‘Георгиновидная’	0,43±0,3	16,6	10,01±3,6	45,4	4,30
‘Хризантемовидная’	1,60±0,3	15,0	10,00±1,1	20,4	16,00
‘Император’	1,62±0,2	14,7	8,00±0,6	22,3	20,40
‘Golden Dawn’	0,79±0,4	21,1	6,85±0,7	16,3	11,50
‘Lavandel’	1,51±1,4	79,2	8,50±0,7	14,9	17,76
‘Orang King’	0,24±0,6	34,0	4,35±0,8	25,2	5,50
‘Polar Bear’	2,91±0,8	23,0	5,70±0,5	12,5	51,00
‘Scarlet Flame’	1,32±0,4	19,2	6,40±0,4	18,4	20,60
Садовая группа — низкорослые циннии					
‘Лилипут’	0,26±0,3	17,7	6,80±0,4	10,8	3,80
‘Солнечные Зайчики’	0,91±0,3	17,7	4,27±0,5	16,9	21,30

**Примечание:**  $V_1$  — вода, поглощенная при насыщении листьев, г;  $V_2$  — общее содержание воды в листьях в состоянии полного насыщения (максимальная оводненность), г;  $X$  — водный дефицит в листьях, %;  $M \pm m$  — средняя арифметическая и ее ошибка;  $Cv, \%$  — коэффициент вариации.

Значение водного дефицита обратно пропорционально определяет уровень засухоустойчивости, т.е. чем больше показатель водного дефицита, тем меньше степень засухоустойчивости растения [17].

Установлены представители рода *Zinnia* L. с повышенной, средней и слабой засухоустойчивостью. Первую группу (показатель водного дефицита менее 10%) составляют вид *Z. violacea* Cav. (4,6%), сорто типы ‘Георгиновидная’ (4,3%) и ‘Лилипут’ (3,8%), а также сорт ‘Orang King’ (5,5%), вторую — показатель водного дефицита до 20% — основная часть изученных сортов и сорто типов вида *Zinnia violacea* Cav., такие как ‘Император’, ‘Хризантемовидная’, ‘Lavandel’, ‘Golden Dawn’, ‘Scarlet Flame’, третью (показатель водного дефицита более 20%) — сорт ‘Солнечные Зайчики’. Значение водного дефицита как физиологического маркера водного гомеостаза находит отражение в фенотипе растений из разных садовых групп. Отмечена большая зависимость от экзогенного фактора недостатка воды у низкорослого сорта ‘Солнечные Зайчики’ (водный дефицит 21,3%) по

сравнению с сортообразцами из садовой группы исполинских цинний. Водный дефицит способствует более быстрой дифференцировке тканей, что приводит к развитию ксероморфизма и общему замедлению роста [8]. Данный факт подтверждается сравнением габитуса растений *Z. violacea* Cav. сортов 'Император' 'Orange King' и 'Scarlet Flame' из садовой группы исполинских цинний в зависимости от региона культивирования. В результате проведенного анализа наших данных и данных некоторых других районов интродукции установлено, что высота вышеупомянутых сортов исполинских цинний в Предгорном Крыму не превышает 60 см [14], что на 5—10 см ниже, чем в иных аридных зонах (Кишинев, Белгород), где они достигают 65—70 см [5; 12], а также на 20—30 см ниже, чем в условиях средней полосы России (Московская область), где их высота составляет 80—90 см [6].

Низкая водосохраняющая способность тканей листа и стебля сортов, у которых выражена вариативность параметра максимальной оводненности тканей, приводит к более скорому увяданию вегетативных органов при недостатке влагообеспеченности. Реакция на недостаточное увлажнение выражалась во временной потере листовыми пластинами тургора, который с поливом восстанавливался. В связи с этим рекомендован систематический полив сортов цинний, относящихся к второй и третьей группам с низкой засухоустойчивостью в условиях Предгорного Крыма. Исключение составляют сортообразцы с высоким значением коэффициента вариации максимальной оводненности тканей, выявляющего их большую устойчивость в засушливый период: вид *Z. violacea* Cav. (44,1%), его сортотип 'Георгиновидная' (45,4%) и сорт 'Orang King' (25,2%). Коэффициент вариации количества поглощенной при насыщении листьев воды указывает на стабильность данного показателя, т.е. срабатывают физиологические защитные механизмы поддержания внутреннего гомеостаза растительного организма большинства объектов исследования (за исключением сорта 'Lavandel'), выраженные в особенностях морфолого-анатомической структуры побеговой системы.

Приспособленность растений к тем или иным экологическим условиям среды отражается на особенностях их анатомического строения [16].

В результате морфологического изучения сортов вида *Z. violacea* Cav. в условиях Предгорной зоны Крыма установлено, что это компактные ветвистые растения от 60 до 90 см высотой с широколанцетными, супротивно расположенными 5—7 парами листьев на каждом побеге. В течение вегетационного периода на растении формируется центральный (первого порядка) побег, на котором в свою очередь образуются побеги ветвления второго, третьего и четвертого порядка. Общее число боковых побегов достигает у сортообразцов от 33 у сортотипа 'Георгиновидная' до 38—39 у вида *Z. violacea* Cav. и сорта 'Солнечные Зайчики'.

Все изученные нами представители вида *Z. violacea* Cav. сохраняют типичный для сем. Asteraceae анатомический план стебля, схема гистологического строения которого представлена на рисунке 1.

