

УДК 582.918.3:581.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНТОГЕНЕЗОВ ЦИКЛАМЕНОВ *CYCLAMEN COUM* MILL. И *CYCLAMEN KUZNETZOVII* KOTOV ET CZERNOV

М.А. Лучкина

(кафедра геоботаники; e-mail: marlychkina@mail.ru)

До настоящего времени многие вопросы онтогенеза, морфогенеза и систематики растений рода *Cyclamen* остаются малоизученными. Имеющаяся информация о видах, произрастающих в Крыму и на Кавказе, также весьма противоречива. В настоящей работе нами были исследованы популяции *C. coum* в окрестностях г. Майкопа на Кавказе и *C. kuznetzovii* в Крыму, описаны особенности онтогенеза этих двух таксонов и сделаны предварительные выводы касательно их систематического положения.

Ключевые слова: *Cyclamen coum*, *C. kuznetzovii*, онтогенез, возрастные группы.

Род *Cyclamen* является типичным элементом средиземноморской флоры. Его ареал охватывает южную часть Европы, средиземноморское побережье, территорию Северной Африки, Крым, Кавказ, простираясь вплоть до бассейна Каспийского моря.

Все виды рода *Cyclamen* относятся к группе клубневых эфемероидов. Декоративно цветущие, иногда душистые представители данного рода давно привлекали внимание садоводов и уже в начале XVII в. некоторые виды стали выращиваться в европейских садах [1]. Зачастую таксономический анализ проводился на садовых объектах неизвестного географического происхождения и несмотря на большое количество работ, посвященных данному роду, некоторые вопросы остаются до сих пор не выясненными. В настоящей работе нами планировалось изучение онтогенеза двух близкородственных таксонов: кавказского *C. coum* Mill. и описанного для Крыма *C. kuznetzovii* Kotov et Czernov [2].

C. coum имеет достаточно обширный общий ареал, он произрастает в Южной и Юго-Восточной Европе, Средиземноморье и Юго-Западной Азии (Турция), в Сирии и Израиле. В России он встречается в Адыгее и Краснодарском крае [3]. На территории Абхазии в районе Гегского и Бзыбского ущелья, Гагрского хребта он поднимается до верхнего лесного пояса на высоту 1800 м.

В Крыму род *Cyclamen* представлен всего лишь одним видом — *C. kuznetzovii* Kotov et Czernov — и считается редким реликтовым элементом крымской флоры. Ранг крымского таксона до сих пор дискуссионен. Современный систематик рода *Cyclamen* Кленет склонен относить его к *C. coum sensu lato* [4], однако из-за недостатка материала подробного морфологического анализа он не проводил. Как самостоятельный вид крымский таксон был описан в 1957 г. во флоре УРСР [2], до этого он

считался типичным *C. coum* Mill. Так, Ледебур вообще считал, что *C. coum*, с почковидно округлыми листьями, тупыми цельнокрайними долями венчика произрастает только в Крыму [5]. Маршалл Биберштейн также говорит о том, что собирал в Крыму *C. coum* [6], так же как и позднее Стевен [7]. Суммируя все эти данные, Н.И. Кузнецов во флоре Кавказа упоминает крымский вид как типичный *C. coum* Mill. [8], того же мнения придерживалась позднее и Е.Г. Победимова в своих статьях [9]. Во флоре СССР (1952 г.) Е.Г. Победимова указывает *C. coum* и для Кавказа и для Крыма [10]. Однако уже через 30 лет во Флоре европейской части СССР [11] для Крыма указывается *C. kuznetzovii* Kotov et Czernov как редкий эндемичный вид, описанный из Белогорского р-на Крыма, окрестностей с. Русское.

В связи с тем что особенности онтогенеза в определенной степени являются видоспецифичными, нами предпринята попытка сравнить параметры разновозрастных особей интересующих видов цикламенов. С этой целью были проведены исследования популяций *C. kuznetzovii* в окрестностях с. Русское в Крыму и *C. coum* в окрестностях г. Майкопа, Республика Адыгея. Также нами была поставлена задача количественного анализа возрастных состояний каждого из видов, которую мы решили с помощью специальной программы построения классификационных деревьев (Weka версии 3.5.1).

