

Морфологическая структура сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl. на юге Западной Сибири

Morphological structure of variety populations of *Clarkia unguiculata* Lindl. in the south of Western Siberia

Королева Е. В., Зибина А. А.

Koroleva E. V., Zibina A. A.

Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия

E-mail: coroleva-nsk@yandex.ru

Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russia

Реферат. *Clarkia unguiculata* Lindl. – декоративно цветущая, однолетняя, калифорнийская культура – перспективная для озеленения юга Западной Сибири. Декоративность определяется ее морфобиологическими признаками и адаптивными свойствами. Целью работы являлась оценка ярусной изменчивости морфологической структуры побегов у сортопопуляций *C. unguiculata* Lindl. для совершенствования методики ее селекции и семеноводства на юге Западной Сибири. Оценивали сортопопуляции кларкии различных производителей: *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’ (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ), *C. unguiculata* ‘Альбина’ и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ (ООО «Группа компаний «Гавриш»); *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ (ООО «Агрофирма «Семена Алтай»); *C. unguiculata* ‘Сакура’ (ОАО «АПК «Русский огород»). Изучение биометрических параметров и ярусной изменчивости побегов проводилось на 10–20 учетных растениях. У растений *C. unguiculata* были четко выделены 3 яруса побегов: верхний (главный стебель и первые два побега второго порядка), средний и нижний (включая семядольные побеги). Установлена высокая корреляционная зависимость между продуктивностью цветоносов и линейным размером кисти ($r = 0.93$). Общее число цветоносов колебалось в пределах от 32–50 на генеративную особь ($CV = 20\%$). Самым вариабельным оказалось число цветоносов четвертого ($CV = 91,6\%$) и пятого ($CV = 64,2\%$) порядков. Базитонный тип ветвления наблюдался у сортопопуляций *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’, *C. unguiculata* ‘Сакура’ и *C. unguiculata* ‘Рубиновая’, а акротонный был отмечен у сортопопуляций *C. unguiculata* ‘Альбина’ и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’. Кластеризация сортопопуляций кларкии по степени развития и продуктивности цветоносов различных порядков, путем измерения евклидовых расстояний выявила 2 основных кластера: в первый вошла, отличающаяся высокой цветочной продуктивностью оригинальная, сортопопуляция *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’, зарегистрированная 25.11.2022 г. в Госсортокомиссии РФ, а во второй все оставшиеся сортопопуляции: *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ с минимальной степенью цветочной продуктивности, *C. unguiculata* ‘Альбина’ и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ со средней и *C. unguiculata* ‘Сакура’ выше средней. В результате удалось выделить важные количественные признаки: общее число цветоносов на особь, линейный размер кисти и количество цветков на цветоносе. Все сортопопуляции являются источниками комплекса селекционно значимых количественных, морфобиологических признаков. Сортопопуляция *Clarkia unguiculata* ‘Коралловые рифы’ рекомендуется для озеленения юга Западной Сибири и других регионов России.

Ключевые слова. Габитус, ветвление побегов, морфобиологические признаки, сортопопуляция, *Clarkia*.

Summary. *Clarkia unguiculata* Lindl. – ornamental-flowering, annual, Californian crop – promising for landscaping in the south of Western Siberia. Decorativeness is determined by its morphobiological traits and adaptive properties. The aim of the work was to evaluate stratification variability of morphological structure of *C. unguiculata* Lindl. shoots in cultivated populations to improve the methodology of its breeding and seed production in the south of Western Siberia. Cultivated varieties *Clarkia* different producers were evaluated: *C. unguiculata* ‘Coral Reefs’ (Novosibirsk State Agricultural University), *C. unguiculata* ‘Albina’ and ‘Purpurnaya’ (LLC “Group of Companies “Gavrish”); *C. unguiculata* ‘Rubinovaya’ (Agrofirma Seeds of Altai LLC); *C. unguiculata* ‘Sakura’ (JSC “APK “ Russky Ogorod”). The study of biometric parameters and stratification variability of shoots was carried out on 10–20 test samples. In *C. unguiculata* plants 3 stratification of shoots were clearly distinguished: upper (main stem and the first two shoots of the second order), middle and lower (including seed shoots). A high correlation between peduncle productivity and linear brush size was found ($r = 0.93$). The total number of pedicels ranged from 32–50 per generative individual ($CV = 20\%$). The number of pedicels of the fourth ($CV = 91,6\%$) and fifth ($CV = 64,2\%$) orders was the most variable. The basiton type of branching was observed in the Cultivated varieties: *C. unguiculata* ‘Coral Reefs’, *C. unguiculata* ‘Sakura’ and *C. unguiculata* ‘Ruby’, while the acroton type was observed in the Cultivated varieties *C. unguiculata* ‘Albina’ and *C. unguiculata* ‘Purpurea’. Clustering of cultivated populations by the degree of development and productivity of flower stalks of different orders, by measuring Euclidean distances revealed 2 main clusters: the first included, characterized by high floral productivity original, variety Coral Reefs, registered 25.11.2022 in the State Variety