Сравнение анатомо-морфологических особенностей позволило установить сортовые различия в строении стебля циннии. Стебель, округлый на поперечном срезе, сильно варьирует по диаметру — от 0,5 см у сорта 'Солнечные Зайчики' до 2,0 см у вида *Z. violacea* Cav. и сортотипа 'Георгиновидная'. Покровная ткань представлена эпидермой из плотно сомкнутых клеток, наружные стенки которых значительно утолщены. На ее поверхности имеется опушение из кроющих простых трихом, обеспечивающее уменьшение транспирации и, как следствие, экономный расход влаги [17]. Наиболее интенсивно оно выражено у сорта 'Солнечные Зайчики'.

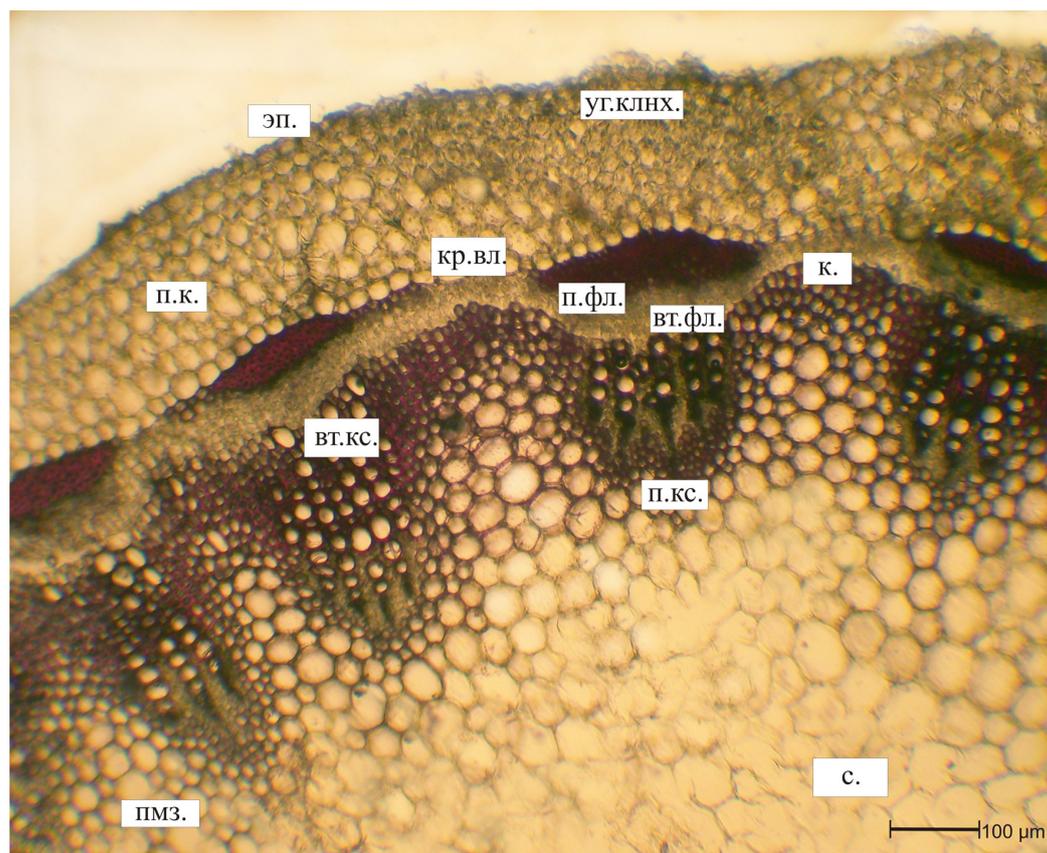
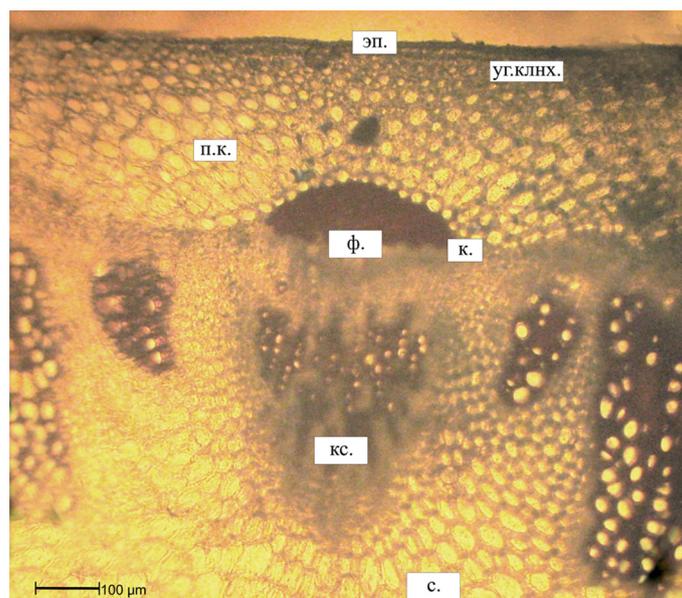


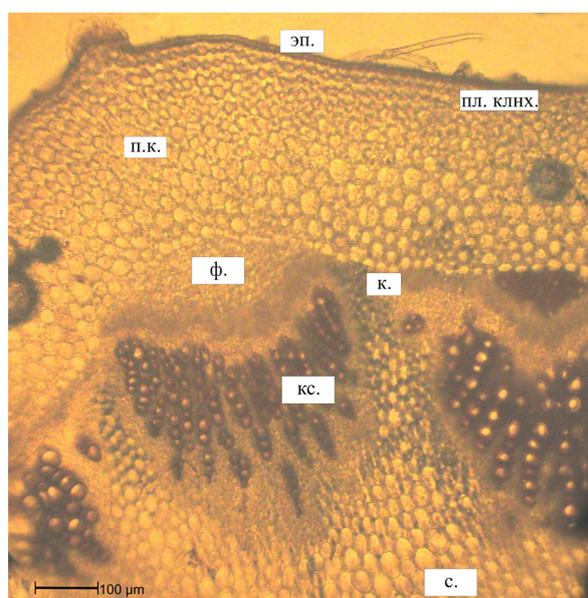
Рис. 1. Поперечный срез стебля *Z. violacea* Cav. (увел. 10×20): эп. — эпидерма; уг.клинх. — угольковая колленхима; п.к. — собственно первичная кора; кр.вл. — крахмалоносное влагалище; п.фл. — первичная флоэма; п.кс. — первичная ксилема; к — камбий; вт.фл. — вторичная флоэма; вт.кс. — вторичная ксилема; с — сердцевина; пмз. — перимедулярная зона

