

Оригинальная статья / Original article  
УДК: 581.543: 58.056  
DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-26-35

# Изучение фенологии и семенной продуктивности растений родиолы розовой в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ

Ольга М. Савченко, Елена Ю. Бабаева

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия

## Контактное лицо

Ольга М. Савченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений; 117216 Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7  
Тел. +74957121027  
Email [nordfenugreek@gmail.com](mailto:nordfenugreek@gmail.com)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3054-1719>

## Формат цитирования

Савченко О.М., Бабаева Е.Ю. Изучение фенологии и семенной продуктивности растений родиолы розовой в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, N 1. С. 26-35. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-26-35

Получена 5 апреля 2020 г.  
Прошла рецензирование 19 июля 2020 г.  
Принята 21 сентября 2020 г.

## Резюме

**Цель.** Изучение фенологии и семенной продуктивности растений родиолы розовой II-IV года жизни в условиях Московской области под влиянием метеорологических условий.

**Методы.** Объектом исследования являлись растения родиолы розовой из биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР в Москве. Исследования включали полевые и лабораторные опыты, которые проводились в 2016-2019 гг. согласно методикам, принятым в лекарственном растениеводстве. Погодные условия в Московской области в период проведения исследования уточняли на интернет-ресурсе. Семенную продуктивность оценивали по общепринятым методикам. Определение посевных качеств семян проводили по ГОСТ 34221-2017.

**Результаты.** Впервые изучено влияние погодных условий на прохождение фенологических фаз молодыми растениями родиолы розовой в 2016-2019 гг. в Нечерноземной зоне РФ в условиях полевого опыта. Определена продолжительность фенологических фаз в зависимости от условий года наблюдения. Установлен состав популяции молодых растений родиолы для второго, третьего и четвертого годов вегетации. Выявлены неблагоприятные факторы, снижающие семенную продуктивность и влияющие на качество семян.

**Выводы.** Благоприятные по метеорологическим характеристикам периоды вегетации способствовали возрастанию массы 1000 шт. семян в среднем на 43 мг, повышению всхожести семян до 82%. Различия качества семян и их продуктивности в зависимости от условий года наблюдения могут свидетельствовать о необходимости проведения мероприятий по адаптации растений к неблагоприятным факторам среды.

## Ключевые слова

*Sedum roseum* (L.) Scop., фенологические фазы, метеорологические условия, год вегетации, семенная продуктивность.

# Study of the phenology and seed productivity of golden root (*Sedum roseum* (L.) Scop.) in the Central region of the Non-chernozem zone of the Russian Federation

Olga M. Savchenko and Elena Yu. Babaeva

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia

## Principal contact

Olga M. Savchenko, Candidate of Science (Agriculture), Leading Researcher, Laboratory of Agrobiobiology; All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants; 7 Grina St, Moscow, Russia 117216.  
Tel. +74957121027  
Email [nordfenugreek@gmail.com](mailto:nordfenugreek@gmail.com)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3054-1719>

## How to cite this article

Savchenko O.M., Babaeva E.Yu. Study of the phenology and seed productivity of golden root (*Sedum roseum* (L.) Scop.) in the Central region of the Non-chernozem zone of the Russian Federation. *South of Russia: ecology, development*. 2021, vol. 16, no. 1, pp. 26-35. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-26-35

Received 5 April 2020

Revised 19 July 2020

Accepted 21 September 2020

## Abstract

**Aim.** The study of the phenology and seed productivity of golden root plants in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> years of life in the Moscow region under the influence of meteorological conditions.

**Methods.** The objects of research were plants of golden root from the biocollection of VILAR in Moscow. The studies included field and laboratory experiments, which conducted in 2016-2019 according to methods adopted in medicinal plant production. Weather conditions in the Moscow region during the research period were identified on the Internet. Seed productivity was assessed according to generally accepted methods. Determination of seed sowing qualities was carried out according to National Standard 34221-2017.

**Results.** The influence of weather conditions on the passage of phenological phases of young golden root plants in 2016-2019 in the Non-chernozem zone of the Russian Federation under experimental field conditions was studied for the first time. The duration of phenological phases depending on conditions in the year of observation was determined. The composition of the population of young golden root plants for the second, third and fourth years of vegetation was established. Adverse factors which reduce seed productivity and affect the quality of seeds were identified.

**Conclusion.** The favourable meteorological characteristics of the growing season contributed to an increase in the mass of 1000 seeds by an average of 43 mg and increased seed germination to 82%. Differences in seed quality and productivity of seeds depending on the conditions of the year of observation may indicate the necessity for measures for adaptation of the plants to harmful environmental factors.

## Key Words

*Sedum roseum* (L.) Scop., phenological phases, meteorological conditions, vegetation year, seed productivity.

## ВВЕДЕНИЕ

Родиола розовая (*Sedum roseum* (L.) Scop.) – многолетнее травянистое растение из семейства толстянковых (*Crassulaceae*). Лекарственным растительным сырьем являются корневища и корни (*Rhodiola roseae rhizomata et radices*) [1].

В родиоле розовой содержатся вещества, стимулирующие нервную систему и обладающие адаптогенными свойствами. К ним относятся флавоноиды (кемпферол, астрагалин, трицин, родионин, родиозин, родиолин) [2]. В Государственном реестре лекарственных средств зарегистрированы жидкий и сухой экстракт из корневищ и корней родиолы розовой, таблетированный под названием «Родискон» [3].

