

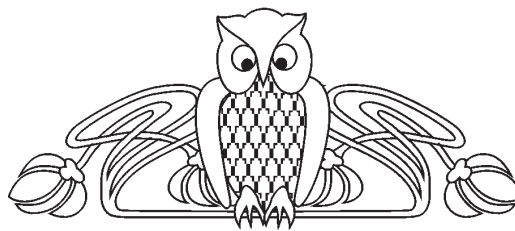


УДК 581.55 + 582.4

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ *CALOPHACA WOLGARICA* (L. fil.) DC. В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Петрова, А. И. Пастухова, И. В. Шилова, А. С. Кашин

Саратовский государственный университет  
УНЦ «Ботанический сад» СГУ  
E-mail: Nasch-1@yandex.ru



Показано, что условия местообитаний сильно влияют на габитус и виталитетное состояние особей *Calophaca wolgarica*. При этом наиболее благоприятные условия для произрастания майкарагана волжского в Волгоградской области складываются на выровненных участках с незасоленной светло-каштановой довольно богатой почвой в кустарниково-злаковых и пырейных сообществах по опушкам лесополос, на которых отсутствует выкос и минимален выпас скота. В наименее благоприятных условиях находятся ценопопуляции на крутых склонах балки восточной и юго-восточной экспозиции на осыпающемся субстрате, представляющем собой фактически материнскую породу, крайне обеднённую питательными веществами и в ненарушенных местах прикрытую сверху солонцеватыми светло-каштановыми почвами. В этом отношении даже большая аридность условий произрастания менее негативно сказывается на состоянии ценопопуляции.

**Ключевые слова:** *Calophaca wolgarica*, ценопопуляция, морфологическая изменчивость, жизнённость, пластичность.

### The Variability of Some Morphological Parameters *Calophaca Wolgarica* in the Populations of the Volgograd Region

N. A. Petrova, A. I. Pastuhova, I. V. Shilova, A. S. Kashin

It is shown that habitat conditions have a strong influence on the shape and vitality of the state of the individual *Calophaca wolgarica*. The most favorable conditions for the growth of *Calophaca wolgarica* in the Volgograd region are aligned sites with non-light-chestnut fairly rich soils in shrub-grass and couch-grass communities on the edges of the belts, on which there is no mowing and minimal grazing. In the least favorable conditions are cenopopulation on steep slopes beams Eastern and South-Eastern exposition on peeling off the substrate, being in fact the parent rock is extremely depleted in nutrients and in undisturbed areas covered with salty light-chestnut soils. In this respect even greater aridity conditions less adversely affects the status of a cenopopulation.

**Key words:** *Calophaca wolgarica*, cenopopulation, morphological variability, vitality, flexibility.

Майкараган волжский (*Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC.) – засухоустойчивый кустарник семейства Fabaceae Lindl., произрастающий на степных участках, склонах и каменистых почвах. Эндемик Юго-Восточной Европы, нуждающийся в полной охране [1]. В Красной книге Российской Федерации вид имеет статус 2а – вид, сокращающийся в численности. Указывается для территории Ставропольского края, Республики Калмыкия, Астрахан-

ской, Волгоградской, Оренбургской, Ростовской, Самарской областей [2]. Единственное указание на сборы *C. wolgarica* на территории Саратовской области к югу от верховьев р. Иловля датируется 1869–1870 гг. [3, 4]. В научной литературе отсутствуют сведения о находках майкарагана волжского в более поздний период и современными сборами произрастание вида в регионе не подтверждается (гербарии SARAT, SARBG). Среди редких и исчезающих растений «Красной книги Саратовской области» [5] данный вид не указан.

Вид, вероятно, исчез в последнее время ещё в целом ряде областей европейской части России. Так, для Ульяновской [6] и Самарской [7–9] областей майкараган волжский указывается как, по-видимому, исчезнувший вид категории EX. В последней уточнённой редакции Красной книги Оренбургской области вид для области также не указан [10], хотя в предыдущем издании указывался [11].

В связи с вышеизложенным представляется чрезвычайно актуальным изучение различных аспектов биологии и экологии данного вида, выявление лимитирующих факторов для его существования и подбор оптимальных территорий для последующей реинтродукции.

При работе с редкими видами растений одним из основных способов получения информации об особенностях их особей в разных локальных популяциях являются морфометрические методы [12].

Исходя из вышеизложенного, целью работы было изучение изменчивости и пластичности некоторых морфологических параметров особей *C. wolgarica* в его естественных ценопопуляциях из ряда районов Волгоградской области и определение оптимальных условий для существования вида.

Под изменчивостью в работе понимается свободное варьирование признаков в пределах одной особи или от особи к особи в границах конкретной популяции или на межпопуляционном уровне. Под пластичностью – обратимые изменения



структур и функций организма при воздействии новых условий обитания. Методом обнаружения пластичности является сопоставление средних значений признаков для растений разных популяций или из разных условий обитания [13].

### Материалы и методы

Исследования проводились в 2013 г. в фазу массового созревания семян в семи ценопопуляциях (ЦП) *C. wolgarica* из 5 районов Волгоградской области (рис. 1).