Материалы и методы

Методика исследования была выбрана та, которую использовала Л.И. Воронцова и др. для клубневых эфемероидов, цветущих и вегетирующих весной [12]. Однократные учеты численности проводились на квадратных учетных площадках с площадью 1 м². На каждой такой площадке определяли воз-

растные состояния всех особей исследуемого вида, подразделяя их на проростки (р), ювенильные (j), имматурные (im), виргинильные (v) и генеративные (g) растения. Так как растения рода *Cyclamen* занесены в Красную книгу Краснодарского края и входят в категорию уязвимых видов с сокращающейся численностью [3], то выкапывание растений нами не производилось. Для выявления таких характеристик, как диаметр и высота клубня, мы снимали верхний слой почвы до уровня залегания клубня, производили замеры и закапывали растения после окончания работы на конкретной площадке. Таким образом были описаны 10 площадок *C. kuznetzovii* с 99 особями в окрестностях с. Русское (Крым) и 10 площадок *C. coum* (103 особи) в окрестностях Майкопа (Республика Адыгея). Наблюдения проводились в момент цветения растений в марте 2009 г.

При обработке результатов нами были использованы так называемые деревья решений (Decision Trees), или классификационные деревья. Визуальный анализ классификационных деревьев дает быструю оценку качества разбивки популяции на возрастные группы и позволяет оценить важность признаков, используемых в анализе. В настоящей работе был выбран алгоритм C4.5, основанный на методе построения деревьев решений, впервые предложенный Квинленом (Quinlan, 1993). Мы использовали свободно распространяемый пакет Weka версии 3.5.1 (Witten, Frank, 2005), где алгоритм C4.5 представлен под внутренним обозначением J48.

Результаты и обсуждение

У цикламенов и семядольные листья и листья срединной формации цельные и отличаются лишь по размеру и по степени пигментации, поэтому выделение некоторых возрастных состояний, в особенности ювенильного (j) и имматурного (im), несколько затруднено. Такое возрастное состояние, как сенильное (s), вообще не выделено, так как все встреченные нами старые растения, о возрасте которых можно было судить лишь по большому размеру клубня, обладали листьями и продолжали обильно цвести.

Полученные при исследовании популяции *C. kuznetzovii* признаки возрастных групп приведены в табл. 1.

C. kuznetzovii в стадии проростка характеризуется одной семядолью, $0,6 \times 0,6$ см, на длинном (до 6 см) черешке и зачаточным клубнем. Поверхность семядолей темно-зеленая, пигментация отсутствует. Клубень гипокотильного происхождения, шаровидный, 0,4 см в диаметре, светло-коричневый, не опробковевший или не полностью опробковевший. Тип прорастания семян — надземный.

Ювенильные растения *C. kuznetzovii* по внешним признакам сходны с проростками, отличаются

Таблица 1

Признаки возрастных групп *C. kuznetzovii*

Возрастные группы \ Признаки	р	j	im	v	g
Наличие семядоли	1	—	—	—	—
Число срединных листьев	—	1	1–2	2–3	4
Средняя длина листьев, см	0,6	1,35	2,4	3,37	4,1
Средняя ширина листьев, см	0,67	1,48	2,5	3,6	4,4
Длина : ширина листа	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 1,1
Диаметр клубня, см	0,34	0,65	0,95	1,57	3,6
Высота клубня, см	0,34	0,58	0,66	0,88	1,7
Диаметр : высота клубня	1 : 1	1,1 : 1	1,4 : 1	1,8 : 1	2,1 : 1

от них отсутствием семядоли (сохраняется только ее высохший черешок), наличием единственного овального листа $1,4 \times 1,5$ см, без пигментации. Клубень слегка приплюснутый, в среднем $0,7 \times 0,6$ см, большей частью опробковевший.

Имматурные растения *C. kuznetzovii* характеризуются признаками, переходными от ювенильных растений к взрослым. Они имеют 1 или 2 срединных листьев, размер более крупного $2,4 \times 2,5$ см, поверхность темно-зеленая, местами с белыми пятнами. Корневая система становится более развитой, поверхность клубня полностью опробковевает. Соотношение диаметра к высоте в среднем составляет **1,4 : 1**.