В настоящее время установлена возможность выращивания родиолы розовой (*Sedum roseum* (L.) Scop.) в условиях Нечерноземной зоны РФ рассадным способом. Данный способ позволяет рационально использовать семена, поскольку почвенно-климатические условия Московской области региона осложняют мероприятия по уходу за сеянцами [4].

Плод родиолы розовой – сухая, апокарпная, многосемянная многолистковка, которая состоит из 4 (редко – 5) сидячих, сросшихся у основания листочков. Семена мелкие, имеют плотную семенную кожуру. Семенам родиолы свойственны малый вес и несмачиваемость водой [5; 6]. Родиола розовая является перекрестноопыляемым двудомным растением [7]. Масса 1000 шт. зрелых, пригодных для посева семян, а также их линейные размеры зависят от экологических условий произрастания растений родиолы, погодных условий в период формирования семян, наличия и активности опылителей [7-9]. Размеры семян и их масса также зависят от числа семян в листовке: чем их количество меньше, тем они крупнее [5-7].

Семенная продуктивность растений определяется следующими показателями: доля генеративных побегов, число листовок в щитке генеративного побега с женским типом цветков и возраст растения [7]. Из литературных источников известно, что неблагоприятные метеорологические условия в период плодоношения (пониженные температуры при высокой относительной влажности воздуха) оказывают отрицательное влияние на посевные качества семян [7; 8].

Интродукционные исследования, включающие фенологические наблюдения и исследования семенной продуктивности, ведутся во многих регионах РФ [9-12]. В условиях Московской области исследования семенной продуктивности проводились без учета неблагоприятных погодных факторов [13].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлись растения родиолы розовой из биокolleкции Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений (ФГБНУ ВИЛАР), в Москве. Происхождение растений: Алтай. Культивируется с 1980 г. Исследования включали полевые и лабораторные опыты, которые проводились в 2016-2019 гг. согласно

методикам, принятым в лекарственном растениеводстве [14-16].

Почва участка тяжёлая суглинистая: гумус (по Тюрину) – 2,23%, массовая доля азота нитратов – <2,80 млн<sup>-1</sup>, массовая доля соединений фосфора (по Кирсанову) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 386,28 млн<sup>-1</sup>, сумма поглощенных оснований (по Каппену) – 6,3 ммоль/100 г, pH солевой – 5,15.

Семена родиолы розовой стратифицировались при температуре 0-2°C в течение 40 суток. После проведения стратификации проводился посев семян в условиях защищенного грунта в почвосмесь: почва+песок+торфосмесь в соотношении 1:1:1. Рассада родиолы выращивалась в условиях защищенного грунта в 2015 г. согласно принятым методикам [16].

Весной осуществлялась пересадка растений родиолы розовой (возраст рассады – 1 год) в поле с расстоянием между растениями 30 см при ширине междурядий 60 см. Таким образом, на 1 м<sup>2</sup> находится по 6 растений родиолы.

При проведении полевых опытов размещение делянок было рендомизированным. Повторность 4-кратная, площадь опытной делянки составляла 24 м<sup>2</sup>. Биометрические показатели определяли в соответствии с методиками, разработанными в ВИЛАРе [17]. Урожайность семян пересчитывали на 1 м<sup>2</sup>. Фенологические наблюдения за растениями в опыте проводили по методике И.Н. Бейдеман [18; 19] – систематически отмечали даты начала и массового наступления основных фенологических фаз. Семенную продуктивность оценивали по общепринятым методикам [20]. Определение посевных качеств семян проводили по ГОСТ 34221-2017, статистическую обработку данных – по В.Е. Ещенко [14; 21].

При изучении показателей посевного качества семян родиолы использовались семена растений IV года жизни в связи с недостаточным количеством семян растений II и III года жизни для закладки лабораторных опытов. Размеры семян определялись их линейными измерениями: крупные – длина 1,8-2,2 мм, ширина 0,3-0,4 мм; мелкие семена – длина 1,0-1,7 мм, ширина 0,1-0,2 мм.

Погодные условия в Московской области в период проведения исследования уточняли на интернет-ресурсе [22]. Они представлены на рисунках 1 и 2.

Температура воздуха в вегетационные периоды 2016 и 2018 гг. различалась в пределах 2-3°C (рис. 1). В то же время, в 2016 году выпало значительное количество осадков (на 44% выше нормы), особенно в период созревания семян (рис. 2). В 2017 году температура воздуха в течение вегетационного периода в среднем была ниже нормы на 1,3-3,4°C. Осадков выпало выше нормы на 68-75 мм.

Температура в начале вегетации в 2019 г. (май, июнь) составила 16,3-19,6°C. Норма осадков не превысила среднемесячную для этого периода: 55-67 мм. Средняя температура месяца июля по данным наблюдений была 16,8°C, выпало 71 мм осадков. Температура августа составила 16,4°C, выпало 58 мм осадков. Температура сентября по данным наблюдений была 12,3°C, сумма выпавших осадков – 29 мм, что составляет всего 42% от нормы.