Commission of the Russian Federation, and the second all the remaining cultivated populations: *C. unguiculata* 'Rubinovaya' with a minimum degree of flower productivity, *C. unguiculata* 'Albina' and *C. unguiculata* 'Purpurnaya' with average and *C. unguiculata* 'Sakura' above average. As a result, it was possible to identify important quantitative traits: the total number of peduncles per individual, linear size of the brush and the number of flowers on the peduncle. All cultivated populations are sources of a complex of breeding significant quantitative, morphobiological traits. The cultivated population of *Clarkia unguiculata* 'Coral Reefs' is recommended for landscaping the south of Western Siberia and other regions of Russia.

Key words. *Clarkia*, habitus, morphobiological traits, shoot branching, variety population.

Введение. Для расширения промышленного ассортимента декоративно цветущих однолетних растений и использовании их в озеленении населенных пунктов юга Западной Сибири на базе Новосибирского государственного аграрного университета в 2010 г. была начата селекционная работа с перспективными интродуцентами родового комплекса *Clarkia Pursh* – эндемиками Северной Америки, относящихся к семейству кипрейные (Onagraceae Juss.). Кларкия ноготковая (*Clarkia unguiculata* Lindl.) широко распространена в прибрежных хребтах и предгорьях Сьерра-Невада, в Центральной и Южно-Центральной Калифорнии (Lewis, Lewis, 1955; Hickman, 1993). Дикие популяции встречаются в долинных лугах и центральных дубовых лесах в диапазоне от 32–42° северной широты и 115–123° восточной долготы, обычно на высоте менее 1500 м над ур. м. (Jonas, Geber, 1999).

Наилучшими декоративными качествами обладают те сорта кларкии, которые обладают высокими адаптивными свойствами к местным климатическим условиям (Королева, 2022). Одними из важнейших показателей декоративности растений кларкии ноготковой являются ее морфобиологические признаки: габитус (высота, диаметр и форма куста), характер ветвления побегов, количество боковых цветоносов, количество метамеров на побегах разных порядков, количество цветков в соцветии, длина кисти, высота цветоноса. Известно, что система и структура побегов формируют габитус куста и отвечают за адаптивные свойства растений (Серебряков, 1962), а также за перспективность их интродукции (Сарлаева, Байкова, 2006).

Поэтому целью нашего исследования стала оценка ярусной изменчивости морфологической структуры побегов у сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl. для совершенствования методики ее селекции и семеноводства на юге Западной Сибири. Задачи: определение селекционно значимых морфобиологических маркерных признаков, отвечающих за систему ветвления побегов и установление взаимосвязи между морфологической структурой цветоноса, продуктивностью цветения и местоположением побегов на материнском растении (ярусом).

Объекты и методы исследования. Объект исследования – морфологическая структура разных сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl. из секции *Phaeostoma*. Эта секция отличается наиболее обильным и продолжительным цветением, разнообразием форм и окрасок цветка (диаметр: 2,0–3,0 см) и покающимися бутонами (Королева, 2022).