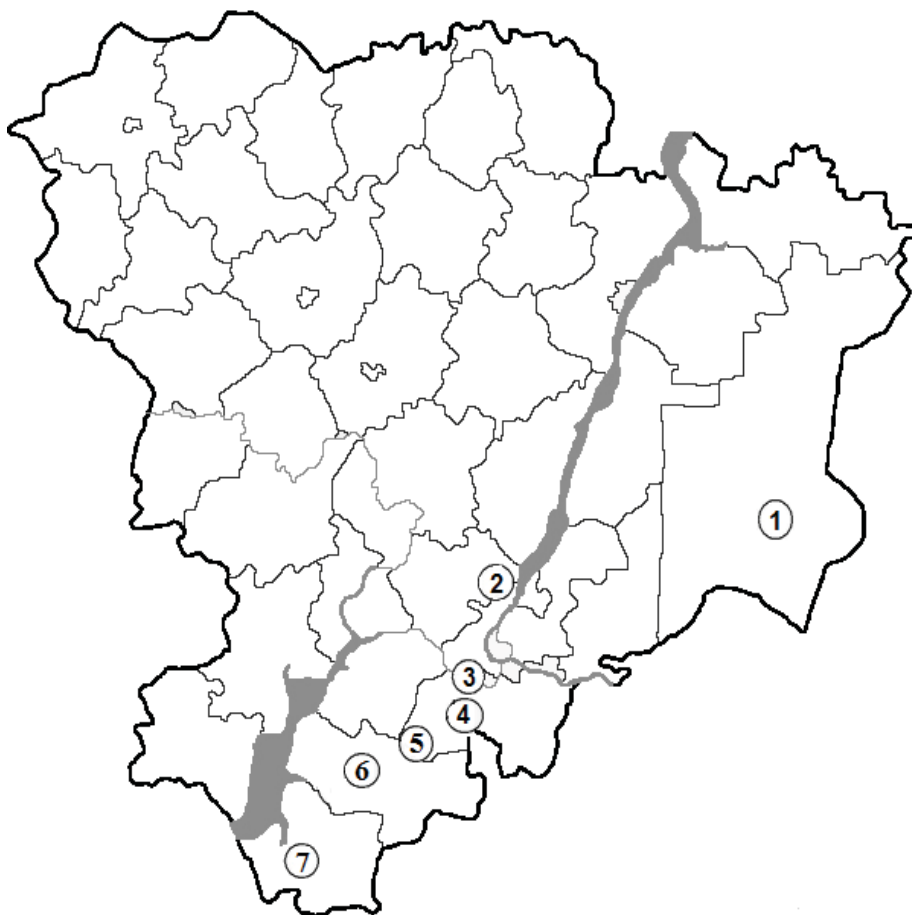


Рис. 1. Районы произрастания исследованных ценопопуляций *C. wolgarica* в Волгоградской области: 1 – Палласовский; 2 – Городищевский; 3, 4 – Светлоярский; 5, 6 – Октябрьский, 7 – Котельниковский

Местонахождение и краткая характеристика исследованных ЦП представлены ниже:

ЦП № 1 (37)\* – произрастает в Палласовском районе в окрестностях озера Булухта. Площадь около 11 га. Участок значительно удалён от населенных пунктов. Редко посещается людьми, выпас скота на нём отсутствует. ЦП произрастает в кустарниково-злаковом сообществе на участке с горизонтальной поверхностью рельефа на светло-каштановой довольно богатой почве. Увлажнение сухостепное, сильно переменное. Кустарниковый ярус представлен исключительно майкараганом волжским. Общее проективное покрытие травостоя составляет 25% (варьирует

от 10 до 50%). Доминируют майкараган волжский, типчак (*Festuca valesiaca* Gaudin), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Общая численность ЦП – около 58 000 особей;

ЦП № 2 (41) – произрастает в окрестностях г. Волгограда полосой шириной около 2–3 м и 50 м длиной между лесопосадками и обочиной автотрассы. Площадь ЦП составляет около 100 м<sup>2</sup>. Почва светло-каштановая, довольно богатая. Увлажнение лугово-степное, умеренно переменное. Отмечена средняя рекреационная нагрузка на ценопопуляцию. Проективное покрытие – менее 50%. Доминируют майкараган волжский, пырей ползучий, мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.) и тысячелистник благород-

\* В скобках дан номер ЦП по полевому журналу.



ный (*Achillea nobilis* L.) Численность ценопопуляции – около 35 особей;

ЦП № 3 (42) – произрастает в Светлоярском районе в окрестностях пос. Прудовый, с западной стороны от автотрассы. Площадь составляет около 3200 м<sup>2</sup>. Участок расположен на горизонтальной поверхности с неглубокими понижениями в рельефе, на светло-каштановых слабо солончаковатых почвах. Увлажнение среднестепное, умеренно переменное. Проективное покрытие кустарниково-злакового сообщества составляет 75–25%. Доминируют майкараган волжский, типчак, пырей ползучий и мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.). Численность майкарагана – около 450 особей;

ЦП № 4 (43) – произрастает в Светлоярском районе в окрестностях пос. Тингута. ЦП находится в отрогах большой балки, тянущейся с запада на восток. Часть ЦП расположена на склоне северной экспозиции и в устье прилегающего с юга отрожка, другой участок – в северном отроге балки, по дну и нижней части восточного и западного склонов. Площадь первого участка 2650 м<sup>2</sup>, площадь второго участка 2800 м<sup>2</sup> (суммарная площадь 5450 м<sup>2</sup>). Сообщество в виде кустарниково-злаковой степи приурочено к светло-каштановым довольно богатым почвам. Увлажнение среднестепное, умеренно переменное. В сообществе доминируют майкараган волжский, спирея зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia* L.), типчак. Травостой неравномерный с проективным покрытием – 25–75 %. Количество особей майкарагана составляет 2200 шт;

ЦП № 5 (45) – произрастает в Октябрьском районе в окрестностях поселка Абганерово на крутом склоне небольшой балки восточной и юго-восточной экспозиции с осыпавшимся субстратом. Площадь ЦП составляет 740 м<sup>2</sup>. Почвы светло-каштановые слабо солончаковатые. Увлажнение сухостепное, сильно переменное. Полынно-кустарниковое сообщество с доминированием майкарагана и полыни сантонинной (*Artemisia santonica* L.) имеет проективное покрытие 25–75%. Здесь произрастает около 900 особей майкарагана;

ЦП № 6 (46) – произрастает в Октябрьском районе в окрестностях пос. Октябрьский между автотрассой и лесополосой. Площадь, занимаемая майкараганом, 340 м<sup>2</sup>. Почвы светло-каштановые. Увлажнение среднестепное, умеренно переменное. Проективное покрытие злаково-кустарникового сообщества – около 50%. Доминируют майкараган, типчак, житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum* (L.) P. Beauv.). Численность ЦП – 88 растений;

ЦП № 7 (48) – произрастает в Котельниковском районе в окрестностях хут. Захаров на крутых, но неосыпающихся склонах в устье балки, открывающейся к р. Аксай. Склоны имеют северозападно-западную и юго-западную экспозиции. Площадь ценопопуляции – 1000 м<sup>2</sup>. Почвы светло-каштановые. Увлажнение сухостепное, умеренно переменное. Здесь отмечены скотопробные тропы, норы животных. Кустарниково-злаковое сообщество с доминированием типчака и майкарагана имеет проективное покрытие несколько выше 50%. Численность майкарагана – 150 особей.