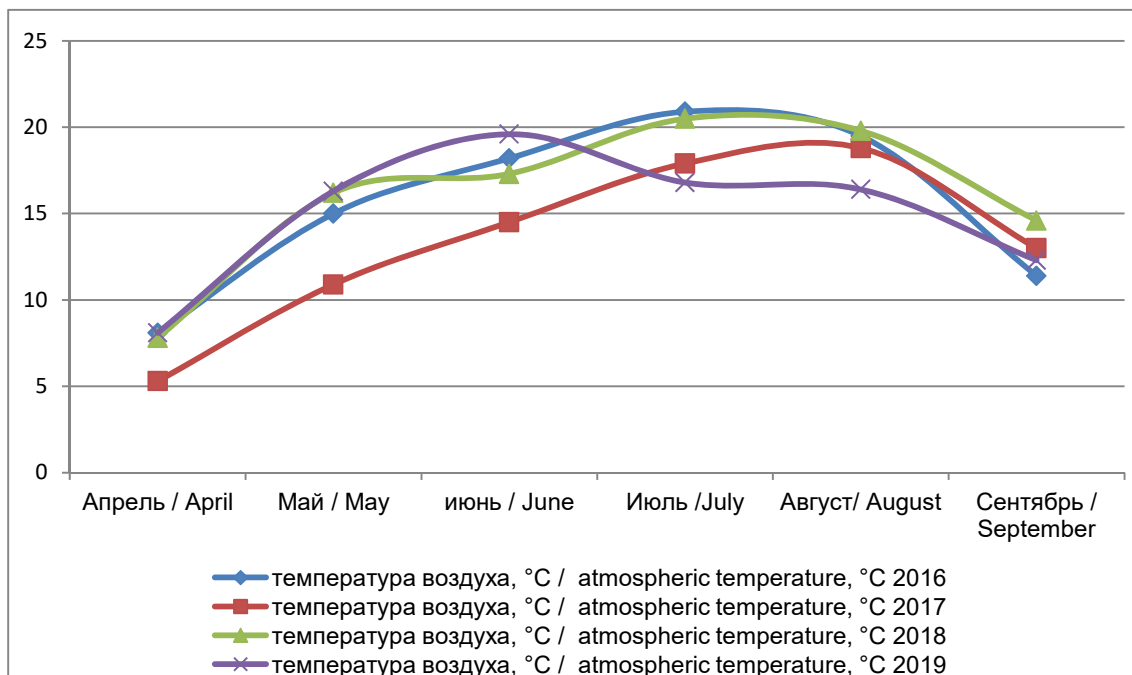


Рисунок 1. Температура воздуха за период вегетации 2016-2019 гг.

Figure 1. Atmospheric temperature during the growing season 2016-2019

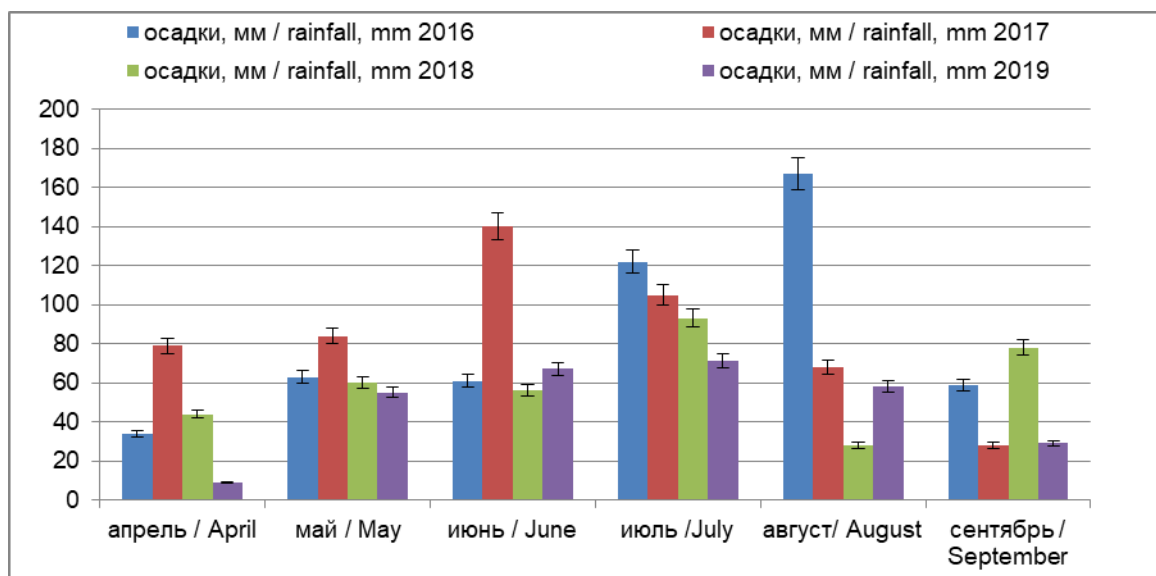


Рисунок 2. Сумма выпавших осадков за период вегетации 2016-2019 гг.

Figure 2. Amount of rainfall during the growing season 2016-2019

В период созревания семян (вторая декада июля) в 2016 году наблюдалось выпадение осадков на 43% выше нормы (121 мм). Этот показатель также превышает остальные данные по осадкам в июле в 2016-2019 гг. В 2017 и 2019 гг. погодные условия июля также отличаются пониженными температурами воздуха: 16,8-17,9°C. Эти показатели ниже среднемесячных на 1,3-2,4°C.

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Весеннее отрастание надземных побегов родиолы розовой происходило преимущественно в III декаде

апреля, через 15-22 сутки (4-18 мая) – массовая бутонизация; во II-III декаде мая (9-23 мая) – массовое цветение. Начало созревания семян растений родиолы начиналось в третьей декаде июня, в отдельные годы – в начале июля (табл. 1).

