

## ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ БОКОВЫХ ПОБЕГОВ РАСТЕНИЙ РОДА *CRATAEGUS* L. И ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

© 2021

Зотова О.Е., Гончарова О.А.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН  
(г. Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация)

**Аннотация.** Данное исследование посвящено оценке закономерностей сезонного роста боковых побегов интродуцированных видов *Crataegus* L. за Полярным кругом (на примере Кольского полуострова). В работе представлены сроки наступления начала и окончания линейного роста побегов, продолжительность роста побегов, влияние температурного фактора на продолжительность и интенсивность роста побегов некоторых видов боярышника. Начало линейного роста побегов у изученных видов боярышника в среднем наступает 1 июня. Виды боярышника по срокам наступления линейного роста побегов в хронологическом порядке от ранних до поздних расположили следующим образом: *C. sanguinea*, *C. flabellata*, *C. maximowiczii*, *C. laevigata*, *C. dahurica*, *C. rusanovii*. Продолжительность роста побегов в среднем за 2018–2020 годы составила 38 дней. Наиболее короткий прирост был отмечен в 2019 году у *C. rusanovii*, максимальный прирост зафиксирован у растений *C. maximowiczii* в 2018 году. Различия в величине годичного прироста побегов исследуемых видов боярышников обусловлены интенсивностью, а не продолжительностью роста. К группе видов с наибольшими требованиями к теплу, накопленному к концу периода роста побегов, относятся *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, наименьшая сумма положительных температур накапливается в период линейного роста побегов *C. dahurica*.

**Ключевые слова:** *Crataegus* L.; боярышник; древесные растения; интродукция видов; фенологическое развитие; боковые побеги; линейный рост; метеорологические условия; температурный режим.

## LINEAR GROWTH OF LATERAL SHOOTS OF PLANTS BELONGING TO THE GENUS *CRATAEGUS* L. AND THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE FACTOR DURING INTRODUCTION IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION (KOLA PENINSULA)

© 2021

Zotova O.E., Goncharova O.A.

N.A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Scientific Centre of Russian Academy of Sciences  
(Apatity, Murmansk Region, Russian Federation)

**Abstract.** This study is devoted to assessing the patterns of seasonal growth of lateral shoots of introduced *Crataegus* L. species beyond the Arctic Circle (using the example of the Kola Peninsula). The paper presents the timing of the onset and end of the linear growth of shoots, the duration of the shoots growth, the influence of the thermal regime on the duration and intensity of the growth of shoots belonging to some species of hawthorn. The beginning of linear growth of shoots in introduced hawthorn species on average occurs on June 1. The sequential series of hawthorn species according to the timing of the onset of linear growth of shoots from early to late is as follows: *C. sanguinea*, *C. flabellata*, *C. maximowiczii*, *C. laevigata*, *C. dahurica*, *C. rusanovii*. The average duration of shoot growth for 2018–2020 was 38 days. The shortest increase was observed in 2019 for *C. rusanovii*, the maximum increase was recorded for *C. maximowiczii* plants in 2018. The differences in the annual growth of shoots of the studied hawthorn species are due to the intensity, not the duration of growth. *C. sanguinea*, *C. maximowiczii* belong to the group of species with the highest requirements for heat accumulated by the end of the shoot growth period, *C. dahurica* plants were characterized by the least accumulation of positive temperatures.

**Keywords:** *Crataegus* L.; hawthorn; woody plants; species introduction; phenological development; lateral shoots; linear growth; meteorological conditions; temperature regime.

### Введение

Детальное изучение экзотов в новых природно-климатических условиях необходимо для эффективной интродукции растительных организмов. Общеизвестно, что основные процессы жизнедеятельности растений детерминированы не только генотипом, но и действием факторов окружающей среды. Исследованию связи между сроками наступления фаз сезонного развития и климатической ритмикой места интродукции посвящены многие публикации. Исследователи отмечают, что при интродукции происходит изменение ряда жизненных функций, при этом ритм ростовых процессов может меняться [1–10].