У взрослых генеративных особей ( $g_2$ ) измеряли 14 морфометрических параметров: высота растения ( $h$ ), диаметр куста ( $d$ ), количество побегов ( $N_G$ ), количество боковых побегов первого порядка ( $B_1$ ), длина побега ( $L_G$ ), длина бокового побега первого порядка ( $L_{B1}$ ), количество листьев на основном побеге ( $N_L$ ), количество листочков сложного листа ( $N_1$ ), длина листа ( $L_L$ ), длина листочка ( $L_1$ ), ширина листа ( $Wh_L$ ), ширина листочка ( $Wh_1$ ), длина плода ( $L_{Fr}$ ), ширина плода ( $Wh_{Fr}$ ) (таблица). Символика обозначений параметров является общепринятой [12–14]. В связи с редкостью растений проводился прижизненный учет, исключая уничтожение растений и отдельных органов [12, 15]. Для каждого параметра определялось среднее арифметическое ( $\bar{x}$ ), ошибка среднего арифметического ( $S_{\bar{x}}$ ), среднее квадратичное отклонение ( $\delta$ ), лимиты (максимум и минимум), коэффициент вариации ( $V, \%$ ). Для определения достоверности различий средних значений использовали не чувствительный к форме распределения выборки  $U$ -критерий Манна–Уитни [16]. Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Office Excel, STATISTICA 6.0.

На основе полученных средних значений были составлены радиальные диаграммы – морфодиаграммы [12, 13] (рис. 2). Они позволяют визуально сопоставить сходство и различия морфологической структуры особей из разных локальных ЦП. Для этого диапазон значений каждого признака организма разбивался на пять классов с одинаковым объемом в линейной шкале. Затем каждому классу присваивался балл. Наименьший балл соответствовал худшему состоянию организма [17]. Перевод значений признаков в шкалу баллов проведен по методике Г. Н. Зайцева [18].

Кластерный анализ проводили с учетом средних величин изученных морфологических параметров особей методом полной связи.

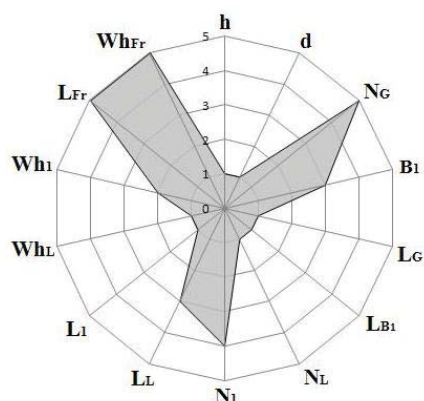


Морфометрические параметры взрослых генеративных особей (*g*<sub>2</sub>) *Salortana wolgarica* в 2013 г.