В ходе наблюдений за развитием растений родиолы розовой третьего и четвертого года жизни отмечено, что в 2019 г. начало весеннего отрастания началось на 5 суток раньше, чем в предыдущие годы наблюдений. Продолжительность вегетации составляла для растений второго года жизни 130-147 суток, для растений третьего года 158-185 суток, у растений

четвертого года жизни – 191-199 суток. При этом фенологическая фаза «плодоношение» отмечена у растений начиная с третьего года жизни. Длина вегетационного периода этих растений удлиняется по сравнению с таковой у растений II года жизни

соответственно длительности фенологических фаз «плодоношение» и «созревание семян».

В зависимости от метеорологических условий года наблюдения, изменялась продолжительность фенологических фаз у растений родиолы розовой (табл. 2).

**Таблица 1.** Даты наступления фенологических фаз у растений родиолы розовой II-IV года жизни в 2016-2019 гг.

**Table 1.** The dates of onset of phenological phases of golden root plants in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> years of life in 2016-2019

Фенологическая фаза Phenological phase	Год жизни Year of life	Наступление фенофаз, даты Dates of onset of phenological phases			
		2016	2017	2018	2019
<b>Весеннее отрастание</b> Spring regrowth	II	28.04.	28.04.	29.04.	26.04.
	III	26.04.	25.04.	26.04.	19.04.
	IV	26.04.	25.04.	25.04.	19.04.
<b>Бутонизация</b> Budding	II	15.05.	18.05.	16.05.	10.05.
	III	11.05.	16.05.	13.05.	07.05.
	IV	11.05.	15.05.	11.05.	04.05.
<b>Массовое цветение</b> Mass blossoming	II	18.05.	23.05.	18.05.	14.05.
	III	14.05.	21.05.	15.05.	12.05.
	IV	14.05.	21.05.	14.05.	09.05.
<b>Плодоношение</b> Fruiting	II	25.05.	02.06.	26.05.	22.05.
	III	21.05.	02.06.	23.05.	24.05.
	IV	22.05.	02.06.	25.05.	20.05.
<b>Созревание семян</b> Maturation of seeds	II	-	-	-	-
	III	20.06.	08.07.	20.06.	17.06.
	IV	20.06.	08.07.	21.06.	14.06.
<b>Окончание вегетации</b> End of growing season	II	14.09.	20.09.	18.09.	19.09.
	III	30.09.	12.10.	10.10.	20.10.
	IV	02.11.	06.11.	06.11.	03.11.

**Таблица 2.** Продолжительность фенологических фаз у растений родиолы розовой II - IV года жизни в 2016-2019 гг.

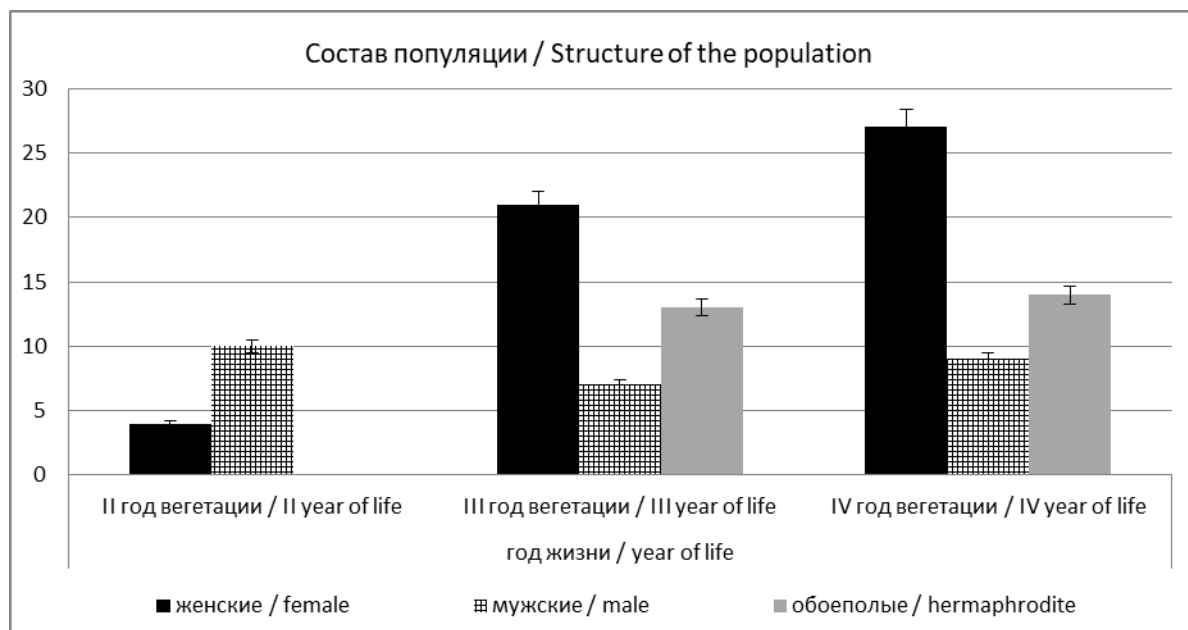
**Table 2.** Duration of phenological phases of golden root plants in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> years of life in 2016-2019

Периоды Periods	Год жизни Year of life	Длительность фенофаз, сутки Duration of phenological phases, days			
		2016	2017	2018	2019
<b>Весеннее отрастание – Бутонизация</b> Spring regrowth – Budding	II	18	21	18	15
	III	16	22	18	19
	IV	16	21	17	16
<b>Бутонизация – Массовое цветение</b> Budding – Mass blossoming	II	3	5	2	4
	III	3	5	2	5
	IV	3	6	3	5
<b>Массовое цветение – Плодоношение</b> Mass blossoming – Fruiting	II	7	11	8	8
	III	7	9	8	12
	IV	8	9	11	12
<b>Плодоношение – Созревание семян</b> Fruiting – Maturation of seeds	II	0	0	0	0
	III	31	37	29	25
	IV	30	37	28	26
<b>Созревание семян – Окончание вегетации</b> Maturation of seeds – End of the growing season	II	0	0	0	0
	III	24	31	25	24
	IV	28	29	27	28
<b>Окончание вегетации (сумм. длит.)</b> End of the growing season (duration)	II	130	146	143	147
	III	158	171	168	185
	IV	191	196	196	199