Род *Crataegus* L. относится к семейству Rosaceae Juss. и является одним из наиболее крупных по видовому и формовому разнообразию среди древесно-кустарниковых растений. Большинство видов боярышника произрастает в умеренной зоне Евразии и Северной Америки. Растения рода *Crataegus* в основном листопадные деревья 3–12 м высоты, нередко многоствольные или растущие кустообразно; имеют кору от серого до коричневого цвета; крона шаровидной или яйцевидной формы; побеги у большинства видов покрыты колючками от 0,5 до 10 см длиной; листья яйцевидные или обратнояйцевидные, цельные, лопастные или рассеченные, осенью листва

окрашивается в золотистый, оранжевый и пурпурный оттенок; сложные, щитковидные соцветия образованы белыми или розовыми цветками с типичным запахом, цветение характерно весной или в начале лета; плоды с 1–5 косточками яблокообразного или грушевидного вида желто-оранжевого, красного или черного цвета в августе-октябре, нередко съедобные. Декоративность боярышников, хороший потенциал образования побегов, значительная переносимость стрижки и обрезки делают возможным их применение в зеленом строительстве, также боярышники масштабно используются как лекарственные, пищевые и медоносные растения [11–14]. В естественных растительных сообществах Кольского полуострова боярышники отсутствуют.

#### Цель и объекты исследования

Цель исследования: установление закономерностей линейного роста побегов интродуцированных видов боярышника (*Crataegus* L.) в условиях Кольской Субарктики.

Исследование проведено в 2018–2020 гг. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ). Объектами исследования были растения 6 интродуцированных видов боярышника (*C. maximowiczii* С.К. Schneid., *C. dahurica* Koehne ex С.К. Schneid., *C. flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch, *C. laevigata* (Poir.) DC., *C. rusanovii* Cinovskis, *C. sanguinea* Pall.) коллекции ПАБСИ КНЦ РАН. Каждый вид представлен 1–3 образцами, произрастающими в сходных почвенно-климатических условиях, возраст растений 20–39 лет.

Изучение роста боковых побегов проводили по методике А.А. Молчанова и В.В. Смирнова [15]. Длину боковых побегов измеряли с помощью линейки (с точностью до  $\pm 1$  мм) в нижней половине кроны с момента набухания почек до заложения верхушечных зимующих почек. Объем выборки по каждому образцу составил 10–30 побегов. Наблюдения за фенологическим развитием изучаемых растений проводили 2–3 раза в неделю в течение периода вегетации [16–18]. За дату устойчивого перехода температуры воздуха через  $0^\circ$  принимали первый день периода, сумма положительных отклонений, от нормы которого превышает сумму отрицательных отклонений любого из последующих периодов с отрицательными отклонениями [19]. Математическая обработка результатов проведена с помощью пакета анализа данных программы Microsoft Excel. Для каждого параметра вычисляли статистические характеристики согласно общепринятым методикам [20–23]. В работе использованы температурные данные, полученные с метеостанции, расположенной на экспериментальном участке ботанического сада-института ( $67^\circ 34' 48''$  с.ш.,  $33^\circ 18' 10''$  в.д.).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Начало линейного роста побегов у видов боярышника, интродуцированных на Кольский полуостров, в среднем наступает 01 июня. Самое раннее наступление роста побегов наблюдали в 2018 году у растений *C. flabellata*, самое позднее отмечено в 2019 году у образцов *C. rusanovii* (табл. 1). Самое раннее окончание роста побегов характерно для растений *C. dahurica* (25 июня) в 2018 году, особо позднее – у *C. rusanovii* в 2019 году (20 июля). Виды бо-

ярышника по срокам наступления линейного роста побегов в хронологическом порядке от ранних до поздних расположены следующим образом: *C. sanguinea*, *C. flabellata*, *C. maximowiczii*, *C. laevigata*, *C. dahurica*, *C. rusanovii*.

Наиболее короткая продолжительность роста была отмечена в 2020 году у *C. rusanovii* и составила 22 дня, максимальный период роста зафиксирован у растений *C. flabellata* и *C. laevigata* в 2018 году и составил 48 дней. Наиболее короткий период линейного роста у большинства изученных образцов отмечен в 2020 году, наиболее длительный – в 2018 году.