Опыт по изучению сортопопуляций *C. unguiculata* с 4 повторениями закладывался на коллекционном участке кафедры растениеводства и кормопроизводства УПХ «Сад Мичуринцев» Новосибирского государственного аграрного университета (55.0312880°N, 82.9903190°E) с рендомизированным размещением. Размер учетной делянки – 2 м². Изучение биометрических параметров и ярусной изменчивости побегов проводилось отдельно по каждому побегу на 10–20 учетных растениях. Среднее количество растений в сортопопуляциях составляло 104 шт. Район проведения эксперимента, по многолетним данным, считается умеренно теплым, с суммой активных температур выше +10 °С – 1800–1950 °С и недостаточно увлажненным (ГТК 0,9–1,2). В эксперименте участвовали следующие сортопопуляции (табл. 1).

Таблица 1

Сортопопуляции *Clarkia unguiculata* Lindl. (г. Новосибирск, 2020–2022 гг.)

Биометрические параметры растений и продолжительность межфазных периодов	'Коралловые рифы' (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ)	'Альбина' (ООО «Группа компаний «Гавриш»)	'Пурпурная' (ООО «Группа компаний «Гавриш»)	'Рубиновая' (ООО «Агрофирма «Семена Алтая»)	'Сакура' (ОАО «АПК «Русский огород»)
Габитус куста	обратно-конусовидный, раскидистый	обратно-конусовидный, сомкнутый	обратно-конусовидный, сомкнутый	обратно-конусовидный	обратно-конусовидный, раскидистый
Высота, см	85–95	75–85	80–90	80–90	96–115

Продолжение табл. 1

Биометрические параметры растений и продолжительность межфазных периодов	‘Коралловые рифы’ (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ)	‘Альбина’ (ООО «Группа компаний «Гавриш»)	‘Пурпурная’ (ООО «Группа компаний «Гавриш»)	‘Рубиновая’ (ООО «Агрофирма «Семена Алтая»)	‘Сакура’ (ОАО «АПК «Русский огород»)
Период от посева до появления всходов (сутки)	7	10	7	11	11
Период от всходов до начала цветения (сутки)	44	49	44	46	47
Период от начала до конца цветения (сутки)	82	76	77	73	75
Диаметр цветка, см	2,5–3,0	2,0–2,5	2,0–2,5	2,0–2,5	2,5–3,0

Примеч.: Все биометрические характеристики взяты с растений, выращиваемых на юге Западной Сибири (г. Новосибирск).

Результаты и обсуждение. Морфологический анализ особенностей системы ветвления и структуры побегов у разных сортопопуляций *C. unguiculata* Lindl. позволил выделить три яруса расположения побегов разных порядков на материнском растении и установить взаимосвязь между продуктивностью цветения и ярусом побегов.

Все исследуемые сортопопуляции кларкии представляют собой моноподиально ветвящиеся растения, у которых развитие боковых ветвей происходит в акропетальном направлении (от основания к верхушке). Число метамеров уменьшается с повышением порядка побегов. Значения общего числа цветоносов колебалось в пределах от 32–50 на генеративную особь ($CV = 20,0\%$). Максимальное количество цветоносов наблюдалось у растений сортопопуляции *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’ (50), среднее количество цветоносов было у сортопопуляций *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ (41) и *C. unguiculata* ‘Сакура’ (42) и минимальное количество цветоносов наблюдалось у сортопопуляций *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ (32) и *C. unguiculata* ‘Альбина’ (33) Самый высокий коэффициент вариации наблюдался по признакам число цветоносов четвертого ($CV = 91,6\%$) и пятого ($CV = 64,2\%$) порядков и число метамеров на этих побегах ($CV = 63,8\%$ и $CV = 80,8\%$) (табл. 2).

Таблица 2

Морфологическая структура побегов *Clarkia unguiculata* Lindl. (г. Новосибирск, 2020-2022 гг.)