Под эпидермой располагается первичная кора, представленная угольковой колленхимой (1—2 ряда), округлыми паренхимными клетками собственно коры (5—7 слоев) и эндодермой. Угольковая колленхима хорошо развита в базальной и апикальной частях стебля, в срединной же части она заменяется колленхимой пластинчатой.

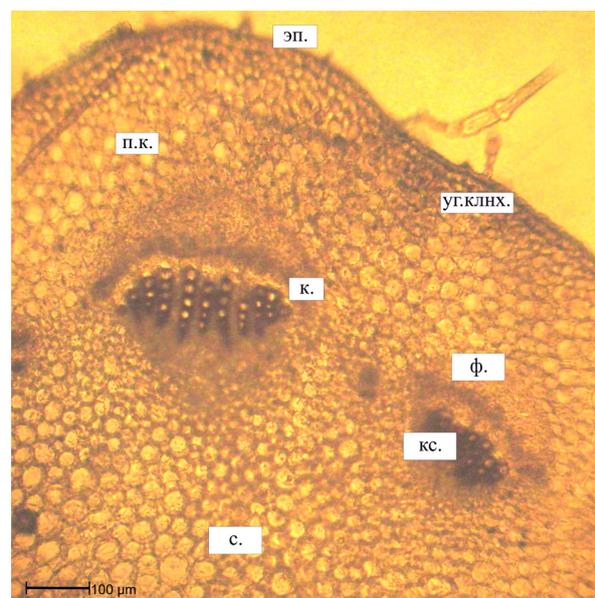
Первичная кора отграничена от центрального цилиндра слабо дифференцированной эндодермой, представленной в стебле тремя рядами прозрачных тонкостенных клеток. Центральный цилиндр образован открытыми коллатеральными пучками таким образом, что ксилема расположена адаксиально, а флоэма — абаксиально. Трахеи ксилемы в пучках располагаются правильными радиальными рядами. Между рядами сосудов ксилемы у сортообразцов, в отличие от эталонного вида *Z. violacea* Cav., заметно развита ксилемная паренхима, усиливающая сосущую силу трахей. Склеренхимные волокна ксилемы (либриформ) состоят из плотно сомкнутых толстостенных клеток и формируют обкладку проводящих пучков. Пучки в стебле объединены в один сплошной круг механической ткани, которая, помимо живых клеток колленхимы, представлена одревесневающими, обеспечивающими прочность стебля элементами проводящих тканей: имеются остатки первичной флоэмы, либриформ, стенки сосудов ксилемы, межпучковая склеренхима. Механическая ткань в стебле хорошо выражена на всем его протяжении. Однако соотношение одревесневающих и недревесневающих частей различается от основания к верхушке побега в зависимости от функциональной нагрузки данного осевого органа (рис. 2).



*a*



*b*



*c*

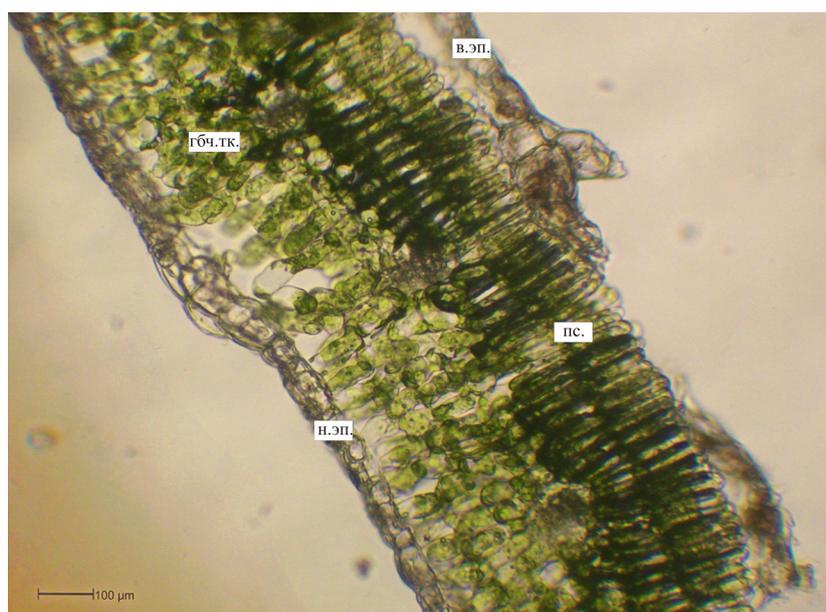
Рис. 2. Поперечный срез на разных высотных уровнях стебля *Z. violacea* Cav. (увел. 10×20): эп. — эпидерма; уг. клнх. — уголковая колленхима; пл. клнх. — пластинчатая колленхима; п.к. — собственно первичная кора; к. — камбий; ф. — флоэма; кс. — ксилема; с. — сердцевина; *a* — срез на уровне цветonoса; *b* — срез срединной части стебля (вторая пара настоящих листьев); *c* — срез в основании стебля

Так, в основании стебля наиболее представлены лигнифицированные элементы проводящих пучков, выполняющих опорную функцию, в срединной, наоборот, преимущественно развивается пластинчатая колленхима, которая обеспечивает устойчивость стебля на изгиб, а в цветonoсе одревесневают только сосуды, обеспечивая необходимую прочность при наличии уголковой колленхимы, которая предупреждает повреждение на излом и придает гибкость данной части стебля, несущей генеративный орган — соцветие. У исполинского сортотипа ‘Георгиновидная’, достигающего до 100 см высоты и 1,5—2,0 см толщины стеблей, хорошо выражена уголковая колленхима, обеспечивающая ветроустойчивость рослым растениям.

