

---

---

# ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

---

---

УДК 712.25 (58 006)

DOI 10.29003/m3539.0514-7468.2019\_45\_4/592-599

## ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ В 2019 г. И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СУММАРНЫХ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Т.В. Лаврова\*

*Представлены результаты фенологических наблюдений за ритмами цветения 37 травянистых и 21 древесных растений из коллекций Ботанического сада МГУ за 2019 год по трём фазам – начало, пик и конец цветения. Вычислены средние сроки наступления фазы «пик цветения» за период 2009–2019 гг.; оказалось, что подавляющее большинство изученных растений в 2019 г. цвели раньше. Для оценки влияния суммарных активных температур (САТ) на развитие растений подсчитаны их суммы по месяцам (по данным Метеорологической обсерватории МГУ) с порогом 0 °С, 5 °С и 10 °С в сравнении со средними показателями. Сопоставление полученных данных показало прямое влияние САТ на сроки наступления фенофаз цветения, а также подтвердило важность для зацветания первоцветов не только сумм положительных температур, но и суммы температур, превышающих порог в 10 °С. Благоприятное воздействие на сроки цветения оказывает увеличение сумм активных температур непосредственно перед и во время цветения.*

**Ключевые слова:** ботанический сад, коллекции растений, метеорологические параметры, суммарные активные температуры, фенологические фазы.

**Ссылка для цитирования:** Лаврова Т.В. Фенологические ритмы цветения растений Ботанического сада МГУ в 2019 г. и их зависимость от суммарных активных температур // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 3. С. 592–599. DOI: 10.29003/m3539.0514-7468.2019\_45\_4/592-599.

Поступила 07.07.2023 / Принята к публикации 29.11.2023

## PHENOLOGICAL FLOWERING RHYTHMS OF PLANTS FROM THE MSU BOTANICAL GARDEN IN 2019 AND THEIR DEPENDENCE ON SUMMARY ACTIVE TEMPERATURES

T. V. Lavrova, PhD

\* Лаврова Татьяна Владимировна – к.б.н., с.н.с., НОЦ Ботанический сад имени Петра I биологического факультета МГУ, lavrovamgu@mail.ru.

*Lomonosov Moscow State University (Research and Educational Center Botanical Garden of Peter I of Biological faculty)*

*The results of our phenological observations of flowering rhythms of 37 herbaceous and 21 woody plants from the collections of the Botanical Garden of Moscow State University in 2019 are presented for three phases, namely, the beginning, peak and the end of flowering. The average timing of the “peak flowering” phase onset for the period of 2009–2019 was calculated, and it has turned out that the vast majority of the studied plants bloomed in 2019 earlier than usually. To assess the effect of summary active temperatures (SAT) on plant development, their sums were calculated by months (according to the data of MSU Meteorological Observatory) with thresholds of 0°C, 5°C, and 10°C in comparison with their average values. Our comparison of the data obtained has shown a direct effect of SAT on the timing of the onset of flowering phenophases, and also confirmed the importance of not only the sum of positive temperatures, but also the sum of temperatures exceeding the threshold of 10°C for flowering of the primary flowers. For a significant advance in the average timing of flowering, such plants need to receive an excess of heat about a month before flowering. An increased amount of active temperatures even immediately before and during flowering has a beneficial effect on the timing of flowering. At the same time, SAT values above 10°C are important.*

**Keywords:** *botanical garden, plant collections, meteorological parameters, summary active temperatures, phenological phases.*

**For citation:** Lavrova T.V., “Phenological flowering rhythms of plants from the MSU Botanical Garden in 2019 and their dependence on summary active temperatures”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 45, no 3, 592–599 (2023) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3539.0514-7468.2019\_45\_4/592-599.