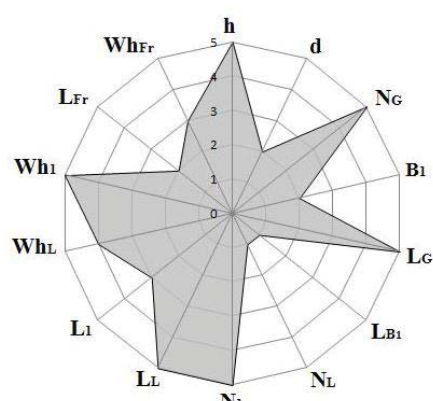
Морфометрический параметр, ед. изм.	Номер ценопопуляции										Ip
	№ 1 (37) (n=8)	№ 2 (41) (n=19)	№ 3 (42) (n=10)	№ 4 (43) (n=10)	№ 5 (45) (n=9)	№ 6 (46) (n=7)	№ 7 (48) (n=11)				
<i>h</i> , см	<u>23.38±1.56</u> 18.85	<u>59.42±1.78</u> 13.03	<u>55.20±6.55</u> 37.53	<u>42.10±2.77</u> 20.81	<u>36.33±2.17</u> 17.94	<u>50.57±3.32</u> 17.38	<u>32.41±3.39</u> 34.71	<b>0.60</b>			
<i>d</i> , см	<u>88.75±3.55</u> 11.33	<u>99.0±6.29</u> 27.69	<u>104.30±6.98</u> 21.17	<u>98.30±6.07</u> 19.53	<u>87.22±8.25</u> 28.36	<u>130.14±7.73</u> 15.71	<u>117.09±10.95</u> 31.02	<b>0.33</b>			
<i>N<sub>G</sub></i> , шт.	<u>38.50±3.32</u> 24.41	<u>44.53±4.47</u> 43.80	<u>25.70±5.31</u> 65.39	<u>22.40±8.47</u> 82.03	<u>11.89±1.88</u> 47.48	<u>26.71±3.02</u> 29.92	<u>26.73±5.28</u> 65.47	<b>0.73</b>			
<i>B</i> <sub>1</sub> , шт.	<u>14.50±2.15</u> 42.03	<u>13.00±0.89</u> 29.68	<u>9.40±0.92</u> 31.00	<u>21.60±6.68</u> 97.73	<u>9.78±0.64</u> 19.66	<u>12.86±1.10</u> 22.64	<u>10.73±1.14</u> 35.40	<b>0.56</b>			
<i>L<sub>G</sub></i> , см	<u>33.00±4.32</u> 37.04	<u>58.37±2.37</u> 17.68	<u>53.10±4.18</u> 24.88	<u>50.10±5.81</u> 36.70	<u>41.78±2.28</u> 16.40	<u>60.00±4.62</u> 20.39	<u>50.82±2.85</u> 18.62	<b>0.45</b>			
<i>L<sub>B1</sub></i> , см	<u>7.79±2.42</u> 82.31	<u>3.92±0.62</u> 69.36	<u>14.60±1.55</u> 33.59	<u>16.10±2.73</u> 53.55	<u>19.22±6.01</u> 93.79	<u>25.43±2.91</u> 30.28	<u>16.82±2.23</u> 44.00	<b>0.84</b>			
<i>N<sub>L</sub></i> , шт.	<u>77.80±11.22</u> 40.74	<u>64.26±6.25</u> 42.36	<u>74.30±10.64</u> 45.27	<u>124.20±14.79</u> 37.66	<u>86.22±16.83</u> 58.54	<u>136.57±12.93</u> 25.05	<u>112.36±12.97</u> 38.27	<b>0.53</b>			
<i>N<sub>P</sub></i> , шт.	<u>16.13±0.58</u> 10.18	<u>18.33±0.62</u> 11.71	<u>12.00±0.75</u> 19.64	<u>13.60±0.73</u> 17.05	<u>15.00±1.00</u> 20.00	<u>13.29±0.92</u> 18.29	<u>13.55±0.67</u> 16.30	<b>0.34</b>			
<i>L<sub>L</sub></i> , см	<u>5.69±0.65</u> 32.08	<u>6.63±0.29</u> 19.25	<u>6.51±0.31</u> 15.2	<u>4.86±0.33</u> 21.32	<u>5.36±0.24</u> 13.57	<u>5.11±0.81</u> 12.23	<u>4.87±0.31</u> 20.77	<b>0.27</b>			
<i>L<sub>P</sub></i> , см	<u>0.81±0.04</u> 12,20	<u>1.14±0.04</u> 16.90	<u>1.36±0.09</u> 21.98	<u>1.01±0.07</u> 22.06	<u>1.02±0.07</u> 19.43	<u>1.01±0.15</u> 38.37	<u>0.96±0.12</u> 42.09	0.40			
<i>W<sub>L</sub></i> , см	<u>2.00±0.16</u> 4.96	<u>2.34±0.09</u> 16.59	<u>2.50±0.14</u> 17.18	<u>1.89±0.24</u> 29.14	<u>2.11±0.09</u> 12.85	<u>2.06±0.20</u> 26.31	<u>2.04±0.18</u> 28.91	<b>0.24</b>			
<i>W<sub>P</sub></i> , см	<u>0.63±0.04</u> 18.64	<u>0.72±0.04</u> 21.47	<u>0.75±0.05</u> 20.12	<u>0.63±0.04</u> 21.23	<u>0.67±0.04</u> 18.37	<u>0.64±0.05</u> 19.79	<u>0.59±0.03</u> 19.23	<b>0.21</b>			
<i>L<sub>Fr</sub></i> , см	<u>3.61±0.09</u> 6.69	<u>2.80±0.09</u> 15.02	<u>3.12±0.21</u> 21.2	<u>2.83±0.12</u> 13.12	<u>2.54±0.11</u> 11.90	<u>2.78±0.21</u> 15.39	<u>2.82±0.08</u> 10.49	<b>0.30</b>			
<i>W<sub>Fr</sub></i> , см	<u>0.74±0.03</u> 10.09	<u>0.62±0.04</u> 25.80	<u>0.74±0.03</u> 14.53	<u>0.66±0.02</u> 10.59	<u>0.50±0.04</u> 23.09	<u>0.55±0.03</u> 10.50	<u>0.57±0.02</u> 15.41	<b>0.32</b>			
<i>I<sub>VC</sub></i>	<b>0.93</b>	<b>1.05</b>	<b>1.04</b>	<b>1.02</b>	<b>0.89</b>	<b>1.09</b>	<b>0.95</b>				

Примечание. В каждой ячейке над чертой среднее значение и ошибка среднего, под чертой значение коэффициента вариации (%). *h* – высота растения, *d* – диаметр куста, *N<sub>G</sub>* – количество побегов, *B*<sub>1</sub> – количество боковых побегов первого порядка, *L<sub>G</sub>* – длина побега, *L<sub>B1</sub>* – длина бокового побега первого порядка, *N<sub>L</sub>* – количество листьев на основном побеге, *N<sub>P</sub>* – количество листочков сложного листа, *L<sub>L</sub>* – длина листа, *L<sub>P</sub>* – длина листочка, *W<sub>L</sub>* – ширина листа, *W<sub>P</sub>* – ширина листочка, *L<sub>Fr</sub>* – длина плода, *W<sub>Fr</sub>* – ширина плода. *I<sub>VC</sub>* – индекс витальитета ценопопуляции; *Ip* – индекс фитогенотипической пластичности.