Виргинильные растения *C. kuznetzovii* имеют характерные для данного вида взрослые листья, укороченный побег различной длины и развитую корневую систему. В зависимости от жизненности особи на растении бывает от двух листьев и более. Средний размер листьев $3,4 \times 3,6$ см, верхняя поверхность листовой пластинки темно-зеленая, слегка выпуклая с характерным белым рисунком между жилками, с нижней части лист вишнево-пурпурного цвета. Форма клубня становится характерно приплюсненной, диаметр клубня почти в два раза превышает его высоту, это соотношение составляет **1,8 : 1**. Корни, как и у всех предыдущих возрастных состояний, сосредоточены в базальной части клубня.

Растения *C. kuznetzovii*, перешедшие в генеративное состояние, имеют от двух-трех листьев до 20 и более, средний размер которых несколько превышает размер листьев виргинильных растений ($4,1 \times 4,4$ см), при этом соотношение длины и ширины листьев остается таким же — **1 : 1,1** (см. табл. 1), так же как цвет и характер рисунка. Цветки си-

дят на опушенных короткими волосками цветоножках (15–20 см), возвышающихся над листьями. Чашечка глубоко пятираздельная, с темно-красными жилками, опушена короткими густыми волосками, зубцы чашечки широколанцетные, 4–4,2 мм дл. и 2–2,2 мм шир., наиболее широкие в средней части. Трубка венчика почти шаровидная, 4 мм дл. и 3,5 мм шир., лопасти венчика обратнойцевидные или округлые, 1,2–1,3 см дл. и 1 см шир., повернутые боком к трубке, тупые, окраска розовая, при основании лопастей темно-лиловое пятно, спускающееся в трубку в виде языка, на перегибе лепестков два белых пятнышка. Пыльники ланцетные, заостренные, 4 мм дл., по спинке коричнево-бородавчатые; тычиночные нити короткие, 0,8 мм дл., при основании слабо расширенные; столбик короткий, 4 мм дл., скрыт в зеве цветка. Коробочка шаровидная, раскрывающаяся 5–8 отвернутыми зубчиками.

Процесс принятия решения по разделению особей *C. kuznetzovii* на возрастные состояния проиллюстрирован классификационным деревом на рис. 1.

Все анализируемые особи на верхнем уровне разделились по длине листьев на две группы — на особи с длиной листьев до 1,6 см и растения с длиной листьев больше 1,6 см. Далее опять же по фактору длины листьев первая группа разделилась на проростки ($DL \leq 0,9$) и ювенильные растения ($1,6 > DL > 0,9$). Правая ветвь дерева разделилась по факту ширины листа (Sh) на имматурные растения ($Sh \leq 3$), виргинильные ($3,9 \geq Sh > 3$) и генеративные ($Sh > 3,9$).

Как мы видим, при разделении растений в популяции на возрастные состояния наибольшее значение имеют такие признаки, как длина и ширина листьев. Диаметр и высота клубня имеют второстепенное значение и не используются при построении дерева. При этом процент правильно классифицированных особей составил 98%. Лишь два растения были отнесены алгоритмом не в свою группу, а именно две генеративные особи, малень-

кие листья которых позволили алгоритму отнести их к виргинильным растениям. Однако при построении дерева не учитывался такой признак, как наличие цветов, который является решающим при делении особей на виргинильные и генеративные и по которому эти растения были отнесены нами к генеративным.

Как видно из табл. 2, *C. soum* на стадии проростка имеет семядолю округлой или овальной формы, $0,9 \times 0,8$ см, цельную, темно-зеленого цвета, без пигментации. Черешок длинный, как и черешок проростка *C. kuznetzovii*. Клубень шаровидный, светло-коричневый, неопробковевший или частично опробковевший, $0,3 \times 0,3$ см.

Таблица 2

Признаки возрастных групп *C. soum*

Возрастные группы \ Признаки	p	j	im	v	g
Наличие семядоли	1	—	—	—	—
Число срединных листьев	—	1	1–2	3	4
Средняя длина листьев, см	0,88	1,6	2,3	3,2	4,4
Средняя ширина листьев, см	0,83	1,7	2,5	3,3	4,4
Длина : ширина листа	1:1	1:1,1	1:1,1	1:1	1:1
Диаметр клубня, см	0,28	0,6	0,78	1,4	2,8
Высота клубня, см	0,28	0,5	0,64	0,78	1,4
Диаметр : высота клубня	1:1	1,2:1	1,2:1	1,8:1	2:1

Ювенильные растения *C. soum* характеризуются чуть большей листовой пластинкой по сравнению с *C. kuznetzovii*, в среднем $1,6 \times 1,7$ см, однако соотношение длины к ширине то же **1:1,1**, пигментация может присутствовать, однако в очень слабой форме. Клубень небольших размеров, слегка сплюснутый, $0,6 \times 0,5$ см.