**Введение.** Фенологические наблюдения за деревьями в дендрарии Ботанического сада (БС) МГУ проводятся с 1961 г., наблюдения за травянистыми и некоторыми древесно-кустарниковыми растениями из других коллекций Сада мы начали проводить (с перерывами) с 2009 г. Их анализ в сравнении с данными Метеорологической обсерватории (МО) МГУ, расположенной на смежной с Ботаническим садом территории, даёт дополнительные характеристики для оценки климата; изучение фенологических ритмов растений также важно для определения зимостойкости интродуцентов, для составления графика экскурсий и занятий студентов. Многочисленные климатические параметры, фиксируемые МО МГУ, подробное их рассмотрение и изучение, включающее дополнительные наблюдения за ритмами развития растений, птицами, традиционно обобщались в ежегодных коллективных монографиях «Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы», которые представляют ценный материал для истории и дальнейшего анализа развития климата Москвы. По разным обстоятельствам иногда прерывалось издание таких выпусков, как это произошло и теперь.

**Материал и методика.** Большинство наблюдаемых видов представляют собой дикорастущие травянистые многолетники различных географических зон, успешно выращиваемые в альпинарии Ботанического сада в течение многих лет, а также небольшое число видов деревьев и кустарников, в основном с декоративными свойствами (миндаль, кольквиция, магнолии, вишни, бузина). Декоративные многолетники – сорта высоких бородач (Tall Bearded – ТВ) ирисов, травянистых пионов, сирени обыкновенной и сирени Престон, флоксов, роз – также остались под нашим наблюдением, их сроки цветения чрезвычайно важны для планирования экскурсий. Однако следует отметить, что, поскольку коллекции каждой культуры включают большое число сортов и групп сортов, цветение бывает сильно растянуто во времени, и наблюдения дают скорее общую картину цветения коллекции (в меньшей степени это относится к группе сортов высоких бородач ирисов).

Для планирования графика занятий и экскурсий со школьниками и студентами, а также студенческих практических занятий на территории БС МГУ очень важно знать

сроки массового цветения видов, поэтому для сравнения в своих работах мы берём фенологическую фазу «пик цветения» (важные фазы начала и конца цветения также приводятся в таблицах). В исследовании использовалась методика, принятая для работы в ботанических садах [1], а также математические методы обработки данных [2]. При вычислении средних значений сроков наступления фенофаз даты разных месяцев приводились к более раннему месяцу. Наблюдения проводились в течение всего периода вегетации вплоть до окончания листопада, но в настоящей работе рассматриваются, как и ранее [3], только фенологические даты цветения по трём показателям – начало цветения (несколько первых распустившихся цветков), пик цветения (50 % распустившихся цветков) и конец цветения (большинство цветков отцвели). Пион древовидный помещён среди других видов рода в группе травянистых растений. Пропуски в таблицах означают, что фенодата не была отмечена.

**Результаты и анализ наблюдений.** Анализ полученных материалов показал, что подавляющее большинство изученных растений в 2019 г. цвели раньше средних значений (табл. 1, 2 и 3).

Пик цветения раннецветущей сциллы сибирской был отмечен в 2019 г. позже средних сроков на 13 дней, однако начала она цветение 05.04 одновременно с другими

**Таблица 1.** Фенологические фазы цветения травянистых растений в Ботаническом саду МГУ в 2019 г.

**Table 1.** Phenological flowering phases of herbaceous plants in the MSU Botanical Garden in 2019

№	Вид	Начало цветения	Пик цветения	Конец цветения
1	2	3	4	5
1	<i>Acanthus mollis</i> L.	24.06	12.07	23.07
2	<i>Aconitum lasiostomum</i> Spreng.	07.06	20.06	30.06
3	<i>Aquilegia olympica</i> Boiss.	23.05	28.05	07.06
4	<i>Arabis alpina</i> L.	19.04	29.04	13.05
5	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	05.06	07.06	10.06
6	<i>Cacalia hastata</i> L.	18.06	22.06	02.07
7	<i>Campanula latifolia</i> L.	07.06	17.06	24.06
8	<i>Clematis integrifolia</i> L.	05.06	17.06	
9	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	07.06	17.06	24.06
10	<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	23.07		12.08
11	<i>Echinops tschimganicus</i> B. Fedtsch.	07.07	23.07	12.08
12	<i>Galanthus nivalis</i> L.	05.04	19.04	29.04
13	<i>Helleborus caucasicus</i> A. Br.	11.04	19.04	29.04
14	<i>Helleborus purpurascens</i> Waldst. et Kit.		19.04	29.04
15	<i>Hepatica nobilis</i> L.	05.04	19.04	13.05
16	<i>Inula helenium</i> L.	02.08	12.08	22.08
17	<i>Iris hybrida hort.</i> TB	24.05	30.05	11.06
18	<i>Lathyrus gmelinii</i> (Fisch.) Fritsch	14.05	23.05	28.05
19	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	06.05	13.05	
20	<i>Leucjum vernum</i> L.	05.04	11.04	29.04