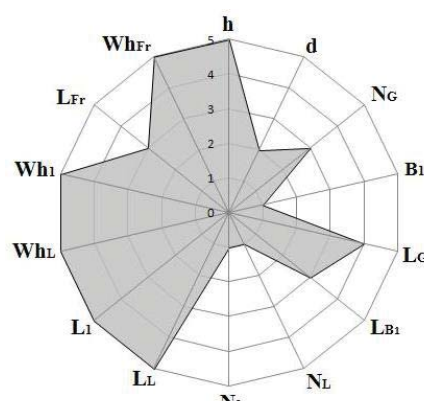




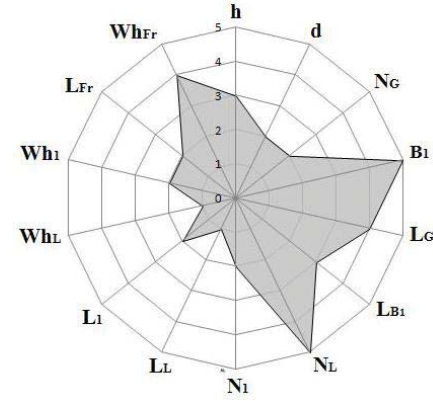
1



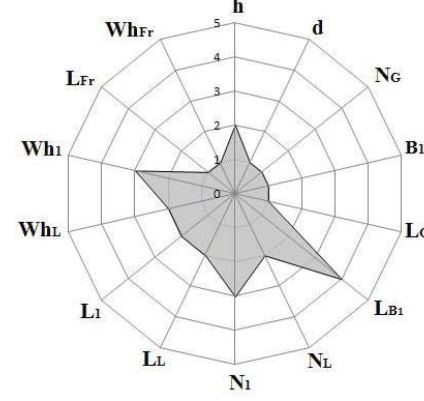
2



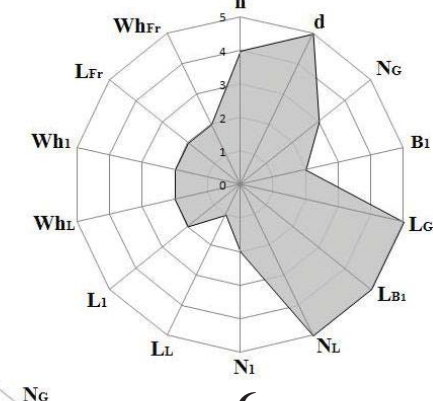
3



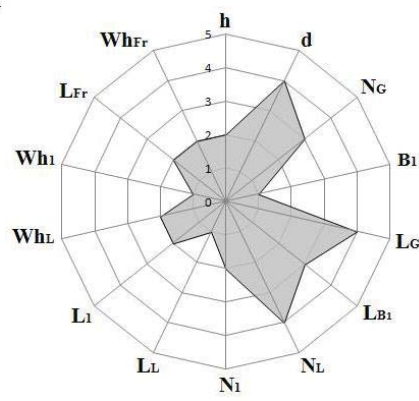
4



5



6



7

Рис. 2. Морфологические параметры *Calophaca wolgarica* (в баллах). Обозначения см. рис. 1 и таблицу



Считается, что наиболее универсальной мерой изменчивости служит коэффициент вариации [13]:

$$V = (\delta/x) 100,$$

где  $x$  – среднее значение параметра,  $\delta$  – его дисперсия.

Поэтому уровень изменчивости признаков оценивали именно величиной коэффициента вариации: коэффициент вариации меньше 7% – изменчивость признака очень низкая, 7–12% – низкая, 13–20% – средняя, 21–40% – высокая, больше 40% – очень высокая [19].

Для оценки пластичности использовали индекс фитоценотической пластичности ( $I_p$ ), под которым понимается отношение амплитуды пластичности к коэффициенту свободного развития [12]:

$$I_p = (A-B)/A,$$

где  $A$  – максимальное среднее значение признака; положение точки отражает значение морфологического параметра при полном исключении действия фактора (если он неблагоприятен) или при уровне его оптимума (если он благоприятен).  $B$  – минимальное среднее значение признака. Интервал  $AB$  определяет амплитуду фитоценотической или экологической пластичности параметра. Значения индекса фитоценотической пластичности лежат в интервале от 0 до 1. Чем ближе к 1 значение индекса, тем выше уровень пластичности рассматриваемого признака.

Так как экологическому оптимуму соответствуют процветающие ЦП, то для характеристики их жизненности использовали индекс виталитета ( $IVC$ ) [20]:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где  $X_i^1$  – значение  $i$ -го признака в ценопопуляции,  $X_i^2$  – среднее значение  $i$ -го признака для всех ценопопуляций,  $N$  – число признаков.

Степень морфологической целостности особей, или структурная морфологическая интеграция [21], оценивалась по коэффициенту детерминации  $R_m^2$  [22]. Известно, что у растений, в отличие от животных, сравнительно мало сильных корреляционных связей [23], в связи с чем и значения  $R_m^2$  у них тоже более низкие [22].

Согласованная изменчивость признаков определялась по значениям коэффициента детерминации  $R_{ch}^2$  – квадрату коэффициента корреляции  $r^2$ , усредненного по отдельным признакам [22].

Характер изменчивости признаков в зависимости от условий окружающей среды устанавли-

вался по методике Н. С. Ростовской [22], которая показывает, что существуют определенные закономерности варьирования морфологических признаков в зависимости от условий среды. Это позволяет использовать их в качестве системных индикаторов, объединяя в группы по особенностям общей и согласованной изменчивости. По автору выделяется четыре группы системных индикаторов: 1) эколого-биологические – отражающие согласованную изменчивость особей в неоднородной среде; 2) биологические индикаторы – «ключевые» показатели, изменения которых определяют общее состояние системы; 3) генотипические (таксономические) индикаторы; 4) экологические индикаторы, изменения которых слабо согласованы с общей системой организма.

### Результаты и их обсуждение

При сравнении индексов виталитета ЦП ( $IVC$ ) (см. таблицу) очевидно, что в наиболее благоприятных условиях в порядке снижения жизненности находятся ЦП № 6, 2, 3 и 4, характеризующиеся величиной  $IVC$  выше 1. Первые три из них произрастают вдоль автотрассы Камышин – Котельниково по опушкам прилегающих к дороге лесополос в относительно сходных условиях (участки с относительно горизонтальной поверхностью, почва светло-каштановая, довольно богатая, увлажнение лугово-степное или средне-степное, умеренно переменное, проективное покрытие в сообществе – до 50%). Последняя из указанных ЦП № 4 произрастает по пологим склонам неглубокой балки с близкими к предыдущим ЦП прочими условиями. Вышеперечисленным ЦП по жизненности несколько уступают ЦП № 7 и 1. Они произрастают в наиболее аридных условиях степного Заволжья (ЦП № 1) или юга Правобережья Волгоградской области (ЦП № 4) с относительно близкими к вышеуказанным ЦП остальными параметрами. Наименее благоприятными условиями произрастания характеризуется ЦП № 5, имеющая минимальный индекс виталитета (довольно крутой склон с каштановыми солонцеватыми почвами с осыпающимся субстратом без древесной растительности вблизи). Фактически ЦП произрастает на осыпающейся материнской породе.