Биометрические параметры	Сортопопуляции <i>C. unguiculata</i>					
	CV, %	‘Коралловые рифы’	‘Альбина’	‘Пурпурная’	‘Рубиновая’	‘Сакура’
Длина главного побега, см	32,3	18,2	15,25	23,50	16	31,5
Длина кисти, см	14,7	75,7	62,5	63,50	59,66	83,5
Высота растения, см	17,6	93,9	77,75	87	75,66	115
Количество цветков на главной кисти, шт.	18,2	34	23	28	22	25
Число цветоносов II порядка	22,0	8	11	9	7	12
Число цветоносов III порядка	15,7	18	20	15	22	22
Число цветоносов IV порядка	91,6	21	0	17	3	8

Продолжение табл. 2

Биометрические параметры	Сортопопуляции <i>C. unguiculata</i>					
	CV, %	‘Коралловые рифы’	‘Альбина’	‘Пурпурная’	‘Рубиновая’	‘Сакура’
Число цветоносов V порядка	64,2	3	0	0	0	0
Общее число цветоносов на одну особь	20,0	50	31	41	32	42
Число метамеров на побеге I порядка	22,0	8	11	9	7	12
Число метамеров на побеге II порядка	33,3	4	2	4	3	2
Число метамеров на побеге III порядка	29,8	3	2	3	2	4
Число метамеров на побеге IV порядка	63,8	2	0	2	1	2
Число метамеров на побеге V порядка	80,8	2	0	0	0	0

По характеру роста и типу ветвления побегов у растений *C. unguiculata* выделяются 3 яруса побегов: верхний (главный стебель и первые два побега второго порядка), средний и нижний (включая семядольные побеги) (табл. 3).

Таблица 3

Ярусная изменчивость морфологической структуры побегов *Clarkia unguiculata* Lindl. (г. Новосибирск, 2020-2022 гг.)

Порядок побега	Сортопопуляции <i>C. unguiculata</i>														
	‘Коралловые рифы’			‘Альбина’			‘Пурпурная’			‘Рубиновая’			‘Сакура’		
	Длина, см		Кол-во цветков	Длина, см		Кол-во цветков	Длина, см		Кол-во цветков	Длина, см		Кол-во цветков	Длина, см		Кол-во цветков
	побега	кисти		побега	кисти		побега	кисти		побега	кисти		побега	кисти	
<i>Верхний ярус</i>															
I	18,2	75,7	34	15,3	62,5	23	23,5	63,5	28	31,5	83,5	25	29,7	59,7	22
II	14,8	62,5	27	14,8	31,0	13	17,5	48,5	21	4,9	34,4	13	8,5	45,5	16
III	12,4	41,8	16	7,3	7,2	9	17,5	46,0	12	3,2	11,0	11	8,9	6,7	3
<i>Средний ярус</i>															
II	10,3	57,9	23	5,0	6,0	7	10,0	44,0	16	7,7	37,7	15	13,3	35,0	11
III	14,1	42,6	18	5,0	6,0	11	7,0	31,0	8	4,0	21,6	14	15,8	12,5	5
<i>Нижний ярус</i>															
II	13,6	62,7	27	14,1	23,7	12	12,8	41,0	16	9,7	44,3	17	9,13	51,3	17
III	12,2	43,9	19	5,14	4,0	9	8,3	29,5	8	6,1	18,3	20	12,8	26,8	9

Примеч.: Так как побеги четвертого и пятого порядка были сформированы не у всех сортов, а их развитие сильно зависело от агроклиматических условий периода вегетации, то из анализа морфологической структуры побегов они были исключены.

Сортопопуляция кларкии *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’ отличается одинаково развитыми побегами II-го и III-го порядка верхнего (77,3 и 54,2 см) и нижнего (76,3 и 56,1 см) ярусов, практически

равной длины, хорошо развитыми побегами среднего яруса, которые короче лишь на 8–9 см. У растений формируется обратно-конусовидный раскидистый габитус куста и базитонный тип ветвления.

У сортопопуляций *C. unguiculata* ‘Альбина’ и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ более интенсивно развиваются побеги верхнего яруса, разница с побегами среднего яруса у *C. unguiculata* ‘Альбина’ составляет 34,8 см, а с побегами нижнего яруса – 8 см, у *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ – 14,7 и 8,7 см, соответственно. У исследуемых сортопопуляций кларкии формируется обратно-конусовидный, сомкнутый габитус куста и акротонное ветвление.