Продолжение табл. 1  
Continuation of Table 1

1	2	3	4	5
21	<i>Lilium kesselringianum</i> Misch.	01.06	04.06	07.06
22	<i>Lilium martagon</i> L.	01.06	07.06	11.06
23	<i>Paeonia anomala</i> L.	11.05	15.05	24.05
24	<i>Paeonia hybrida hort.</i>	30.05	05.06	10.06
25	<i>Paeonia lactiflora</i> L.	25.05	28.05	
26	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andrews	16.05	21.05	30.05
27	<i>Paeonia wittmanniana</i> Hartwiss. ex Lindl.		13.05	14.05
28	<i>Papaver orientale</i> L.	24.05	30.05	01.06
29	<i>Petasites amplus</i> Kitam.		11.04	19.04
30	<i>Phlox paniculata</i> hoWrt.	07.07	12.07	22.08
31	<i>Phlox subulata</i> L.	13.05	20.05	30.05
32	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.		13.05	23.05
33	<i>Pyrethrum macrophyllum</i>	04.06	07.06	17.06
34	<i>Saxifraga caespitosa</i> Scop	13.05	20.05-30.05	07.06
35	<i>Scilla sibirica</i> Andrews	05.04	19.04	29.04
36	<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	19.04	28.04	06.05
37	<i>Valeriana tiliifolia</i> Troitsky	14.05	20.05	30.05

Таблица 2. Фенологические фазы цветения древесных растений в Ботаническом саду МГУ в 2019 г.

Table 2. Phenological flowering phases of woody plants in the MSU Botanical Garden in 2019

№	Вид	Начало цветения	Пик цветения	Конец цветения
1	2	3	4	5
1	<i>Amygdalus nana</i> L.	29.04	07.05	11.05
2	<i>Cerasus kurilensis</i> (Miyabe ex Takeda) Masam. & S. Suzuki		29.04	06.05
3	<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Masam. & S. Suzuki		29.04	07.05
4	<i>Chionanthus virginicus</i> L.	28.05	01.06	07.06
5	<i>Cornus mas</i> L.	11.04	20.04	29.04
6	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	16.05	20.05	24.05
7	<i>Daphne mezereum</i> L.		11.04	19.04
8	<i>Kolkwitzia amabilis</i> Gr.	28.05	01.06	07.06
9	<i>Ligustrina amurensis</i> Rupr.	02.06	06.06	09.06
10	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	30.05	10.06	11.06
11	<i>Magnolia kobus</i> DC.		29.04	06.05
12	<i>Magnolia sieboldii</i> K.Koch	22.05	24.05	28.05

Продолжение табл. 2  
Continuation of Table 2

1	2	3	4	5
13	<i>Magnolia stellata</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	29.04	06.05	12.05
14	<i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suringar	13.05	17.05	30.05
15	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet	11.05	15.05	23.05
16	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim.	06.05		13.05
17	<i>Rosa L. hort.</i>	07.06	24.06-04.08	06.09-13.09
18	<i>Sambucus racemosa L.</i>	06.05		13.05
19	<i>Syringa x prestoniae</i>	24.05	26.05	28.05
20	<i>Syringa vulgaris L. hort.</i>	13.05	17.05	21.05
21	<i>Viburnum wrightii</i> Miq.	16.05	23.05	27.05