Величина максимального прироста побегов у большинства видов отмечена в 2018 году. Исключение составили образцы вида *C. sanguinea*, для которых этот год характеризовался минимальным приростом (рис. 1). Величину минимального прироста боковых побегов у большинства видов отмечали в 2019 году. Наименьшее значение линейного прироста боковых побегов было отмечено в 2019 году у *C. rusanovii* и составил  $63 \pm 5,2$  мм, максимальный прирост зафиксирован у растений *C. maximowiczii* в 2018 году и составил  $325 \pm 28,3$  мм. В среднем за период исследования интенсивный рост побегов определен у растений видов *C. maximowiczii*, *C. flabellata*, слабый рост – у *C. rusanovii*.

Продолжительность роста побегов в среднем за 2018–2020 годы составила 38 дней, максимальное среднее значение отмечено у *C. sanguinea* (44 дня), минимальное – у *C. rusanovii*, и составило 33 дня (рис. 2).

Анализ средних значений прироста боковых побегов выявил максимальные величины прироста побегов 216 мм у видов со средней продолжительностью роста (*C. maximowiczii*, *C. flabellata*) и средние величины прироста побегов 189 мм у растений *C. sanguinea*, характеризовавшихся наиболее длительным периодом роста, что говорит о том, что различия в величине годичного прироста исследуемых образцов боярышников обусловлены интенсивностью, а не длительностью роста.

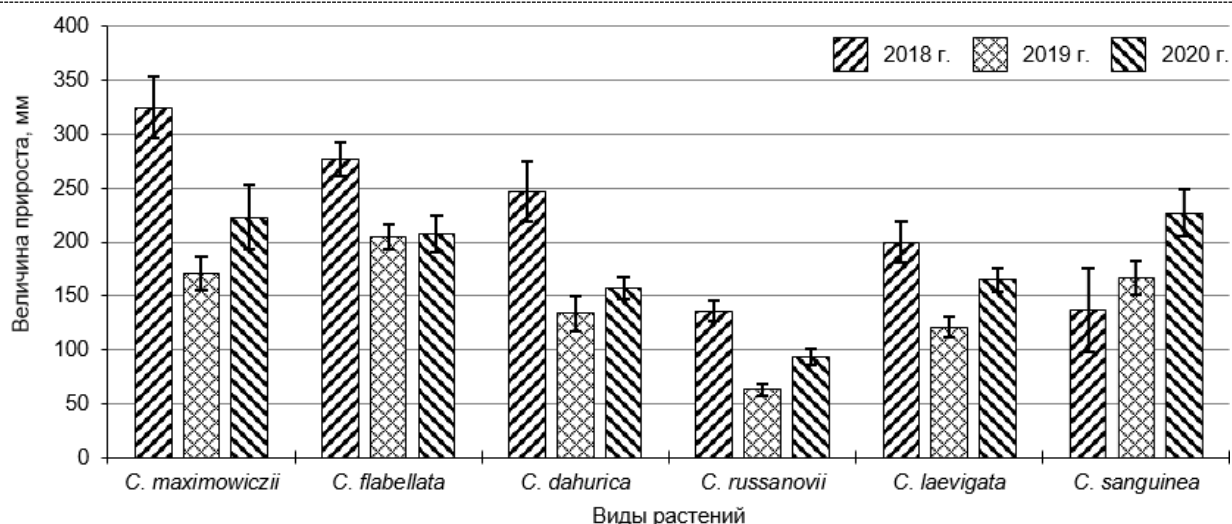
Известно, что на жизнедеятельность растений влияет не только текущее, но и состояние окружающей среды, которое предшествует любому процессу. Один из параметров, который позволяет нам охарактеризовать тепловое состояние в период от перехода температуры воздуха через  $0^\circ\text{C}$  до начала определенной фазы, – сумма положительных температур (табл. 2). При достижении суммы положительных температур от  $185,3$  до  $263,4^\circ\text{C}$  у всех видов *Crataegus* L. в среднем начинался рост побегов. Начало линейного роста боковых побегов при накоплении наименьшей суммы положительных температур  $127,7^\circ\text{C}$  отмечено у растений *C. flabellata* в 2018 году, при накоплении наибольшей суммы положительных температур  $358,1^\circ\text{C}$  – у *C. rusanovii* в 2019 году. За период роста побегов изученных видов боярышника накапливалось в среднем от  $299,1$  до  $382,4^\circ\text{C}$  положительных температур. К видам с наибольшими требованиями к теплу, накопленному к концу периода роста побегов, можно отнести *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*. Наименее требовательными к сумме положительных температур характеризовались растения *C. dahurica*, остальные виды имели средние значения суммы положительных температур к концу периода линейного роста боковых побегов.