В сортопопуляциях *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ и *C. unguiculata* ‘Сакура’ наиболее сильно развиты побеги нижнего яруса, тип ветвления базитонный. Растения Сакуры отличаются наиболее развитыми побегами II-го порядка верхнего яруса, а сортопопуляции *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ – II-го и III-го порядка побегов среднего яруса. Габитус куста обратно-конусовидный, раскидистый.

Также была выявлена высокая корреляционная зависимость между продуктивностью цветоносов и линейным размером кисти ($r = 0,93$), ярусная изменчивость цветочной продуктивности сортопопуляций *C. unguiculata* показана на следующей диаграмме (рис. 1).

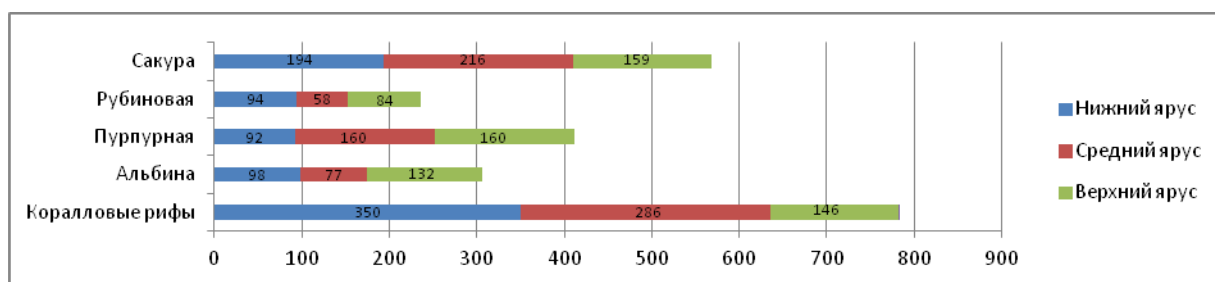


Рис. 1. Ярусная изменчивость цветочной продуктивности сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl.

Самой высокопродуктивной по количеству цветков на растении была сортопопуляция *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’ (782 цветка на особь), выведенная в местных природно-климатических условиях, затем сортопопуляция *C. unguiculata* ‘Сакура’ (569 цветков на особь), среднее количество цветков наблюдалось в сортопопуляциях *C. unguiculata* ‘Альбина’ (307) и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ (472), и самый низкий показатель цветочной продуктивности наблюдался у сортопопуляции *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ (236).

Для определения степени сходства сортопопуляций *C. unguiculata* по степени развития и продуктивности цветоносов (длина и количество цветков) различных порядков была произведена их кластеризация, путем измерения евклидовых расстояний на базе программы статистических расчетов MINITAB (рис. 2).

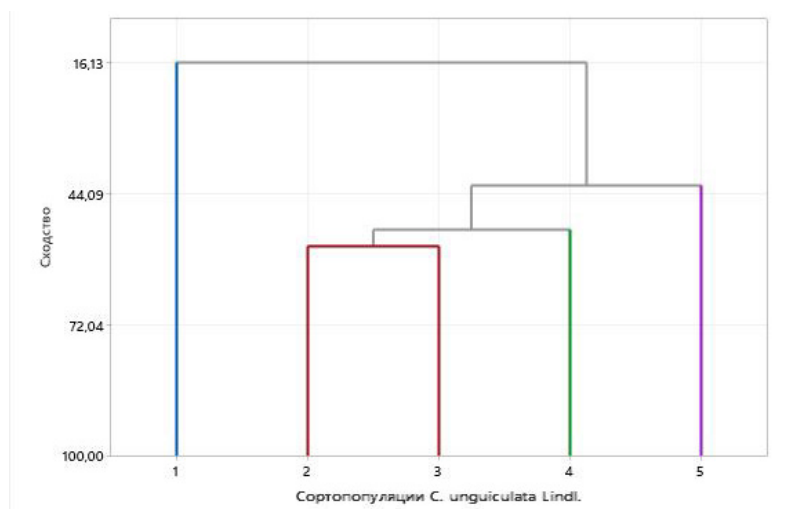


Рис. 2. Дендрограмма, отражающая степень сходства сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl. по степени развития и продуктивности цветоносов различных порядков: 1 – ‘Коралловые рифы’; 2 – ‘Альбина’; 3 – ‘Пурпурная’; 4 – ‘Рубиновая’; 5 – ‘Сакура’. Уровень сходства указан около соответствующего узла (%).