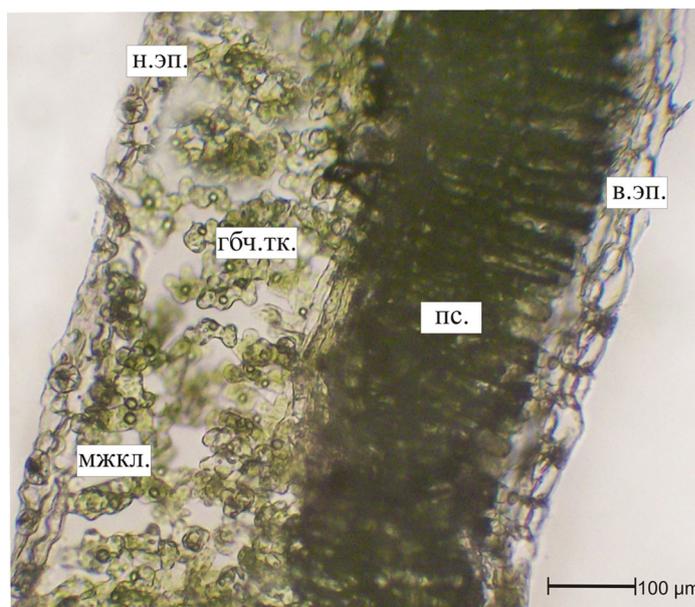
В центре стебля располагается сердцевина, размеры клеток которой увеличиваются от периферии к центру. Перимедулярная зона отчетливо дифференцирована. К концу вегетационного периода сердцевина частично или полностью выпадает.

Сортовая специфичность анатомического строения стебля представителей вида *Z. violacea* Cav. отражена в степени развития механической ткани. Обилие одревесневающих клеток приводит к уменьшению живых тканей и, как следствие, уменьшению транспирации с поверхности стебля, что является следствием воздействия на растения циннии засушливых периодов в Предгорном Крыму.

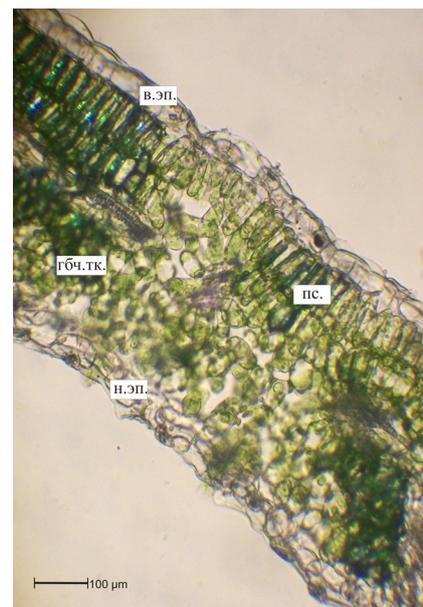
Общая схема гистологического строения листовой пластинки объектов исследования представлена на рисунке 3.



*a*



*b*



*c*

Рис. 3. Поперечный срез листовой пластинки вида *Z. violacea* Cav. и его сортов (увел. 10×20): в.эп. — верхняя эпидерма; гбч. тк. — губчатый мезофилл; пс. — палисадный мезофилл; мжкл. — межклетник; н.эп. — нижняя эпидерма; *a* — сорт 'Солнечные Зайчики'; *b* — вид *Z. violacea* Cav.; *c* — сортотип 'Георгиновидная'

Сидячий, состоящий только из пластинки цельнокрайний лист имеет яйцевидную форму, с тупой верхушкой и сердцевидным основанием. Форма листовой пластинки — наследственный признак, отражающий связь с условиями обитания, и в совокупности с анатомическими и физиологическими особенностями обеспечивает адаптивную реакцию к засушливости воздуха [9]. Он варьирует по сортам от 4 см (сорт ‘Солнечные Зайчики’) до 8 см (сортотип ‘Георгиновидная’) в длину и от 2,5 см (‘Солнечные Зайчики’) до 5 см (сортотип ‘Георгиновидная’) в ширину.

Внутренний дополнительный каркас листа состоит из пяти основных жилок (трех более крупных и двух мелких) и отходящих от них второстепенных, петлевидно обрамляющих край листа, жилок, образующих своеобразный скелет листовой пластинки, который является мощной основой для противостояния неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Лист покрыт эпидермой, поверх которой образуется кутикула. Над главной жилкой и по краю листа массово формируются крупные кроющие трихомы типа простых одно-, двухклеточных волосков, предотвращающих перегрев и излишнее испарение влаги. Нами отмечено обилие трихом как на вегетативных (стебель, лист), так и на отдельных частях генеративных органов (цветонос, чашелистик, лепесток) представителей рода *Zinnia* L. (рис. 4).