Весеннее отрастание у растений II-IV года жизни в среднем отличалось в пределах 2-3 суток. В целом, низкие температуры при прохождении фенологических фаз заметно влияют на их продолжительность. Не зависимо от возраста растений, в 2017 году весеннее отрастание продолжалось на 3-7 суток дольше, чем в этот же период наблюдений в 2016 г. и в 2018 г. В условиях 2010 года весеннее отрастание у растений родиолы II-IV года жизни было на 3-4 суток короче, чем в 2016 г. и в 2018 г., также в 2017 году увеличилась продолжительность периода бутонизации (на 2-3 суток), цветения (на 2-4 суток), плодоношения (до 6 суток). Однако, из-за теплых условий августа, сентября и

октября 2019 года вегетационный период растений заметно увеличился (на 4-17 суток для растений II года жизни, до 20 суток для растений III года жизни). Продолжительность вегетационного периода у растений родиолы IV года жизни отличалась по годам меньше всего и составила 191-199 суток.

На рисунке 3 показано изменение состава популяции у растений родиолы розовой II, III и IV года жизни. Молодые растения второго года вегетации имеют преимущественно вегетативные побеги, до 72% от общего числа. На генеративных побегах женских растений семена не завязывались, независимо от условий года наблюдения.



**Рисунок 3.** Изменение состава популяции у растений родиолы розовой II, III и IV года жизни в 2016-2019 гг.

**Figure 3.** Modification in population composition of golden root plants in the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> years of life in 2016-2019

По мере увеличения возраста популяции доля растений с генеративными побегами постепенно увеличивается. Так, у растений III года жизни доля растений, имеющих только вегетативные побеги, сокращается до 18%. А среди растений родиолы IV года жизни выявлены

преимущественно генеративные побеги с женскими цветками (до 54%).

Данные по семенной продуктивности женских растений родиолы III и IV года вегетации за 4 года проведения эксперимента приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Семенная продуктивность растений родиолы розовой на побегах женских особей III и IV года жизни в 2016-2019 гг.

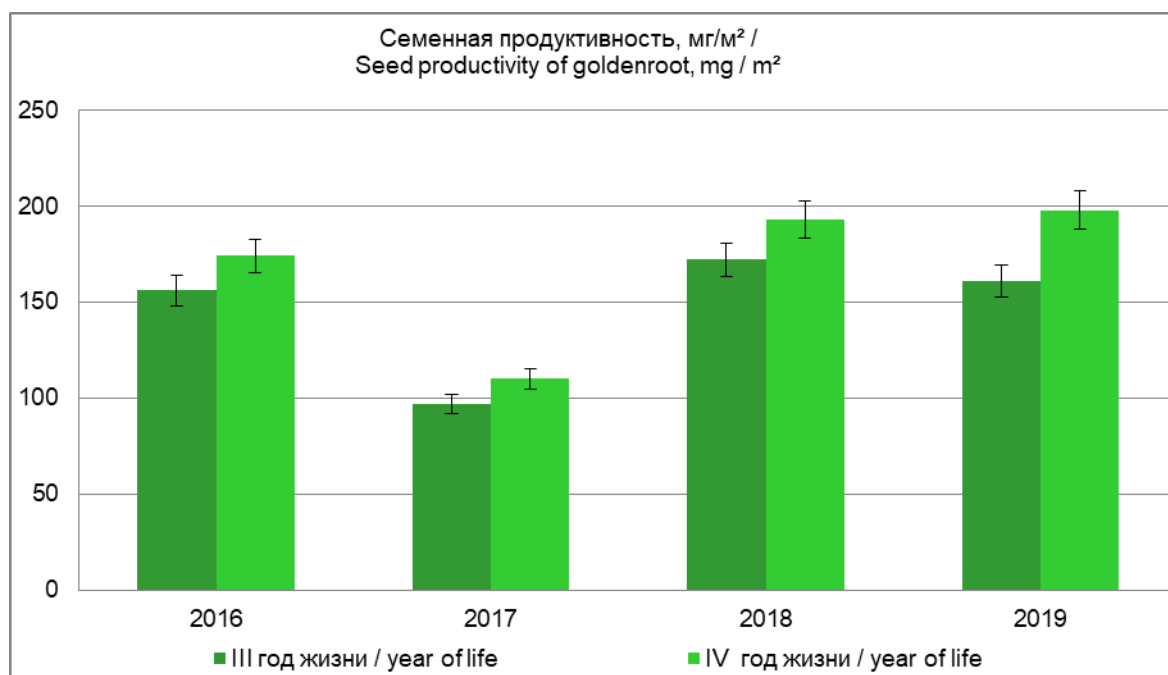
**Table 3.** Seed productivity of golden root plants on shoots of female plants in the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> years of life in 2016-2019