Данная дендрограмма четко определила два основных кластера, различающихся по степени развития цветоносов и системе ветвления. В первый кластер вошла оригинальная сортопопуляция *C. unguiculata* 'Коралловые рифы', селекции ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, зарегистрированная 25.11.2022 г. в Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений и включенная в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Официальный бюллетень № 10 (280), 2022). Новый сорт отличается более развитыми боковыми побегами нижнего яруса и высоким уровнем цветочной продуктивности. Во второй кластер вошли четыре сортопопуляции: *C. unguiculata* 'Альбина', *C. unguiculata* 'Пурпурная', *C. unguiculata* 'Рубиновая' и *C. unguiculata* 'Сакура', при этом сортопопуляции *C. unguiculata* 'Альбина' и *C. unguiculata* 'Пурпурная' (ООО «Группа компаний «Гавриш») объединились в один субкластер с более развитыми боковыми побегами верхнего яруса – акротонным типом ветвления и в два раза меньшей цветочной продуктивностью, уровень сходства 51,7 %. Далее следует сортопопуляция *C. unguiculata* 'Рубиновая' с базитонным типом ветвления боковых побегов и минимальной цветочной продуктивностью. И в пятый субкластер вошла сортопопуляция *C. unguiculata* 'Сакура', также с более развитым нижним ярусом боковых побегов и цветочной продуктивностью – выше среднего уровня.

Заключение. Изучение морфологической структуры и системы ветвления побегов у разных сортопопуляций кларкии (*C. unguiculata* Lindl.) позволило более четко охарактеризовать габитус растений и выделить селекционно значимые количественные признаки, такие как общее число цветоносов на особь, линейный размер кисти и количество цветков на цветоносе. Базитонный тип ветвления наблюдался у трех сортопопуляций: *C. unguiculata* 'Коралловые рифы', *C. unguiculata* 'Сакура' и *C. unguiculata* 'Рубиновая', а наиболее развитые побеги верхнего яруса и акротонный тип ветвления отмечен у сортопопуляций *C. unguiculata* 'Альбина' и *C. unguiculata* 'Пурпурная'. Все исследуемые сортопопуляции являются источниками комплекса селекционно значимых количественных, морфобиологических признаков. Самой высокодекоративной и высокопродуктивной по количеству цветоносов и цветков была сортопопуляция *Clarkia unguiculata* 'Коралловые рифы', выведенная в местных агроклиматических условиях, которая рекомендуется нами для озеленения юга Западной Сибири и других регионов России.

ЛИТЕРАТУРА

- Королева Е. В.** Биологические особенности цветения генетической коллекции растений семейства Onagraceae Juss. в условиях лесостепи Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2022. – Т. 21, № 2. – С. 69–75. DOI: 10.14258/pbssm.2022057.
- Королева Е. В.** Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia Pursh* в условиях лесостепи Западной Сибири // Известия Горского государственного аграрного университета 2022. – Т. 59, № 4. – С. 173–183.
- Официальный бюллетень: ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений», 2022. – № 10(280). – С. 912. URL: <https://gossortrf.ru/publication/byulleteni.php> (Дата обращения: 12.05.2023).
- Сарлаева И. Я., Байкова Е. В.** Структура побеговых систем некоторых декоративных однолетников семейства Asteraceae // Научные ведомости, 2006. – № 3(23). – Вып. 4. – С. 157–160.
- Серебряков И. Г.** Экологическая морфология растений. – М: Высш. школа, 1962. – с. 378.
- Hickman J. C.** The Jepson manual: Higher plants of California. – Berkeley: University of California Press, 1993. – 1400 p.
- Jonas Ch. S., Geber M. A.** Variation among populations of *Clarkia unguiculata* (Onagraceae) along altitudinal and latitudinal gradients // American Journal of Botany, 1999. – Vol. 86(3). – P. 333–343.
- Lewis H., Lewis M. E.** The genus *Clarkia* // University of California Publications in Botany, 1955. – Vol. 20(4). – P. 241–392.