Имматурные растения *C. soum* имеют несколько листьев, размер наиболее крупного составляет в среднем $2,3 \times 2,5$ см, что почти полностью соответствует *C. kuznetzovii* ($2,4 \times 2,5$ см). Листья темно-зеленые с мраморным рисунком между жилками, округлой формы, рассечены на 1/4 часть. Часто имеется небольшой стебель с засохшими черешками листьев. Клубень приплюснутый, в среднем $0,8 \times 0,6$ см. Соотношение диаметра к высоте **1,2:1**.

Виргинильные растения *C. soum* имеют 3–4 развитых листа, округлой формы с мраморным рисунком в виде неправильной звезды. Соотношение длины к ширине листа **1:1**. Клубень приплюснутый, соотношение диаметра к высоте **1,8:1**. Корни сосредоточены в базальной части клубня.

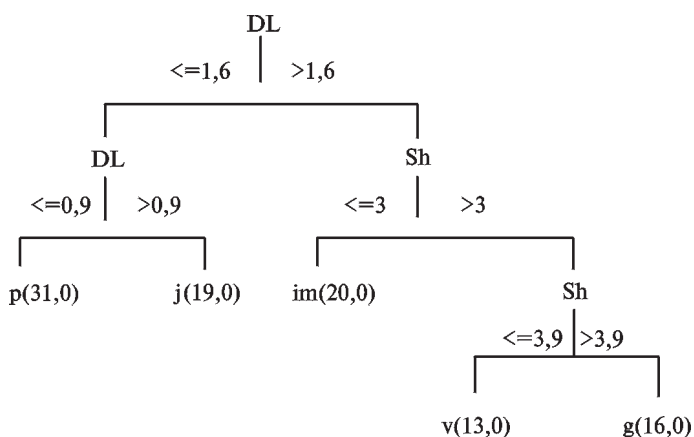


Рис. 1. Классификационное дерево (усеченное) для возрастных состояний *C. kuznetzovii*. DL — длина листьев, см; Sh — ширина листьев, см

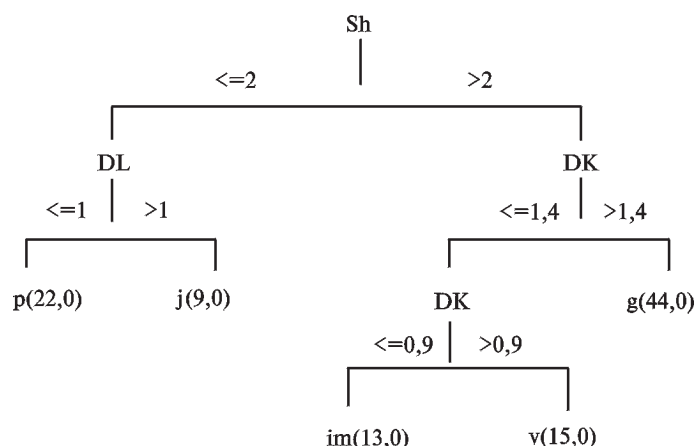


Рис. 2. Классификационное дерево (усеченное) для возрастных состояний *C. soum*. DL — длина листьев, см; Sh — ширина листьев, см; DK — диаметр клубня, см

Генеративные растения *C. soum* обычно имеют 4 и более листьев, по размером превосходящих виргинильные листья, но соотношение длины к ширине остается по-прежнему 1:1, у *C. kuznetzovii* это соотношение составляет 1:1,1. Цветки на длинных густоопушенных цветоножках, возвышающихся над листьями. Чашечка глубоко пятираздельная, опушенная рассеянными волосками, зубцы чашечки ланцетные, наиболее широкие в основании, 4 мм дл. и 2 мм шир. Трубка венчика шаровидная, 4,5 мм дл. и 4 мм шир., лопасти венчика обратнойцевидные, 1,2–1,4 см дл. и 1,1–1,2 см шир., повернутые боком к трубке, розовой или белой окраски, при основании лопастей темно-лиловое пятно, на перегибе лепестков два белых пятнышка. Пыльники ланцетные, слегка заостренные, 4 мм дл., по спинке бородавчатые; тычиночные нити 1 мм дл., при основании слабо расширенные; столбик короткий, скрыт в зеве цветка. Коробочка шаровидная, раскрывающаяся 5–8 отвернутыми зубчиками.