Год наблюдения Year of observation	Год жизни Year of life	Количество / Quantity		Доля выполненных семян, % Proportion with seeds, %	Масса 1000 шт. семян, мг Mass of 1000 seeds, mg
		Цветков, шт. Number of flowers, units	Плодов, шт. Number of fruits, units		
2016	III	44,6±4,2	38,0±3,5	54,6	123,0±10,2
	IV	49,3±4,4	41,7±4,1	55,0	123,5±10,7
2017	III	42,6±3,8	37,1±3,2	37,2	82,0±7,5
	IV	43,5±4,1	40,5±4,0	38,3	86,1±8,0
2018	III	45,3±4,4	42,4±4,2	56,8	127,0±11,3
	IV	48,6±4,4	44,7±4,0	57,2	128,0±11,8
2019	III	46,6±4,2	40,3±4,8	49,5	114,7±9,6
	IV	49,2±5,0	43,0±4,7	56,2	120,0±9,8

Установлено, что в зависимости от метеорологических условий года семенная продуктивность и качество семян заметно отличались. Так, в период цветения, формирования и созревания семян в 2016 г. среднемесячная температура воздуха составляла 18,2-20,5°C. Среднемесячное количество осадков колебалось от 63 мм (июнь) до 122 мм (июль). В 2018 г. в фазу цветения и начала плодоношения температура воздуха была относительно невысокой и составляла 16,2-17,3°C. Осадки выпадали в количестве 60 мм. В фазу созревания семян (июль) температура повысилась (до 20,5°C), осадков выпало 93 мм [22]. Согласно данным таблицы 2, погодные условия 2016 и 2018 годов способствовали

значимому возрастанию массы 1000 шт. семян в среднем на 43,0 мг и увеличению качественных семян на 19,2% по сравнению с наблюдениями 2017 и 2019 гг., характеризующимися неблагоприятным сочетанием погодных условий в течение вегетационного периода, особенно – в период созревания семян. При этом можно отметить, что на число цветков на растении погодные условия за 4 года проведения опыта влияния не оказали. Число цветков на растении колебалось от 42,6 до 49,2 шт. и значимых отличий по годам не обнаружено.

На рисунке 4 показано изменение семенной продуктивности растений родиолы в зависимости от возраста растений в различные годы наблюдений.



**Рисунок 4.** Семенная продуктивность растений родиолы розовой III и IV года вегетации, мг/м<sup>2</sup>, в 2016-2019 гг.  
**Figure 4.** Seed productivity of golden root plants in the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> years of vegetation, mg/m<sup>2</sup>

В ходе исследований, было выявлено, что на семенную продуктивность растений родиолы заметно влияют метеорологические условия сезона наблюдения. Самые низкие показатели продуктивности отмечены в 2017 году, самые высокие – в 2018 и 2019 гг. При этом, продуктивность растений III года жизни в 2018 году была на 6,8% выше, чем в 2019 году. Это может быть связано с жаркими и засушливыми условиями в период начала плодоношения и созревания семян в 2019 году, которые более молодые растения перенесли хуже.

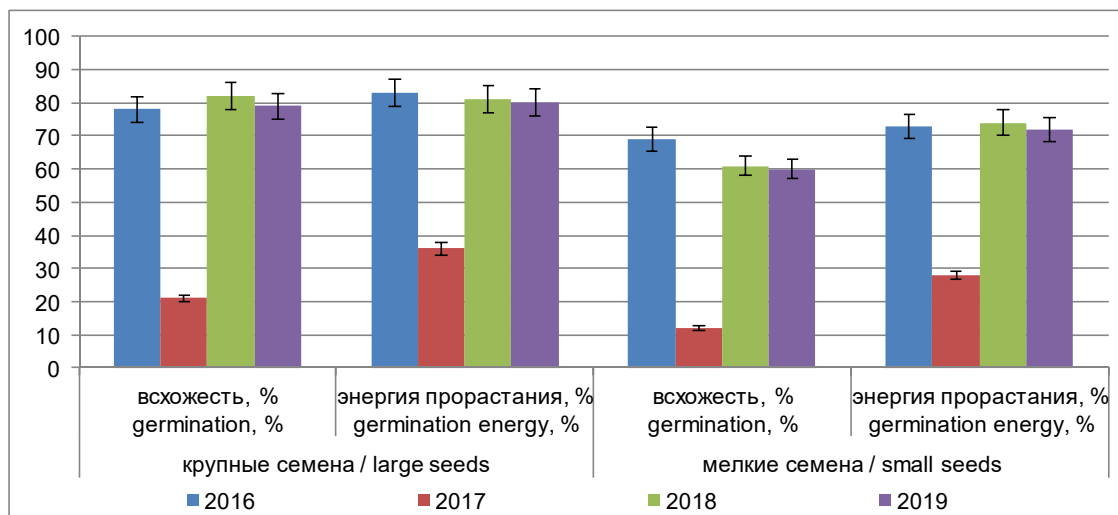
Неблагоприятные условия вегетационного сезона 2017 года оказали заметное отрицательное воздействие. На всхожесть и энергию прорастания как, так и крупных семян. Всхожесть мелких семян понизилась до 12%, а энергия прорастания составляла 28%. У крупных семян эти показатели были соответственно 21% и 36% (рис. 5).

В 2019 году всхожесть мелких семян составляла 60%, энергия прорастания – 72%. У крупных семян, эти показатели были выше, 79% и 80%.

Крупные семена, независимо от условий года сбора, отличались высокой всхожестью и энергией прорастания, возможно благодаря достаточному количеству запасных веществ. Семена, сформировавшиеся в благоприятных условиях, имели энергию прорастания: у крупных семян – до 83% (2016 год), всхожесть – до 82% (2018 год). У мелких семян эти показатели были следующие: энергия прорастания – 72-74%, всхожесть 60-69%.