Таким образом, судя по виталитетному состоянию исследуемых ЦП, наиболее благоприятные условия для произрастания майкарагана в Волгоградской области складываются на выровненных участках с незасоленной светло-каштановой довольно богатой почвой в кустарниково-злаковых и пырейных сообществах по



опушкам лесополос, на которых отсутствует выкос и минимален выпас скота. В наименее благоприятных условиях находятся ЦП на крутых склонах балки восточной и юго-восточной экспозиции на осыпающемся субстрате, представляющем собой фактически материнскую породу, крайне обеднённую питательными веществами и в ненарушенных местах прикрытую сверху солонцеватыми светло-каштановыми почвами. В этом отношении даже большая аридность условий произрастания менее негативно сказывается на состоянии ЦП. Ряд исследованных ЦП по градиенту ухудшения условий обитания (экоклин) может быть представлен следующим образом:

ЦП № 6 (46) → ЦП № 2 (41) → ЦП № 3 (42) →  
→ ЦП № 4 (43) → ЦП № 7 (48) →  
→ ЦП № 1 (37) → ЦП № 5 (45).

При сравнении средних значений изученных морфометрических параметров (см. таблицу) выявилось в основном сходное расположение ЦП по градиенту. Так, по числу параметров с максимальными средними значениями выделялись ЦП № 6, 2 и 3 (по четыре параметра с максимальными средними значениями в каждой). При этом ЦП № 6 не характеризовалась ни одним параметром с минимальными средними значениями, в то время как в ЦП № 2 и 3 имели место по два параметра с минимальными средними значениями. В ЦП № 4 имели место один параметр с максимальным средним значением и два параме-

тра с минимальными средними значениями. В ЦП № 1 было два параметра с максимальными средними значениями и три – с минимальными средними значениями. В ЦП № 7 и 5 не было ни одного параметра с максимальными средними значениями. Однако на ЦП № 7 приходился один, а на ЦП № 5 – четыре параметра с минимальными средними значениями.

Таким образом, по градиенту числа параметров с максимальными и минимальными средними значениями ЦП выстраиваются в ряд:

ЦП № 6 (46) → ЦП № 2 (41) → ЦП № 3 (42) →  
→ ЦП № 4 (43) → ЦП № 1 (37) →  
→ ЦП № 7 (48) → ЦП № 5 (45),

т.е. в ряд, в основном совпадающий с рядом исследованных ЦП по градиенту ухудшения условий обитания (с экоклином).

Однако кластерный анализ по средним значениям морфологических признаков особей выявил две группы ЦП, не в полной мере совпадающие с расположением их в ряду экоклина (рис. 3). В первую группу вошли три ЦП (№ 7 (48), 4 (43) и 6 (46), особи которых отличались большим количеством листьев на побеге и более длинными побегами первого порядка, но при этом меньшей длиной листа, а особи из ЦП № 46 и 48, кроме того, отличались максимальным диаметром куста. Во вторую группу вошли четыре оставшиеся ЦП, особи которых имели большую длину листа, но при этом меньшее количество листьев на генеративном побеге.

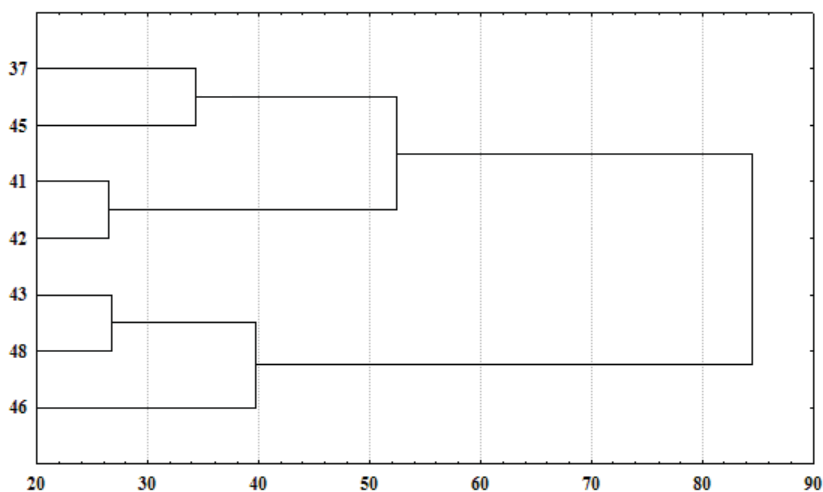


Рис. 3. Группы сходства исследованных ЦП *Calophaca wolgarica* по средним значениям морфологических признаков особей: по оси абсцисс – расстояние объединения, по оси ординат – номера ценопопуляций

В исследованных ЦП из всех проанализированных параметров максимальное различие средних значений было отмечено для длины

бокового побега первого порядка (в 6.5 раз). Этот параметр наиболее сильно зависит от количества осадков в текущем вегетационном



сезоне и характеризует годовой прирост. Средние значения количества побегов различались в 3.7 раза. Несколько меньшим было различие между средними значениями у таких параметров, как высота растения, количество боковых побегов и количество листьев (в 2.5–2.1 раза). У всех остальных параметров различия средних были не столь значительными (в 1.3–1.8 раза).

Максимальная высота растений имела место в ЦП № 2 (41), где растения приурочены к лесополосе, частично затеняющей их, а минимальная в ЦП № 1(37) из Левобережья Волгоградской области, где растения произрастают на выровненном открытом участке сухой степи. Диаметр куста был максимальным у растений ЦП № 6 (46) из окр. пос. Октябрьский, а минимальным – у растений ЦП № 5(45) из окр. пос. Абганерово, произрастающей на крутом осыпающемся склоне. Для этой популяции характерно также минимальное количество побегов и минимальные размеры плодов. Максимальное количество побегов отмечено в ЦП № 2 (41) из окр. г. Волгограда.

Как видно из рис. 2, минимальное развитие особей майкарагана по большинству исследованных параметров было характерно также для ЦП № 5, 7 и 1.