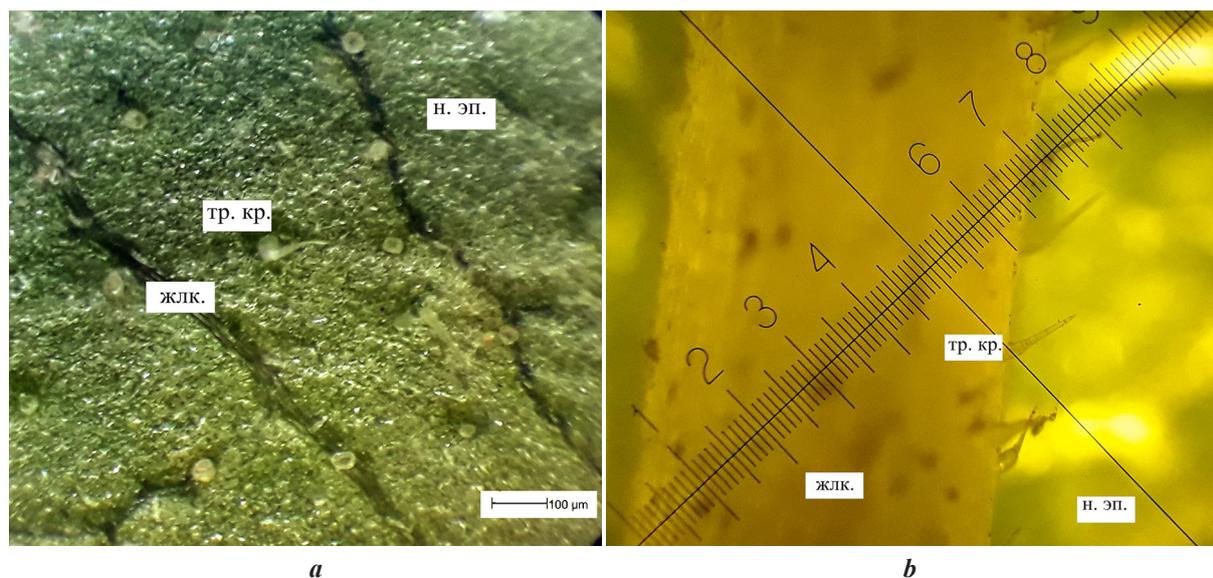


Рис. 4. Эпидерма абаксиальная листа вида *Z. violacea* Cav.: н. эп. — нижняя эпидерма; тр. кр. — трихом кроющий; жлк. — жилка листа; **a** — поверхность эпидермы листа (увел. 10×4/0,10); **b** — центральная жилка (увел. 10×10/0,25)

Лист дорзовентральный. Под эпидермой располагается типичный билатеральный мезофилл. Главная жилка листа представляет собой закрытый коллатеральный пучок, окруженный паренхимной и механической обкладками. Механическая ткань, что типично для листьев двудольных, представлена склеренхимой и колленхимой [16]. Удлиненные, со скошенными краями стенки клеток склеренхимы механической обкладки не одревесневают. Данный факт подтверждается морфологическим строением листовой пластинки, исключая потребность в дополнительной прочности ткани: лист утолщенный, цельнокрайний, сидячий, хорошо структурирован за счет сети густо расположенных жилок (жилкование петлевидное). Механическая обкладка располагается в нижней части пучка (после флоэмы), возможно являясь продолжением комплекса флоэмных волокон, которые, по данным К. Эсау [16], сохраняют мягкость и гибкость вне зависимости от того,

одревеснели они или нет, и служат опорными элементами для неудлиняющихся частей растения.

Одревесневшими в главной жилке листа являются только сосуды ксилемы. К проводящему пучку с верхней и нижней стороны примыкает уголковая колленхима (рис. 5).

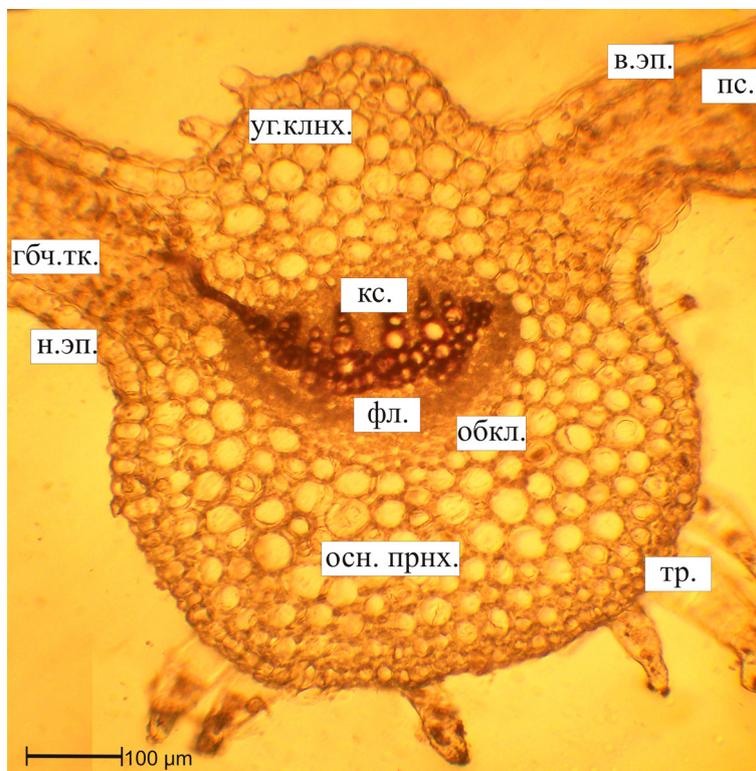


Рис. 5. Поперечный срез через центральную жилку листа вида *Z. violacea* Cav. (увел. 10×20): в.эп. — верхняя эпидерма; н.эп. — нижняя эпидерма; тр. — трихом; уг. клнх. — уголковая колленхима; гбч. тк. — губчатый мезофилл; пс. — палисадный мезофилл; осн. прнх. — основная паренхима; кс. — ксилема; фл. — флоэма; обкл. — обкладка пучка

Проведенный сравнительный анализ анатомо-морфологических особенностей листа представителей вида *Z. violacea* Cav. показал, что они, несмотря на общий план гистологического строения, имеют различия в толщине листовой пластинки, степени склерификации тканей, интенсивности опушения и числе устьиц на абаксиальной эпидерме.