Процесс принятия решения по разделению особей *C. soum* на возрастные состояния проиллюстрирован классификационным деревом на рис. 2.

Как видно из рис. 2, признаками, имеющими наибольшее значение при разделении особей по возрастным состояниям, является ширина листа. Так, все особи с шириной листьев (Sh) меньше или равным 2 см образуют левую ветвь дерева, которая в свою очередь четко делится по длине листьев на проростки ($DL \leq 1$) и ювенильные растения ($DL \geq 1$). Правая ветвь дерева разбивается на группы по признаку диаметра клубня (DK), при этом очень четко отделяются генеративные особи с диаметром клубня больше 1,4 см и иматурные с диаметром меньше или равно 0,9 см, промежуточную группу составляют виргинильные растения ($1,4 > DK > 0,9$). При разделении особей *C. soum* по возрастным состояниям процент правильно классифицированных видов составил также 98%. Опять же два расте-

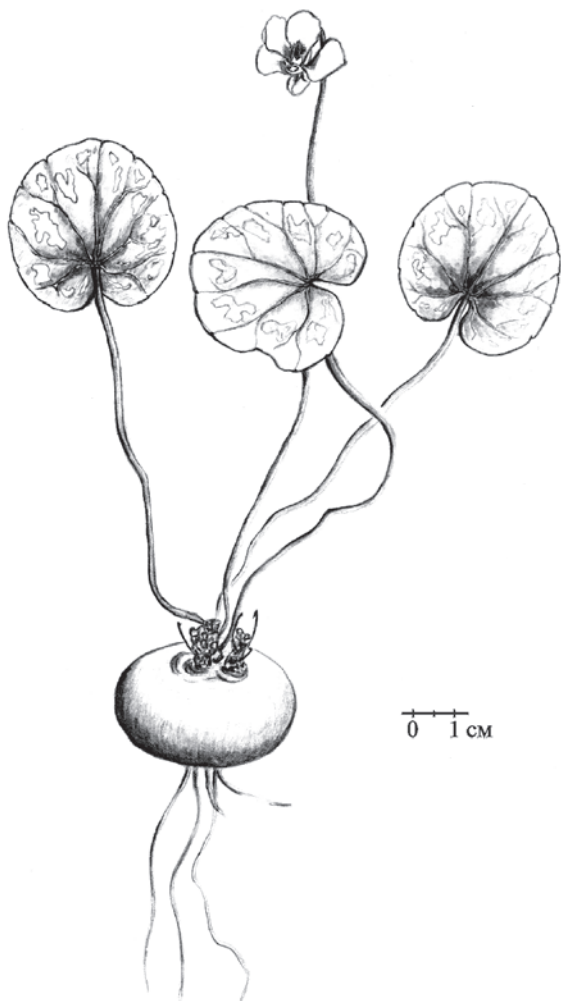
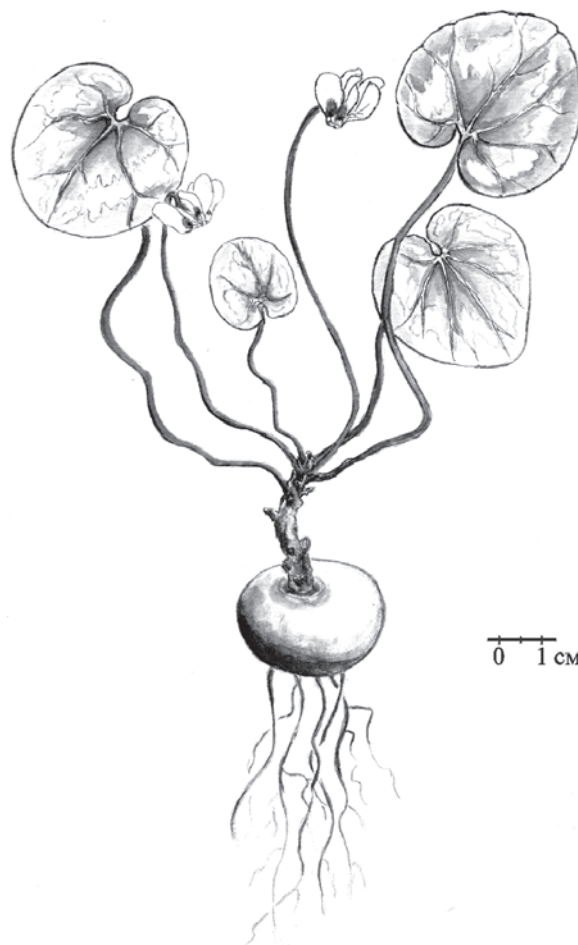
ния были отнесены алгоритмом к генеративному возрастному состоянию из-за достаточно большого диаметра клубней, однако у этих растений не было цветков, поэтому нами они были определены как виргинильные.