Наиболее изменчивыми признаками, по сравнению с остальными, оказались: количество побегов куста ( $V = 24.41–82.03\%$ ), количество боковых побегов ( $V = 22.64–97.73\%$ ), длина боковых побегов ( $V = 30.28–93.79\%$ ) и количество листьев на основных побегах ( $V = 25.05–58.54\%$ ). Уровень изменчивости данных признаков высокий и очень высокий (см. таблицу).

Уровень изменчивости от среднего до высокого имели такие признаки, как высота растений ( $V = 13.03–37.53\%$ ), диаметр куста

( $V = 11.33–31.02\%$ ), длина побегов ( $V = 16.4–37.04\%$ ), длина листа ( $V = 12.23–32.08\%$ ) и ширина листочка ( $V = 18.37–21.47\%$ ).

Параметр ширины листа ( $V = 4.96–29.14\%$ ) имел уровень изменчивости от очень низкого до высокого, а параметр длины листочка сложного листа ( $V = 12.20–42.09\%$ ) – от среднего до очень высокого.

Наибольшей стабильностью отличался признак «количество листочков в составе сложного листа». Коэффициент вариации этого признака составил 10.18–20.00%, что соответствует низкому и среднему уровню изменчивости.

Коэффициент вариации длины плодов ( $V = 6.69–21.20\%$ ) и ширины плодов ( $V = 10.09–25.80\%$ ) соответствовал уровню изменчивости от низкого до высокого.

Результаты исследования структуры изменчивости морфологических параметров майкарагана волжского представлены на рис. 4. Все рассмотренные признаки подразделяются на три группы. К группе экологических системных индикаторов отнесены количество основных побегов ( $N_G$ ) и количество боковых побегов первого порядка ( $B_1$ ). К группе эколого-биологических системных индикаторов отнесены длина бокового побега первого порядка ( $L_{B1}$ ) и количество листьев ( $N_L$ ). Остальные исследованные параметры мало изменчивы, детерминированы и занимают промежуточное положение между генотипическими и биологическими индикаторами. Таким образом, при дальнейшей оценке влияния окружающей среды на развитие особей майкарагана в первую очередь следует учитывать количество основных побегов, длину и количество боковых побегов первого порядка, а также количество листьев на побеге.

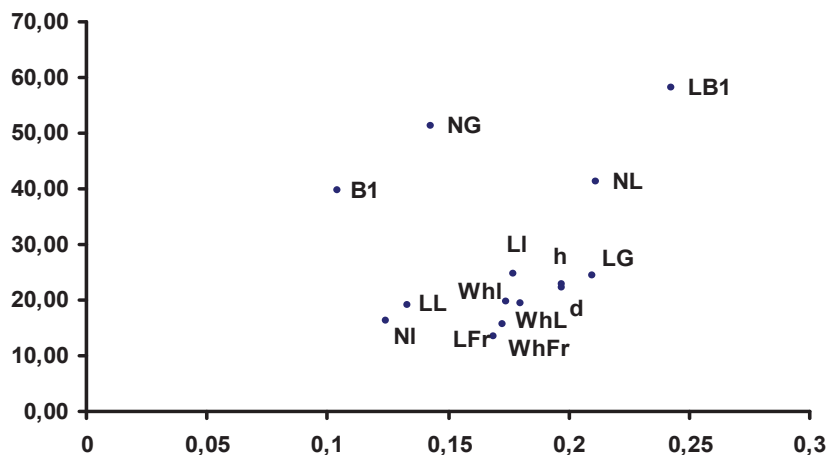


Рис. 4. Структура изменчивости морфологических признаков *Calophaca wolgarica*. По оси ординат – коэффициент вариации ( $V$ , %), по оси абсцисс – квадрат коэффициента корреляции  $r^2$ , усредненный по отдельным признакам ( $R^2_{ch}$ )





Из результата анализа пластичности (рис. 5, см. таблицу) видно, что наиболее пластичными у *C. wolgarica* являются такие признаки, как длина бокового побега первого порядка и количество побегов ( $I_p$  составил 0.84 и 0.73 соответственно). Менее пластичными оказались

высота растения, количество листьев и боковых побегов, а также длина основного побега. У остальных параметров коэффициент пластичности был незначительным – 0.34–0.21. Наименее пластичными оказались размеры листа – (0.27 и 0.24).

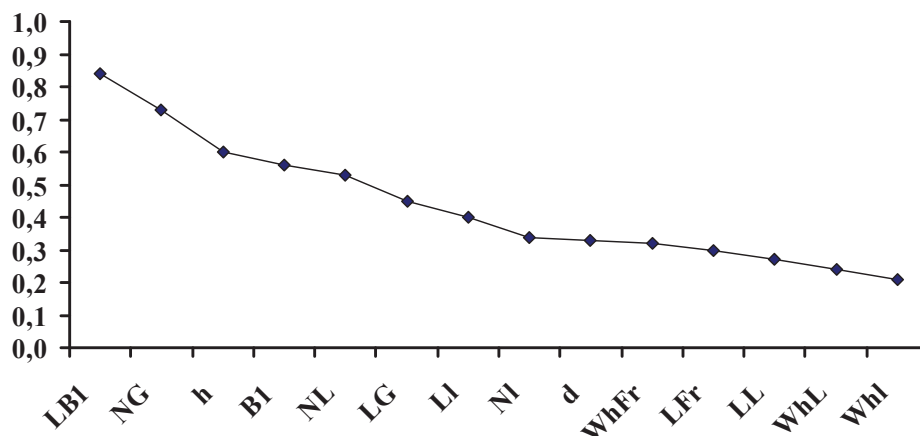


Рис. 5. Профили фитоценотической пластичности морфометрических параметров *Calophaca wolgarica*. По оси ординат – коэффициент пластичности ( $I_p$ ), по оси абсцисс – морфологические признаки. Обозначения см. таблицу

### Заключение

Из проведенного анализа следует, что условия местообитаний сильно влияют на габитус и виталитетное состояние особей *C. wolgarica*. При этом наиболее благоприятные условия для произрастания майкарагана волжского в Волгоградской области складываются на выровненных участках с незасоленной светло-каштановой довольно богатой почвой в кустарниково-злаковых и пырейных сообществах по опушкам лесополос, на которых отсутствует выкос и минимален выпас скота. В наименее благоприятных условиях находятся ЦП на крутых склонах балки восточной и юго-восточной экспозиции на осыпающемся субстрате, представляющем собой фактически материнскую породу, крайне обедненную питательными веществами и в ненарушенных местах прикрытую сверху солонцеватыми светло-каштановыми почвами. В этом отношении даже большая аридность условий произрастания менее негативно сказывается на состоянии ЦП.