В целом можно отметить, что всхожесть крупных семян составляла 78-82%, а энергия прорастания – 80-83%. Исключением являлись семена, собранные в 2017 году: у них всхожесть составила 21%, а энергия прорастания – 36%.





**Рисунок 5.** Показатели всхожести и энергии прорастания разнокачественных семян родиолы розовой IV года жизни, %

**Figure 5.** Indicators of germination and germination energy of seeds of different quality from golden root in the 4<sup>th</sup> year of life, %

#### ВЫВОДЫ

В Центральном районе Нечерноземной зоны РФ в благоприятные по погодным условиям годы основные фенологические фазы у растений родиолы розовой наступали на 2-10 суток раньше, по сравнению с неблагоприятными. Продолжительность вегетации различалась по годам и составляла для растений второго года вегетации 130-147 суток, третьего года вегетации – 158-185 суток, четвертого года вегетации – 191-199 суток.

Благоприятные по метеорологическим характеристикам периоды вегетации способствовали возрастанию массы 1000 шт. семян в среднем на 43 мг, повышению всхожести семян до 82%. Различия качества семян и их продуктивности в зависимости от условий года наблюдения могут свидетельствовать о необходимости проведения мероприятий по адаптации растений к неблагоприятным факторам среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФС.2.5.0036.15. Государственная фармакопея РФ. XIV издание. Т. 5. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения: 15.09.2019)
2. Chiang H., Chen H., Wu C., Wena K. *Rhodiola* plants: chemistry and biological activity // *Journal of Food and Drug Analysis*. 2015. V 23. Iss. 3. P. 359-369. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.04.007
3. Родиолы экстракт жидкий. URL: <https://zdravmedinform.ru/grls/reg-r-n003830-01.html> (дата обращения: 11.03.2019)
4. Савченко О.М. Эффективность обработки корнеобразователями посадочного материала родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.) // *Агрехимический вестник*. 2018. N 3. С. 56-60. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10014
5. Бачаров Д.С., Атландирова О.А., Далькэ И.В., Володин В.В. Способы повышения всхожести семян *Rhodiola rosea* (*Crassulaceae*) // *Растительные ресурсы*. 2008. Т. 44. N 2. С. 16-22.

6. Бачаров Д.С., Тарбаева В.М., Далькэ И.В., Головки Т.К. Морфолого-анатомические и физиологические особенности семян *Rhodiola rosea* L. (*Crassulaceae*) // *Ботанический журнал*. 2004. Т. 89. N 4. С. 625-631.
7. Фролов Ю.М., Полетаева И.И. Родиола розовая на Европейском Северо-Востоке. Екатеринбург: РАН. Урал. отд-ние. Коми науч. центр. Ин-т биологии, 1998. 192 с.
8. Нухимовский Е.Л. Начальные этапы биоморфогенеза *Rhodiola rosea* L., выращиваемой в Московской области // *Растительные ресурсы*. 1976. Т. 12. N 3. С. 348-355.
9. Ким Е.Ф. Опыт выращивания родиолы розовой в низкогорьях Алтая // *Растительные ресурсы*. 1976. Т. 12. С. 583-590.
10. Астафьев М.В., Саксонов С.В. Эколого-морфологическое изучение родиолы розовой, произрастающей в Самарской области // *Бюллетень Самарская Лука*. 2007. Т. 16. N 1-2 (19-20). С. 283-288.
11. Иванова Н.С. Интродукция *Rhodiola rosea* L. в Центральной Якутии // *Научный журнал КубГАУ*. 2015. N 114 (10). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/> (дата обращения: 02.09.2019)
12. Шарыгина Ю.М. Опыт выращивания родиолы розовой в ботаническом саду Марийского государственного технического университета // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2004. N 1. С. 14-19.
13. Загуменников В.Б., Нухимовский Е.Л., Климахин Г.И. Возделывание родиолы розовой // *Генет. ресурсы лекарств. и аромат. растений*. М.: ВИЛАР, 2001. С. 338-339.
14. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытько П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве. М.: Колос, 2009. 268 с.
15. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами / Под ред. Хотина А.А. *Лекарственное растениеводство: Обзорная информация*. М.: ЦБНТИмедпром, 1981. Вып. 1. 55 с.
16. Проведение вегетационных опытов с лекарственными культурами / Под ред. Калымковой



Т.В. Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. М.: ЦБНТИмедпром, 1981. N 2. 60 с.

17. Майсурадзе Н.И., Киселев В.П., Черкасов О.А. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. М.: ЦБНТИмедпром, 1984. N 3. 32 с.

18. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений в растительных сообществах. Методические указания. Новосибирск: Наука СО, 1974. 154 с.

19. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М., 1954. 128 с.

20. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. N 6. С. 826-831.

21. ГОСТ 34221-2017 «Семена лекарственных и ароматических культур. Сортвые и посевные качества. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2020. 23 с.