Таблица 3. Сравнение сроков наступления фенофазы «пик цветения» у растений-индикаторов  
Table 3. Comparison of the onset timing of the “peak flowering” phenophase in the indicator plants

Вид	Год								Средние показатели
	2009	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Деревья и кустарники	2009	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Средние показатели
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Amygdalus nana</i>	12.05			08.05	08.05	12.05	07.05	07.05	<b>09.05</b>
<i>Cerasus kurilensis</i>						08.05	05.05	29.04	<b>04.05</b>
<i>Cerasus tomentosa</i>						12.05	04.05	29.04	<b>05.05</b>
<i>Cornus mas</i>						26.04	07.05	20.04-21.04	<b>28.04</b>
<i>Fothergilla monticola</i>					10.05	23.05	11.05	04.05	<b>12.05</b>
<i>Ligustrina amurensis</i>					18.06	02.07	19.06	06.06	<b>19.06</b>
<i>Rhododendron japonicum</i>					25.05	06.06	16.05	17.05	<b>24.05</b>
<i>Syringa x prestoniae</i>		04.06	30.05	07.06	02.06	17.06	29.05	26.05	<b>03.06</b>
<i>Syringa vulgaris hort.</i>	28.05	17.05	18.05	22.05	20.05	30.05	16.05	17.05	<b>21.05</b>
Травянистые растения									
<i>Acanthus mollis</i>					21.07	06.08	30.07	12.07	<b>25.07</b>
<i>Aconitum lasiostomum</i>			14.07		17.07	14.07	05.07	20.06	<b>08.07</b>
<i>Arabis alpine</i>					06.05	19.05	04.05	29.04	<b>07.05</b>
<i>Digitalis grandiflora</i>			14.07	12.07	10.07	15.07	25.06	17.06	<b>06.07</b>
<i>Iris hybrida hort. TB</i>	15.06	08.06	03.06	11.06	10.06	28.06	06.06-08.06	30.05	<b>10.06</b>
<i>Leucojum vernum</i>		25.04	25.03		11.04	02.04	21.04	11.04	<b>11.04</b>
<i>Lilium kesselringianum</i>	11.06-15.06				15.06	17.06	04.06	04.06	<b>11.06</b>
<i>Paeonia hybrida hort.</i>	15.06	08.06	04.06	12.06	11.06	28.06	06.06-07.06	05.06	<b>11.06</b>

Продолжение табл. 3  
Continuation of Table 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Paeonia suffruticosa</i>	28.05	24.05	22.05	27.05	23.05	14.06	24.05	21.05	<b>27.05</b>
<i>Paeonia wittmanniana</i>			12.05		13.05	25.05- 26.05	12.05	13.05	<b>15.05</b>
<i>Papaver orientale</i>	11.06	13.06		15.06	13.06	15.06	01.06	30.05	<b>10.06</b>
<i>Phlox subulata</i>		19.05			19.05	05.06	16.05	20.05	<b>22.05</b>
<i>Saxifraga caespitosa</i>	11.06			04.06	04.06	07.06	29.05- 05.06	20.05- 30.05	<b>04.06</b>
<i>Scilla sibirica</i>			25.03	24.03	11.04	27.03- 05.04	21.04	19.04	<b>06.04</b>
<i>Scopolia carniolica</i>			26.04		12.05	13.05	04.05	28.04	<b>05.05</b>
<i>Valeriana tiliifolia</i>	11.06				27.05	14.06- 16.06	29.05	20.05	<b>02.06</b>

первоцветами, близко к средним значениям, и цвела долго – 24 дня. В ранневесеннее время у растений можно наблюдать замедление в развитии при похолодании и активное продолжение цветения при повышении температуры, таким образом, иногда можно даже отметить несколько пиков цветения. Очень близко к средним значениям цвели раннецветущий белоцветник весенний, также миндаль низкий, пион виттмана и флокс шиловидный, цветущие обычно в мае.