Близость автотрасс не сказывается негативно на жизнестойкости растений. Лимитирующими факторами, негативно сказывающимися на состоянии растений в ЦП этого вида, вероятно, выступают сильная степень выпаса скота и периодичность выкоса. Опушковое по отношению к древесной растительности расположение растений вида, вероятно, напротив, благоприятно сказывается на их состоянии. Разрушенные

осыпающиеся бедные солонцеватые почвы на крутых склонах – худший субстрат для их произрастания.

### Список литературы

1. Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / под ред. акад. А. Л. Тахтаджяна. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. 264 с.
2. Камелин Р. В., Федяева В. В. Майкараган волжский – *Calophaca wolgarica* (L. fil.) Fisch. ex DC. // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. С. 225–226.
3. Баум О. О. Отчёт о ботанических исследованиях на правом берегу Волги между Казанью и Сарептой // Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. 1869 – 1870 гг. Казань, 1870. С. 65–73.
4. Борисова А. Г. Род *Calophaca* Fisch. – Майкараган // Флора Юго-Востока европейской части СССР. Вып. 5. М. ; Л. : Гос. изд-во с.-х. и колх.-коопер. лит-ры, 1931. С. 585.
5. Красная книга Саратовской области : Грибы, лишайники, растения, животные. Саратов : Изд-во Торг. пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
6. Масленников А. В. *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC. – Майкараган волжский // Красная книга Ульяновской области (растения) : в 2 т. Ульяновск : Артишок, 2008. С. 203–204.
7. Сосудистые растения Самарской области : учеб. пособие / под ред. А. А. Устиновой, Н. С. Ильиной. Самара : ООО «ИПК Содружество», 2007. 400 с.



8. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, грибов лишайников. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2007. 327 с.
9. Ильина В. Н. Флора Бобовых южных районов Самарской области // Фиторазнообразии Восточной Европы. Тольятти : Ин-т экологии Волж. бас. РАН, 2008. № 5. С. 131–137.
10. Постановление Правительства Оренбургской области от 26.01.2012 № 67-п «О Красной книге Оренбургской области» (вместе с «Положением о Красной книге Оренбургской области», «Перечнем (списком) видов живых организмов, занесенных в Красную книгу Оренбургской области (по состоянию на 01.12.2011)») // Оренбуржье. 2012. № 17. 2 февр.
11. Красная книга Оренбургской области. Животные и растения / ред. Л. Г. Евдокимова, Е. Г. Байдакова. Оренбург : Оренбург. кн. изд-во, 1998. 176 с.
12. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений : теоретические основы и методика изучения. Сумы : Универ. Кн., 2013. 439 с.
13. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.
14. Пархоменко В. М., Кашин А. С. Состояние ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. в Саратовской области : Изменчивость морфометрических признаков и стратегия выживания // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47, вып. 4. С. 1–18.
15. Правила сбора редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений (для ботанических садов) / Комиссия по охране растений Совета бот. садов СССР // Бюл. Гл. бот. сада. 1981. Вып. 119. С. 94–96.
16. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М. : Практика, 1999. 459 с.
17. Заугольнова Л. Б., Денисова Л. В., Никитина С. В. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1993. Т. 98, вып. 5. С. 100–108.
18. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений. М. : Наука, 1983. 216 с.
19. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 283 с.
20. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживаемости травянистых растений // Методы популяционной биологии : материалы докладов VII Всерос. популяц. семинара (Сыктывкар, 16–18 февр. 2004 г.) : в 2 ч. Ч. 2. Сыктывкар, 2004. С. 113–120.
21. Злобин Ю. А. Структурная интеграция особей растений // Nauka: teoria i praktika. 2007. № 4. S. 37–41.
22. Ростова Н. С. Корреляции : структура и изменчивость. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. 308 с.
23. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

УДК 597-15

## ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ В ИРИКЛИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПО УРОЖАЙНОСТИ ИХ МОЛОДИ

В. П. Ермолин, И. А. Белянин, Д. Ю. Тюлин

Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»  
E-mail: gosniorh@mail.ru

Исследованы условия воспроизводства промысловых рыб Ириклинского водохранилища. Наблюдается существенная разница в условиях воспроизводства отдельных видов. Имеются весьма благоприятные условия воспроизводства для окуня. Условия воспроизводства плотвы по отдельным плесам водохранилища колеблется от весьма благоприятных до благоприятных. Условия воспроизводства остальных промысловых видов рыб весьма неблагоприятные.

**Ключевые слова:** Ириклинское водохранилище, промысловые рыбы, условия воспроизводства, окунь, плотва, язь, карась, лещ.

### Evaluation of Reproduction Conditions of Commercial Fish in Iriklin Reservoir to the Juvenile Fish Productivity

V. P. Ermolin, I. A. Belianin, D. Iu. Tiulin

Reproduction conditions of commercial fish in Iriklin Reservoir have been investigated. There is a significant difference in reproduction



conditions of the certain species. There are quite favorable conditions for a perch. Reproduction conditions for a roach in certain stretches of the reservoir vary from quite favorable to favorable. Reproduction conditions of the rest of commercial fish species are quite unfavorable.

**Key words:** Iriklin Reservoir, commercial fish, reproduction conditions, river perch, roach, orfe, crucian carp, bream.

Ириклинское водохранилище существует длительный период (более 50 лет). Вместе с тем, учет урожайности молоди в нем не проводился, а эффективность воспроизводства устанавливалась по косвенным сведениям. В 2014 г. были проведены полномасштабные исследования урожайности молоди промысловых рыб. В весенний период исследовались условия