Корреляционный анализ показал высокую положительную связь между суммой положительных температур и сроками наступления начала и окончания линейного роста боковых побегов всех анализируемых видов *Crataegus* L. в течение трех лет ( $r = 0,99$  при  $\alpha = 0,001$ ). Наиболее слабая корреляционная связь отмечена для 2019 года между продолжительностью линейного роста и окончанием ли-

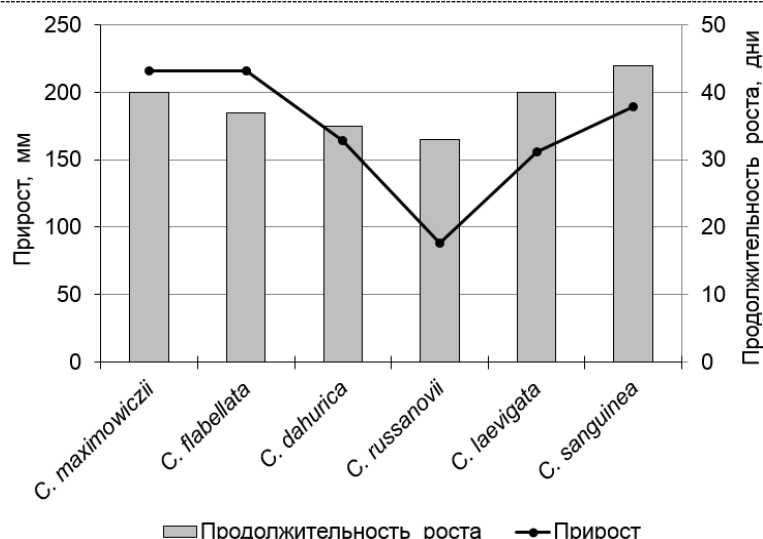
нейного роста побегов, а также накоплением положительных температур в этот период (0,52 и 0,50 соответственно). Таким образом, на продолжительность линейного роста боковых побегов у интродуцированных видов боярышников могут оказывать влияние другие метеорологические факторы, не учтенные в данной работе.

**Таблица 1** – Линейный рост боковых побегов интродуцированных видов *Crataegus* L.

Годы исследований	Рост побегов		Продолжительность, дни	Прирост, мм
	начало (Пб1)	окончание (Пб2)		
<i>Crataegus maximowiczii</i>				
2018	21.V	05.VII	44	325 ± 28,3
2019	07.VI	17.VII	40	171 ± 15,9
2020	02.VI	08.VII	36	223 ± 30,1
Среднее значение			40	216 ± 14,5
<i>Crataegus flabellata</i>				
2018	18.V	05.VII	48	277 ± 15,8
2019	05.VI	10.VII	35	205 ± 11,2
2020	04.VI	02.VII	28	208 ± 17,0
Среднее значение			37	216 ± 8,5
<i>Crataegus dahurica</i>				
2018	22.V	25.VI	34	247 ± 27,8
2019	10.VI	19.VII	39	134 ± 16,3
2020	06.VI	07.VII	31	157 ± 10,1
Среднее значение			35	164 ± 9,8
<i>Crataegus rusanovii</i>				
2018	25.V	05.VII	41	136 ± 9,3
2019	13.VI	20.VII	37	63 ± 5,2
2020	06.VI	28.VI	22	93 ± 7,3
Среднее значение			33	88 ± 4,5
<i>Crataegus laevigata</i>				
2018	22.V	09.VII	48	200 ± 19,3
2019	27.V	12.VII	46	121 ± 9,3
2020	06.VI	02.VII	26	165 ± 10,5
Среднее значение			40	156 ± 7,5
<i>Crataegus sanguinea</i>				
2018	22.V	02.VII	41	137 ± 38,8
2019	27.V	12.VII	46	167 ± 15,7
2020	03.VI	18.VII	45	227 ± 21,6
Среднее значение			44	189 ± 11,0