Для 12 видов отмечено наступление фенофазы «пик цветения» раньше средних сроков менее чем на 10 дней, что можно рассматривать в пределах средних значений. Так, пик цветения кизила мужского отмечен на 7–8 дней раньше средних значений, вишни курильской и войлочной – на 5 и 6 дней соответственно. Рододендрон японский цвёл на 7 дней раньше, коллекции сирени Престон и обыкновенной – на 8 и 4 дня соответственно, фотергилла горная – на 8 дней. В этой же категории видов резуха альпийская (опережение на 8 дней), лилия Кессельринга (7 дней), коллекция травянистых пионов и пион полукустарниковый (6 дней), камнеломка дернистая (10 дней) и скополия карниольская (7–8 дней). В этой группе собраны виды, цветущие как в апреле – первой половине мая (кизил, вишни, скополия, резуха), так и в мае – июне (камнеломка, пион древовидный, коллекции сирени обыкновенной и сирени Престон, рододендрон японский, фотергилла), а также чисто июньские виды – лилия Кессельринга и коллекция сортовых пионов. Коллекция сирени Престон в 2019 г. цвела всего 5 дней, с 24 по 28 мая, хотя обычно её цветение продолжается 14–20 дней.

С опережением обычных показателей более чем на 10 дней фенофаза «пик цветения» отмечена у семи видов: трескуна амурского (на 13 дней), наперстянки крупноцветковой (на 11 дней), аканта мягкого (13 дней). Акониит шерстистоустый в 2019 г. цвёл на 18 дней раньше средних сроков (обычно цветёт в июле). В альпинарии он растёт в тени рядом с близким видом – аконитом северным (который в природе цветёт, как правило, раньше первого вида, а именно в июне). Нельзя исключить, что помимо влияния климатических факторов между двумя энтомофильными видами одного рода, растущими в непосредственной близости, может происходить гибридизация. Наперстянка крупноцветковая на 19 дней опередила обычные сроки наступления фенофазы «пик цветения», коллекция

высоких бородатых ирисов – на 11 дней; кавказские виды, мак восточный – на 11 дней, а валериана липолистная – на 13. В этот список попали в основном виды, цветущие в июне – июле.

**Влияние суммарных активных температур на сроки зацветания растений.** Нами были подсчитаны суммы суточных активных температур (по данным МО МГУ) по месяцам для оценки их влияния на развитие растений. Их значения с порогами 0 °С, 5 °С и 10 °С и сравнение со средними показателями за годы исследований показаны в табл. 4, 5 и 6.

**Таблица 4.** Суммарные активные температуры выше 0 °С  
**Table 4.** Summary active temperatures above 0 °С

Месяц/год	2009	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
март	20,6	7,9	114,4	77,0	53,3	90,6	3,7	51,7	52,4
апрель	169,7	254,0	222,5	185,4	256,0	169,7	243,9	250,7	219,0
май	434,0	481,6	508,0	449,9	478,5	339,6	512,7	491,0	461,9
июнь	524,0	517,6	492,9	543,9	555,6	439,1	527,7	594,0	524,4
июль	590,6	652,9	663,6	578,6	655,6	562,8	625,6	497,0	603,3

**Таблица 5.** Суммарные активные температуры выше 5 °С  
**Table 5.** Summary active temperatures above 5 °С

Месяц/год	2009	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
март	-	-	78,5	43,7	15,9	23,0	-	14,9	22,0
апрель	138,4	231,3	211,2	147,9	230,5	130,9	212,7	157,6	182,6
май	434,1	481,6	503,1	449,9	478,5	323,9	512,7	491,0	459,4
июнь	524,3	517,6	492,9	543,9	555,6	439,1	527,7	594,0	524,4
июль	590,6	652,9	663,6	578,6	655,6	562,8	625,6	497,0	541,2

**Таблица 6.** Суммарные активные температуры выше 10 °С  
**Table 6.** Summary active temperatures above 10 °С

Месяц/год	2009	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
март	-	-	26,5	-	-	-	-	-	3,3
апрель	82,4	187,0	131,2	61,9	148,2	78,0	136,4	87,4	114,0
май	392,3	463,6	457,7	397,6	478,5	264,8	512,7	482,8	431,3
июнь	524,3	507,9	483,3	543,9	546,4	407,4	508,9	594,0	514,5
июль	590,6	652,9	663,6	578,6	655,6	526,8	625,6	497,0	598,8