Заключение

В настоящей работе в результате анализа особей из популяций *C. soum* и *C. kuznetzovii* были определены для каждого вида диагнозы возрастных групп и общий ход онтогенеза. Для количественного анализа возрастных состояний использовался метод классификационных деревьев, который показал, что особи одного вида внутри популяции достаточно четко разбиваются на возрастные группы. При сравнении возрастных групп *C. soum* и *C. kuznetzovii* наблюдаются некоторые различия в размере листьев и клубней внутри одной группы. Однако из рис. 1 и 2 видно, что модели возрастных состояний (Decision Trees) у этих двух видов имеют схожий рисунок и формируются примерно одинаково, так же как и общие тенденции изменения характеристик растений при движении от проростка к генеративной особи. Это легко проследить по таким безразмерным показателям, как отношение диаметра к высоте клубня и длины листа к ширине. У обоих видов первый из этих показателей с возрастом растения изменяется одинаково, на стадии проростка он составляет 1:1 у обоих видов, у генеративных особей *C. kuznetzovii* он составляет 2:1, а у *C. soum* 2,1:1. Соотношение же длины листа к ширине в ходе онтогенеза почти не изменяется и для обоих видов одинаково — в среднем 1,1:1, таким образом, в ходе всего онтогенеза листья растений остаются округлыми.

По нашим наблюдениям, *C. soum* и *C. kuznetzovii* обладают весьма схожими характеристиками цветка. Изучение живых растений *C. kuznetzovii*, гербарного и спиртового материала не выявило четко характерных признаков, отличающих его от *C. soum sensu lato*. М.И. Котов говорит о более крупных цветках *C. kuznetzovii* как об одном из отличительных признаков выделенного ими вида от *C. soum* Mill. [2]. Мы же в ходе исследований пришли к выводу, что для данных видов характерны лишь небольшие различия в размерах лопастей венчика, длина которых у обоих видов может колебаться от 1,1 до 1,5 см. Так же про клубень *C. kuznetzovii* в первоописании говорится, что он округлый, 2,5–3 см на 2–2,5 см [2]. Полученные нами данные, отображенные в табл. 1, четко показывают, что клубень приплюснутый и соотношение диаметра к высоте 2,1:1.

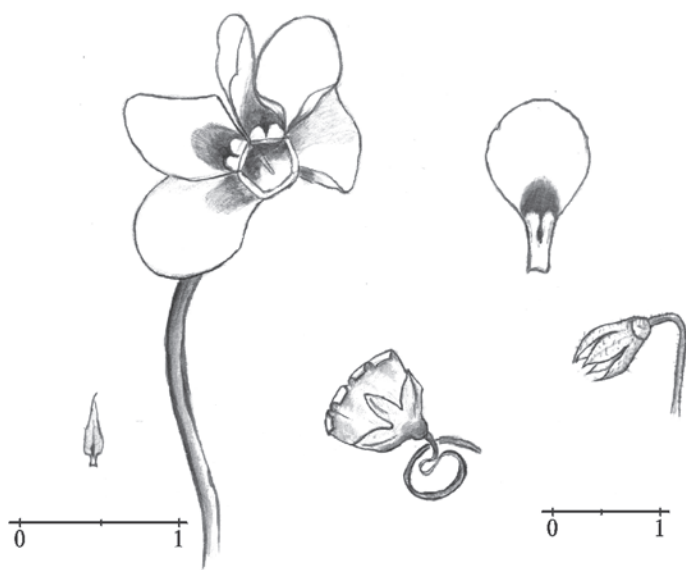
Многие характеристики *C. soum* очень широко варьируют даже в пределах одной области, к ним относятся, например, форма и размер зубцов чашечки. Так, у образцов *C. soum*, собранных нами в