**Рисунок 1** – Динамика годичного линейного прироста боковых побегов интродуцированных видов *Crataegus* L.



**Рисунок 2** – Соотношение средних значений прироста и продолжительности линейного роста побегов интродуцированных видов *Crataegus* L. в 2018–2020 гг.

**Таблица 2** – Сроки наступления начала и окончания линейного роста боковых побегов интродуцированных видов *Crataegus* L. в 2018–2020 гг.

Вид растения	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Пб1	Пб2	РП	Пб1	Пб2	РП	Пб1	Пб2	РП
<i>C. maximowiczii</i>	<u>21.V</u> 156,9	<u>05.VII</u> 642,2	<u>44</u> 485,3	<u>07.VI</u> 291,3	<u>17.VII</u> 720,9	<u>40</u> 429,6	<u>02.VI</u> 175,8	<u>08.VII</u> 671,2	<u>36</u> 495,4
<i>C. flabellata</i>	<u>18.V</u> 127,7	<u>05.VII</u> 642,2	<u>48</u> 517,5	<u>05.VI</u> 262,7	<u>10.VII</u> 660,4	<u>35</u> 397,7	<u>04.VI</u> 206,7	<u>02.VII</u> 585,6	<u>28</u> 378,9
<i>C. dahurica</i>	<u>22.V</u> 170,0	<u>25.VI</u> 421,9	<u>34</u> 334,6	<u>10.VI</u> 336,2	<u>19.VII</u> 745,8	<u>39</u> 409,6	<u>06.VI</u> 234,2	<u>07.VII</u> 654,4	<u>31</u> 420,2
<i>C. rusanovii</i>	<u>25.V</u> 197,8	<u>05.VII</u> 642,2	<u>41</u> 444,5	<u>13.VI</u> 358,1	<u>20.VII</u> 761,7	<u>37</u> 403,6	<u>06.VI</u> 234,2	<u>28.VI</u> 533,3	<u>22</u> 299,1
<i>C. laevigata</i>	<u>22.V</u> 170,0	<u>09.VII</u> 702,7	<u>48</u> 534,4	<u>07.VI</u> 291,3	<u>05.VII</u> 604,6	<u>28</u> 313,3	<u>06.VI</u> 234,2	<u>02.VII</u> 585,6	<u>26</u> 351,4
<i>C. sanguinea</i>	<u>22.V</u> 170,0	<u>02.VII</u> 594,6	<u>41</u> 424,6	<u>27.V</u> 193,9	<u>12.VII</u> 674,1	<u>46</u> 480,3	<u>03.VI</u> 192,0	<u>18.VII</u> 819,4	<u>45</u> 627,4

*Примечание.* Пб1 – начало линейного роста побегов; Пб2 – окончание линейного роста побегов; РП – продолжительность линейного роста побегов, дни; в числителе – сроки наступления начала и окончания линейного роста боковых побегов; в знаменателе – сумма положительных температур.

#### Заключение

Для интродуцированных на Крайний Север растений рода *Crataegus* L. характерен неоднородный прирост боковых годовых побегов. Интенсивный рост побегов определен у растений видов *C. maximowiczii*, *C. flabellata*, слабый рост – у *C. rusanovii*. Выявлено, что различия в величине годового прироста побегов исследуемых видов боярышников обусловлены интенсивностью, а не продолжительностью роста. Определены виды боярышников с различными требованиями к температурным условиям в период роста годовых побегов. Наиболее требовательны к сумме положительных температур, накопленной за период роста побегов, – *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, наименее – *C. dahurica*.

#### Список литературы:

1. Вафин Р.В., Путенихин В.П. Боярышники. Интродукция и биологические особенности: монография. М.: Наука, 2003. 224 с.