Анализ трёх последних таблиц показывает, что мартовские показатели суммарных активных температур (САТ) располагаются в секторе средних значений. В апреле САТ выше 0 °С превышают средние показатели, однако суммарные активные температуры выше 5 и 10 °С, напротив, меньше средних значений. Такое распределение температур вполне согласуется с обычными сроками цветения раннецветущих растений, несмотря на то что освобождение почвы от снега по данным МО МГУ произошло ещё 29 марта. Позднее наступление фенофазы «пик цветения» для сциллы сибирской можно объяс-



нить низким значением САТ с порогом 10 °С в апреле. Как мы уже отмечали ранее [3], для зацветания раннецветущих видов важны как суммы положительных температур, так и суммы температур, превышающих порог в 10 °С.

В мае и особенно в июне суммарные активные температуры превышают средние показатели, а порог выше 10 °С превышают заметно. Июльские значения САТ, напротив, значительно ниже средних. Теперь посмотрим, как вели себя растения. Виды, цветущие в апреле – мае, цвели вовремя, майские и июньские виды – с небольшим опережением, а летние (вторая половина июня – июль) виды – с заметным опережением графика.

**Выводы.** Повышение суммарной активной температуры в мае с порогом 10 °С и в июне благоприятно сказалось на развитии растений и привело к немного более раннему цветению видов, цветущих обычно в мае и июне. Даже если за месяц до цветения видов не было превышения по температурному режиму, благоприятное воздействие на сроки цветения оказывает увеличение сумм активных температур непосредственно перед и во время цветения. При этом важны показатели САТ выше 10 °С.

В более серьёзной степени майское и июньское превышение суммарных активных температур сыграло роль в раннем наступлении фенологической фазы «пик цветения» видов, цветущих обычно во второй половине июня – июле, т. е. растения получили избыток тепла приблизительно за месяц до наступления цветения.

Недобор тепла растениями в июле на цветение уже не оказал влияния, т. к. в это время большинство растений отцвели.

**Благодарности и источники финансирования.** Автор выражает искреннюю благодарность ведущему научному сотруднику Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова М.А. Локощенко за предоставление метеорологических данных и возможность использовать их в данной статье. Работа выполнена по теме НИР НОЦ Ботанический сад имени Петра I биологического факультета МГУ «Изучение флоры России и сопредельных территорий: разработка вопросов их рационального использования и охраны» № 121031600194-4.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н., Карпионов Р.А., Плотникова Л.С., Фролова Л.А., Шкутко Н.В. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. ГБС АН СССР. 1979. Вып. 113. С. 3–8.
2. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. М., 1981. 120 с.
3. Лаврова Т.В. Фенология цветения травянистых и некоторых древесно-кустарниковых растений в Ботаническом саду МГУ в 2018 г. // Эколого-климатические характеристики атмосферы Москвы в 2019 г. по данным Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова. М.: МАКС Пресс, 2019. С. 235–241.

#### REFERENCES

1. Alexandrova, M.S., Bulygin, N.E., Voroshilov, V.N., Karpisonova, R.A., Plotnikova, L.S., Frolova, L.A., Shkutko, N.V., “Methods of phenological observations in botanical gardens of the USSR”, *Bull. GBS Academy of Sciences of the USSR* **113**, 3–8 (1979) (in Russian).
2. Zaitsev, G.N., *Phenology of woody plants* (Moscow, 1981) (in Russian).
3. Lavrova, T.V., “Flowering phenology of herbaceous and some tree-shrub plants in the Botanical Garden of Moscow State University in 2018”, *Ecological and climatic characteristics of the atmosphere of Moscow in 2019 according to the Meteorological Observatory of Lomonosov Moscow State University* (Moscow: MAKS Press, 2019. P. 235–241) (in Russian).