Толщина листовой пластинки варьирует в зависимости как от взаимного расположения клеток губчатого мезофилла, так и от высоты клеток палисады. Листовая пластинка вида *Z. violacea* Cav. тоньше по сравнению с сортообразцами, что объясняется мелкоклеточностью основной ткани. Палисадный и губчатый мезофилл у сорта ‘Солнечные Зайчики’ и сортотипа ‘Георгиновидная’ состоит из высоких и крупных, компактно расположенных, по сравнению с *Z. violacea* Cav., клеток. Различия в строении участвующей в газообмене губчатой ткани [18] затрагивают и межклеточные пространства, которые у изученного вида более крупные и рыхлые в отличие от вышеупомянутых образцов.

Установлено, что лист у всех объектов исследования является устойчивым к скручиванию при падении тургора из-за недостатка влаги благодаря обилию механической ткани, которая наиболее представлена в структуре листа вида *Z. violacea* Cav. Однако и для сортотипа ‘Георгиновидная’ характерно наличие хорошо выраженной уголковой колленхимы, что позволяет ее крупной и тонкой листовой пластинке оставаться достаточно эластичной для противостояния ветру.

Первым барьером на пути сохранения оптимального водного баланса в растении являются кроющие трихомы эпидермы [18]. Установлено, что листовая пластинка вида *Z. violacea* Cav. имеет более интенсивное опушение, чем другие представители рода *Zinnia* L. (табл. 2).

Таблица 2

Морфологическая характеристика поверхности листовой пластины вида *Z. violacea* Cav. и его сортообразцов

Сортообразец	Число устьиц на эпидерме, шт./мм <sup>2</sup>				Число трихом, шт./мм <sup>2</sup>	
	абаксиальная		адаксиальная			
	$M \pm m$	Cv, %	$M \pm m$	Cv, %	$M \pm m$	Cv, %
<i>Z. violacea</i>	128,2±5,7	24,3	68,8±3,4	27,0	8,3±0,3	21,3
‘Солнечные Зайчики’	86,3 ±3,2	25,0	46,8±3,2	24,6	6,8±0,3	20,9
‘Георгиновидная’	105,8±4,6	21,6	58,3±2,8	20,5	7,8±0,2	17,5

**Примечание:**  $M \pm m$  — средняя арифметическая и ее ошибка; Cv, % — коэффициент вариации

Число волосков на единицу площади абаксиальной листовой поверхности у вида *Z. violacea* Cav. составляет 8,3 шт./мм<sup>2</sup>, что превышает значение аналогичного показателя у сортообразцов как из группы низкорослых, так и исполинских цинний.

Изученные объекты исследования имеют аномоцитный тип устьичных комплексов, представленных чечевицевидными замыкающими клетками и веретеновидной устьичной щелью и расположенных на обеих сторонах листовых пластин (рис. 6).

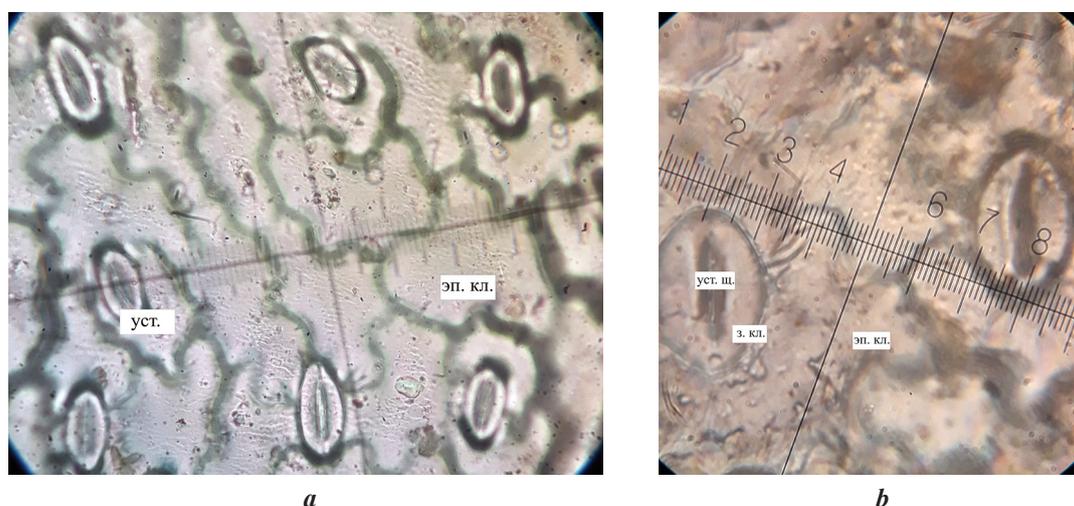


Рис. 6. Устьица на абаксиальной стороне листовой пластины вида *Z. violacea* Cav.: з. кл. — замыкающие клетки устьица; уст. щ. — устьичная щель; эп. кл. — эпидермальные клетки; **a** — увел. 10×40/0,65; **b** — увел. 10×100/1,25