22. Климатический монитор г. Москва. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 19.08.2019)

#### REFERENCES

1. Pharmacopoeia article 2.5.0036.15. In: *Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiiskoi federatsii* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. 2018. XIV ed., vol. 5. Available at: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (accessed 15.09.2019)
2. Chiang H., Chen H., Wu C., Wena K. *Rhodiola* plants: chemistry and biological activity. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2015, vol 23, iss. 3, pp. 359-369. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.04.007
3. *Rodioly ekstrakt zhidkii* [Rhodiola extract liquid]. Available at: <https://zdravmedinform.ru/grls/reg-r-n003830-01.html> (accessed 11.03.2019)
4. Savchenko O. M. The efficiency of processing by root formers the planting material of the Roseroot (*Rhodiola rosea* L.) *Agrochemical Herald*, 2018, no. 3, pp. 56-60. (In Russian) DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10014
5. Bacharov D.S., Atlandirova O.A., Dalke I.V., Volodin V.V. Methods of increasing *Rhodiola Rosea* (*Crassulaceae*) seeds germination. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources]. 2008, vol. 44, no. 2, pp. 16-22. (In Russian)
6. Bacharov D.S., Tarbaeva V.M., Dalke I.V., Golovko T.K. Morphological, anatomical and physiological characteristics of *Rhodiola rosea* L. (*Crassulaceae*) seeds. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 2004, vol. 89, no. 4, pp. 625-631. (In Russian)
7. Frolov Yu.M., Poletaeva I.I. *Rodiola rozovaya na Evropeiskom Severo-Vostoke* [*Rhodiola rosea* in the European northeast]. Ekaterinburg, 1998, 192 p. (In Russian)
8. Nukhimovskii E.L. The primary phases of biomorphogenesis by *Rhodiola rosea* L. grown in the Moscow region. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources]. 1976, vol. 12, no. 3, pp. 348-355. (In Russian)
9. Kim E.F. The experience of growing *Rhodiola rosea* in the Altai lowlands. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources]. 1976, vol. 12, pp. 583-590. (In Russian)
10. Astaf'ev M.V., Saksonov S.V. Ecological and morphological study of *Rhodiola rosea* growing in the Samara region. *Byulleten' Samarskaya Luka* [Bulletin Samarskaya Luka] 2007, vol. 16, no. 1-2 (19-20), pp. 283-288. (In Russian)
11. Ivanova N.S. [Introduction of *Rhodiola rosea* L. in Central Yakutia]. *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, 2015, no. 114 (10). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/> (accessed 02.09.2019) (In Russian)
12. Sharygina Yu.M. Experience of growing *Rhodiola rosea* in the botanic garden of Mari state technical university. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2004, no. 1, pp. 14-19. (In Russian)
13. Zagumennikov V.B., Nukhimovskii E.L., Klimakhin G.I. [Cultivation of *Rhodiola rosea*]. In: *Geneticheskie resursy lekarstvennykh i aromatischeskikh rastenii* [Genetic resources of medicinal and aromatic plants]. Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants Publ., 2001, pp. 338-339. (In Russian)
14. Eshchenko V.E., Trifonova M.F., Kopyt'ko P.G. *Osnovy opytnogo dela v rastenievodstve* [Basics of experimental business in crop production]. Moscow, Kolos Publ., 2009, 268 p. (In Russian)
15. Hotin A.A., ed. [Conducting field experiments with medicinal crops]. In: *Lekarstvennoe rastenievodstvo: Obzornaya informatsiya* [Medicinal Plant Industry: Overview]. Moscow, CBNTImedprom Publ., 1981, vol. 1, 55 p. (In Russian)
16. Kalymkova T.V., ed. [Conduct growing experiments with a medicinal cultures] In: *Lekarstvennoe rastenievodstvo: Obzornaya informatsiya* [Medicinal Plant Industry: Overview]. Moscow, CBNTImedprom Publ., 1981, vol. 2, 60 p. (In Russian)
17. Maisuradze N.I., Kiselev V.P., Cherkasov O.A. [Research methods for the introduction of medicinal plants]. In: *Lekarstvennoe rastenievodstvo: Obzornaya informatsiya* [Medicinal Plant Industry: Overview]. Moscow, CBNTImedprom Publ., 1984, vol. 3, 32 p. (In Russian)
18. Beideman I.N. *Metodika izucheniya fenologii rastenii v rastitel'nykh soobshchestvakh. Metodicheskie ukazaniya* [The method of study of phenology of plants in plant communities. Methodical instructions]. Novosibirsk, Nauka SB Publ., 1974, 154 p. (In Russian)
19. Beideman I.N. *Metodika fenologicheskikh nablyudenii pri geobotanicheskikh issledovaniyakh* [Methods of phenological observations in geobotanical studies]. Moscow, 1954, 128 p. (In Russian)
20. Vainagii I. V. About the methods of study the seed productivity of plants. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 1974, vol. 59, no. 6, pp. 826-831. (In Russian)
21. ГОСТ 34221-2017 «Семена лекарственных и ароматических культур. Сортвые и посевные качества. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2020, 23 с.
22. *Klimaticheskii monitor g. Moskva* [Climate monitor of Moscow]. Available at: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (accessed 19.08.2019)

**КРИТЕРИИ АВТОРСТВА**

Ольга М. Савченко проводила полевые опыты, изучала фенологию, вместе с Еленой Ю. Бабаевой ежегодно собирали семенной материал. Ольга М. Савченко и Елена Ю. Бабаева проанализировали данные, в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность за плагиат, самоплагиат и другие неэтические проблемы.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**AUTHOR CONTRIBUTIONS**

Olga M. Savchenko conducted field experiments and studied phenology and together with Elena Yu. Babaeva annually collected seed material. Olga M. Savchenko and Elena Yu. Babaeva analysed the data, equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

**NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION**

The authors declare no conflict of interest.

**ORCID**

Ольга М. Савченко / Olga M. Savchenko <https://orcid.org/0000-0002-3054-1719>

Елена Ю. Бабаева / Elena Yu. Babaeva <https://orcid.org/0000-0002-4992-6926>