2. Бобореко Е.З. Боярышник. Минск: Наука и техника, 1974. 223 с.

3. Встовская Т.Н. Интродукция древесных растений Дальнего Востока и Западной Сибири / отв. ред. И.Ю. Коропачинский. Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1983. 196 с.

4. Плотникова Л.С. Ареалы интродуцированных древесных растений флоры СССР. М.: Наука, 1983. 256 с.

5. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 214 с.

6. Козик Е.В., Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Сезонное развитие древесных интродуцентов в урбоэкосистемах // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 2. С. 217–220.

7. Куприянов А.Н. Интродукция растений: учебное пособие. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. 96 с.

8. Гончарова О.А., Полоскова Е.Ю., Зотова О.Е., Липпонен И.Н. Некоторые вопросы интродукции образцов *Crataegus* L. на Кольском Севере // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6, № 2 (19). С. 31–35. DOI: 10.17816/snv201762106.

9. Байгазакова Ж.М., Кентбаева Б.А. Фенологические наблюдения за некоторыми видами боярышника // Издатель, нэтижелер. Исследования, результаты. 2015. № 1–2 (65). С. 46–49.

10. Яковлева А.В., Сродных Т.Б. Морфометрические параметры и декоративность растений рода *Crataegus* L. в условиях города Екатеринбурга // Аграрный вестник Урала. 2016. № 12 (154). С. 65–71.

11. Полетико О.М. Боярышник – *Crataegus* L. // Деревья и кустарники СССР. Т. 3. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 514–577.

12. Соловьева Н.М., Котелова Н.В. Боярышник. М.: Агропромиздат, 1986. 72 с.

13. Ильина Т.А. Лекарственные растения России: иллюстрированная энциклопедия. М.: Эксмо, 2006. 190 с.

14. Галушко Р.В., Кузнецова В.М., Ежов М.В. Древесные растения с красивыми плодами и листьями в декоративном садоводстве. Киев: Аграрная Наука, 2005. 40 с.

15. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 95 с.

16. Булыгин Н.Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над листовыми древесными растениями. Л.: ЛТА, 1976. 70 с.

17. Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1975. 28 с.

18. Александрова Н.М., Головкин Б.Н. Переселение деревьев и кустарников на Крайний Север (эколого-морфологический анализ). Л.: Наука, 1978. 116 с.

19. Научно-прикладной справочник «Климат России». Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 164 с.

20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

21. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 304 с.

22. Коросов А.В., Горбач В.В. Компьютерная обработка биологических данных: метод. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 84 с.

23. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / отв. ред. В.Н. Былов. М.: Наука, 1990. 296 с.

**Работы выполнены на Уникальной научной установке «Коллекции живых растений Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 499394 в рамках темы НИР Комплексный анализ методик оценки декоративности и их применения к древесным растениям Крайнего Севера (на примере коллекции интродуцированных древесных растений ПАБСИ КНЦ РАН), рег. номер 1021071612833-7-1.6.11.**

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Зотова Олеся Евгеньевна</b>, младший научный сотрудник лаборатории дендрологии; Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН (г. Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация). E-mail: ol-sha@mail.ru.</p> <p><b>Гончарова Оксана Александровна</b>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии; Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН (г. Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация). E-mail: goncharovaoa@mail.ru.</p>	<p><b>Zotova Olesya Evgenievna</b>, junior researcher of Dendrology Laboratory; N.A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (Apatity, Murmansk Region, Russian Federation). E-mail: ol-sha@mail.ru.</p> <p><b>Goncharova Oksana Aleksandrovna</b>, candidate of biological sciences, senior researcher of Dendrology Laboratory; N.A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (Apatity, Murmansk Region, Russian Federation). E-mail: goncharovaoa@mail.ru.</p>

#### Для цитирования:

Зотова О.Е., Гончарова О.А. Линейный рост боковых побегов растений рода *Crataegus* L. и влияние температурного фактора при интродукции в Арктической зоне РФ (Кольский полуостров) // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 4. С. 41–45. DOI: 10.17816/snv2021104106.