Число устьиц нижней эпидермы варьирует по сортообразцам от 86,3 шт./мм<sup>2</sup> у сорта ‘Солнечные Зайчики’ до 105,8 шт./мм<sup>2</sup> у сорто типа ‘Георгиновидная’ и почти в два раза преобладает над аналогичным показателем верхней эпидермы (от 46,8 шт./мм<sup>2</sup> у сорта ‘Солнечные Зайчики’ до 58,3 шт./мм<sup>2</sup> у сорто типа ‘Георгиновидная’). Однако наибольшая выраженность данной ксероморфной черты строения отмечена у эталонного вида *Z. violacea* Cav. (128,2 шт./мм<sup>2</sup>). Установлено, что значение коэффициента вариации (от 21,6 до 25% по образцам) данного признака подтверждает его выравнивание и сортоспецифичность внутри популяции, что, в свою очередь, говорит о высокой генетически детерминированной стабильности обсуждаемого показателя. В связи с тем что

ксероморфность растений оценивают и по числу устьиц [21], вид *Z. violacea* Cav. и его сортотип ‘Георгиновидная’, наряду с признаками обилия механических тканей и интенсивности опушения, были отнесены к образцам с выраженной ксероморфностью.

Таким образом, сохранение водно-теплового баланса надземных органов растений циннии достигается благодаря физиологическим механизмам и анатомическим ксероморфным чертам, снижающим потерю воды в засушливый период.

В результате изучения внутренней структуры строения вегетативных органов и показателя водного дефицита можно сделать вывод, что вид *Z. violacea* Cav., его сортотипы ‘Георгиновидная’, ‘Лилипут’ и сорт ‘Orange King’ обладают таким комплексом анатомических (наличие утолщенных наружных стенок клеток эпидермы, кутикулы, обильного опушения стебля и жилок листа, преимущественное расположение устьиц на абаксиальной эпидерме и увеличение числа устьиц на единицу площади листовых пластин, мощный каркас из комплекса живых и одревесневающих механических тканей) и физиологических (показатель водного дефицита менее 10%) особенностей по сравнению с другими сортообразцами, который позволяет им наилучшим образом приспособиться к засушливым условиям Предгорного Крыма. Они могут использоваться в селекции для получения засухоустойчивых сортов рода *Zinnia* L. для условий юга России.

Таким образом, для видов, произрастающих в аридных районах, ксероморфная структура является приспособительной реакцией к атмосферной засухе, а установленные ксероморфные признаки листа и стебля представителей рода *Zinnia* L. позволяют этим растениям строить адаптивную стратегию в связи с лимитирующими факторами среды и спецификой местообитания (повышенная сухость и низкая относительная влажность воздуха, иссушающие ветры) в Предгорной зоне Крыма идентично условиям их природных мест обитания в Центральной и Северной Америке.

#### Список использованной литературы

1. Антюфеев В. В. Справочник по климату степного отделения НБС. Ялта : ГНБС, 2002. 88 с.
2. Викторов Д. П. Малый практикум по физиологии. М. : Высшая школа, 1983. 151 с.
3. Ена В. Г. Заповедные ландшафты Тавриды. Симферополь : Бизнес-Информ, 2004. 424 с.
4. Климатический атлас Крыма // Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь : Таврия-Плюс, 2000. 120 с.
5. Коцарева Н. В. Особенности выращивания циннии // Белгородский мир. 2012. № 2 (69). С. 31—32.
6. Левко Г. Д. Однолетние цветы. М. : Астрель, 2001. 144 с.
7. Мировой агроклиматический справочник. Л. ; М. : Гидрометеиздат, 1937. 418 с.
8. Максимов Н. А. Избранные работы по засухоустойчивости и морозостойкости растений. Т. 1. Водный режим и засухоустойчивость растений. М. : Изд-во АН СССР, 1952. 575 с.
9. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М. : Агропромиздат, 1988. 271 с.
10. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. М. : Мир, 1990. 344 с.
11. Сервис сохранения природных ресурсов [Электронный ресурс]. URL: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ZIAN2> (обновление 09.04.2017)
12. Савва В. Г. Интродукция однолетних цветочных растений в Молдавии. Кишинев : Штиинца, 1986. 280 с.
13. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. М. ; Л. : Наука, 1966. 612 с.
14. Тукач С. И. Перспективный ассортимент видов, сортов и сортотипов рода *Zinnia* L. в Предгорной зоне Крыма // Бюллетень Никитского ботанического сада. Ялта, 2015. Вып. 117. С. 66—73.
15. Тулинцев В. Г. Цветоводство с основами селекции и семеноводства. Л. : Стройиздат, Ленингр. отд., 1977. 287 с.
16. Эсау К. Анатомия растений. М. : Мир, 1969. 564 с.
17. Фалькова Т. В. Методические рекомендации по комплексной оценке засухоустойчивости декоративных растений. Ялта : ГНБС, 1985. 40 с.
18. Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. М. : АН СССР, 1956. 304 с.

19. Хохряков А. П. Закономерности эволюции растений. Новосибирск : Наука, 1975. 202 с.  
 20. Шестаченко Г. Н. Интродукция красивоцветущих и декоративнолиственных многолетних растений в Крыму // Труды Государственного Никитского ботанического сада. Ялта, 1985. Т. 97. С. 13—22.  
 21. Kazemi H., Chapman S. R., McNeal F. H. Variation in stomata number in spring wheat cultivars // Cereal Res. Commun. 1978. Vol. 6, N. 4. P. 358—365.

Поступила в редакцию 18.04.2017

**Тукач Светлана Игоревна**, аспирант

Никитский ботанический сад — Национальный научный Центр РАН

Российская Федерация, 298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 12

E-mail: [karpenko-sv@mail.ru](mailto:karpenko-sv@mail.ru)

UDC 582.998:581.5 (477.75)

**S. I. Tukach**

### **Adaptation possibilities of genus *Zinnia* L. to the climatic conditions of a foothill zone of the Crimea**

The article studies the anatomic-morphological and physiological characteristics of the genus *Zinnia* L. in the climatic conditions of a foothill zone of the Crimea. It evaluates the range of adaptive capacity of *Z. violacea* Cav. and its varieties in terms of water scarcity. The author has proved that the stems and leaves of the studied species and varieties of genus *Zinnia* L. have xerophytes features.