Рис. 3. *C. kuznetzovii* (g)Рис. 4. *C. coum* (g)

окрестностях Майкопа, зубцы чашечки узколанцетные, волнистые по краю, в то время как внутри одной из популяций *C. coum* близ пос. Лазаревское нам встречались экземпляры, у которых зубцы ча-

шечки широколанцетные, заходящие друг на друга, слабоволнистые или ровные.

Таким образом, некоторые имеющиеся биометрические различия между крымским и кавказским таксонами, например в размере и форме чашечки, могут быть отнесены к ряду эколого-географической изменчивости, особенно если взять во внимание распространение *C. coum*, ареал которого широкой лентой охватывает восточное, южное и западное побережье Черного моря и доходит до территории Сирии и Израиля. В настоящее время род *Cyclamen* в данных регионах мало ис-

Рис. 5. Характеристики цветка *C. kuznetzovii*Рис. 6. Характеристики цветка *C. coum*

следован. Поэтому чтобы более точно установить степень полиморфизма *C. coum*, необходимо даль-

нейшее изучение его популяций в разных частях ареала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Grey-Wilson C. The genus *Cyclamen*. Kew; London: The Royal Botanic Gardens, 1988. 144 p.
2. Котов М. И. Диагнозы новых видов растений // Флора УРСР. 1957. Т. VIII. С. 125—128.
3. Литвинская С.А. Цикламен косский // Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / Под ред. С.А. Литвинской. 2-е изд. Краснодар: Дизайн бюро № 1, 2007. С. 157—158.
4. Clennett J.C. An analysis and revision of *Cyclamen* L. with emphasis on subgenus *Gyrophoebe* O. Schwarz. // Bot. J. Lin. Soc. 2002. Vol. 138. P. 473—481.
5. Ledebour // Flora Rossica. III. 1846. P. 23.
6. Marschall Bieberstein Frid. // Flora taurico-caucasica. 1808. I. P. 140.
7. Steven Chr. Verzeichniss der auf taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. 1857. 245 s.
8. Кузнецов Н.И., Буш Н., Фомин А. Gen. 8. *Cyclamen* L. // Материалы для флоры Кавказа / Под ред. Н. Кузнецова. Юрьев: Типография К. Маттисена, 1905. С. 162—170.
9. Победимова Е.Г. К систематике крымско-кавказских цикламенов // Бот. журн. 1948. Т. 33. № 2. С. 220—228.
10. Победимова Е.Г. Род Дряква — *Cyclamen* L. // Флора СССР / Под ред. Б.К. Шишкина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. XVIII. С. 279—290.
11. Флоров Ан.А. 1981. Primulaceae Vent. — Первоцветные // Флора европейской части СССР / Под ред. Ан.А. Флорова. Л., 1981. Т. V. С. 63—87.
12. Воронцова Л.И., Гатиук Л.Е., Егорова И.М. Ценопопуляции растений. М., 1976. 214 с.

Поступила в редакцию
28.09.09

COMPARATIVE ANALYSIS ONTOGENESIS PECULIARITIES *CYCLAMEN COUM* MILL. И *CYCLAMEN KUZNETZOVII* KOTOV ET CZERNOV.

М.А. Luchkina

Even at present a large number of aspects of ontogenesis, morphology and systematization of the *Cyclamen* plants are studied not carefully enough. In this work a research of some *Cyclamen*'s populations (from Maikop in Caucis and from the Crimea) are made and some ontogenesis peculiarities of these two kindred species are described.

Key words: *Cyclamen coum*, *C. kuznetzovii*, ontogenesis peculiarities, systematization.

Сведения об авторе

Лучкина Мария Александровна — аспирантка кафедры геоботаники биологического факультета МГУ. Тел. (499) 701-34-61; e-mail: marlychkina@mail.ru