**Key words:** *Z. violacea* Cav., genus *Zinnia* L., anatomic-morphological structure, anatomy of the leaf, anatomy of the stem, water scarcity.

**Tukach Svetlana Igorevna**, Postgraduate student

Nikitsky Botanical Garden — National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Russian Federation, 298648, Crimea, Yalta, Nikita, Nikitskiy spusk, 12

E-mail: [karpenko-sv@mail.ru](mailto:karpenko-sv@mail.ru)

#### **References**

1. Antyufeev V. V. *Spravochnik po klimatu stepnogo otdeleniya NBS* [Guide to the climate of the steppe branch of the Nikitsky Botanical Garden]. Yalta, GNBS Publ., 2002. 88 p. (In Russian)
2. Viktorov D. P. *Malyi praktikum po fiziologii* [Small Workshop on Physiology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1983. 151 p. (In Russian)
3. Ena V. G. *Zapovednye landshafty Tavridy* [Protected landscapes of Tauris]. Simferopol', Biznes-Inform Publ., 2004. 424 p. (In Russian)
4. Klimaticheskii atlas Kryma [Climatic Atlas of the Crimea]. *Prilozhenie k nauchno-prakticheskomu diskussionno-analiticheskomu sborniku "Voprosy razvitiya Kryma"* [Appendix to the scientific and practical discussion and analysis "Issues of the development of the Crimea"]. Simferopol', Tavriya-Plyus Publ., 2000. 120 p. (In Russian)
5. Kotsareva N. V. Osobennosti vyrashchivaniya tsinnii [Features of growing zinnia]. *Belgorodskii mir*, 2012, no. 2 (69), pp. 31—32. (In Russian)
6. Levko G. D. *Odnoletnie tsvety* [Annual Flowers]. Moscow, Astrel' Publ., 2001. 144 p. (In Russian)
7. *Mirovoi agroklimaticheskii spravochnik* [World Agro-climatic reference book]. Leningrad, Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1937. 418 p. (In Russian)
8. Maksimov N. A. *Izbrannye raboty po zasukhoustoichivosti i morozostoikosti rastenii. T. 1. Vodnyi rezhim i zasukhoustoichivost' rastenii* [Selected works on drought tolerance and frost resistance of plants. Vol. 1. Water regime and drought tolerance of plants]. Moscow, AN SSSR Publ., 1952. 575 p. (In Russian)
9. Pausheva Z. P. *Praktikum po tsitologii rastenii* [Workshop on plant cytology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 271 p. (In Russian)

10. Reivn P., Evert R., Aikkhorn S. *Sovremennaya botanika* [Contemporary botany]. Moscow, Mir Publ., 1990. 344 p. (In Russian)
11. *Servis sokhraneniya prirodnikh resursov* [Service of conservation of natural resources]. Available at: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ZIAN2> (обновление 09.04.2017) (In Russian)
12. Savva V. G. *Introduktsiya odnoletnikh tsvetochnykh rastenii v Moldavii* [Introduction of annual flower plants in Moldova]. Kishinev, Shtiints Publ., 1986. 280 p. (In Russian)
13. Takhtadzhyan A. L. *Sistema i filogeniya tsvetkovykh rastenii* [System and phylogeny of flowering plants]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1966. 612 p. (In Russian)
14. Tukach S. I. Perspektivnyi assortiment vidov, sortov i sortotipov roda *Zinnia* L. v Predgornoi zone Kryma [A promising assortment of species, varieties and varieties of the genus *Zinnia* L. in the Piedmont Zone of the Crimea]. *Byulleten' Nikitskogo botanicheskogo sada*. Yalta, 2015, is. 117, pp. 66—73. (In Russian)
15. Tulintsev V. G. *Tsvetovodstvo s osnovami selektsii i semenovodstva* [Floriculture with the basics of selection and seed farming]. Leningrad, Stroizdat Publ., 1977. 287 p. (In Russian)
16. Esau K. *Anatomiya rastenii* [Anatomy of plants]. Moscow, Mir Publ., 1969. 564 p. (In Russian)
17. Fal'kova T. V. *Metodicheskie rekomendatsii po kompleksnoi otsenke zasukhoustoichivosti dekorativnykh rastenii* [Methodical recommendations for integrated assessment of drought tolerance of ornamental plants]. Yalta, GNBS Publ., 1985. 40 p. (In Russian)
18. Fedorov A. A. *Atlas po opisatel'noi morfologii vysshikh rastenii. List* [Atlas on descriptive morphology of higher plants. Sheet]. Moscow, AN SSSR Publ., 1956. 304 p. (In Russian)
19. Khokhryakov A. P. *Zakonomernosti evolyutsii rastenii* [Regularities in the evolution of plants]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1975. 202 p. (In Russian)
20. Shestachenko G. N. *Introduktsiya krasivotsvetushchikh i dekorativnolistvennykh mnogoletnikh rastenii v Krymu* [Introduction of beautiful flowering and ornamental perennial plants in the Crimea]. *Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Proceedings of the State Nikitsky Botanical Garden]. Yalta, 1985. Vol. 97, pp. 13—22. (In Russian)
21. Kazemi H., Chapman S. R., McNeal F. H. Variation in stomata number in spring wheat cultivars. *Cereal Res. Commun.*, 1978, vol. 6, no. 4, pp. 358—365.