



РОСТ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ КРУПНОПЛОДНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКА

Ольга А. Герасимова¹ ✉, goa.1903@yandex.ru, 0000-0001-6498-5986

Наталья В. Моксина¹, n.moksina2010@yandex.ru, 0000-0002-1387-0529

Наталья П. Братилова¹, nbratilova@yandex.ru, 0000-0002-2918-9690

¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени акад. М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, 660037, Россия

В статье представлены исследования показателей роста однолетних сеянцев крупноплодных сортов яблони домашней (*Malus domestica* Borkh), выращенных в условиях верхней террасы Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского г. Красноярск. Семена для выращивания были собраны с материнских деревьев, произрастающих на нижней и верхней террасах сада, высота расположения террас отличается на 28 м. Установлено превышение показателей по диаметру корневой шейки при меньших размерах корневой системы и формируемых листьев у сеянцев, выращенных из семян материнских растений с нижней террасы, характеризующейся лучшими эдафическими условиями. Выявлено, что на показатели роста семенного потомства также оказывает влияние фенологическая форма сортов яблони. Большие размеры надземной части и масса одного листа отмечается у сеянцев зимних сортов. Установлено наличие межсортовой изменчивости по показателям сеянцев яблони. Выделены быстрорастущие сорта (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный) и отдельные полусибы (Папировка № 44, Коричное полосатое № 30, Грушовка московская № 34, Белый налив № 8 и 27, Славянка № 28, Апорт среднерусский № 1, Титовка № 1, Генерал Орлов № 43, сорт № 22, № 29 и др.), характеризующиеся большей высотой и диаметром стволика однолетних сеянцев, для проведения дальнейших селекционных исследований.

Ключевые слова: яблоня, сеянцы, сорт, полусиб, изменчивость, рост

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-34-90089.

Авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Герасимова, О. А. Рост однолетних сеянцев крупноплодных сортов яблони в пригородной зоне Красноярск / О. А. Герасимова, Н. В. Моксина, Н. П. Братилова // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 2 (42). – С. 69–79. – Библиогр.: с. 77–79 (16 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.2/7>.

Поступила: 25.03.2021 **Принята к публикации:** 05.06.2021 **Опубликована онлайн:** 01.07.2021

GROWTH OF ANNUAL SEEDLINGS OF LARGE-FRUITED APPLE VARIETIES IN THE SUBURBAN AREA OF KRASNOYARSK

Olga A Gerasimova¹, goa.1903@yandex.ru,  0000-0001-6498-5986

Natalya V Moksina¹, n.moksina2010@yandex.ru,  0000-0002-1387-0529

Natalya P Bratilova¹, nbratilova@yandex.ru,  0000-0002-2918-9690

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Abstract

The article presents a study of the growth rates of annual seedlings of large-fruited varieties of domestic apple (*Malus domestica* Borkh), grown in the conditions of the upper terrace of the Botanical Garden named after Vs.M. Krutovsky, Krasnoyarsk. The seeds for cultivation were collected from mother trees growing on the lower and upper terraces of the garden. The height of the terraces differs by 28 m. It was revealed that the phenological form of apple varieties also affects the growth rates of seed progeny. Large size of aboveground part and weight of one leaf is noted in seedlings of winter varieties. The presence of intervarietal variability in indicators of apple seedlings was established. Fast-growing varieties (Anisik ordinary, Antipaskhalnoe, Papirovka, Pepin saffron) and individual half-sibs (Papirovka No. 44, Cinnamon striped No. 30, Grushovka Moskovskaya No. 34, White filling No. 8 and 27, Slavyanka No. 28, Aport Central Russian No. 1, Titovka No. 1, General Orlov No. 43, variety No. 22 No. 29, etc.), characterized by a greater height and diameter of the stem of annual seedlings, for further selection research.

Keywords: apple tree, seedlings, cultivar, semi-sib, variability, growth

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-34-90089).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Gerasimova O. A., Moksina N. V., Bratilova N. P. (2021) Growth of annual seedlings of large-fruited apple varieties in the suburban area of Krasnoyarsk. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 11, No. 2 (42), pp. 69-79 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.2/7>.

Received: 25.03.2021 **Accepted for publication:** 05.06.2021 **Published online:** 01.07.2021

Введение

Являясь многолетними организмами, плодовые растения в своей жизни проходят ряд возрастных периодов, существенно отличающихся друг от друга [4]. Выделяют следующие периоды: 1) эмбриональный; 2) ювенильный; 3) возмужание; 4) взрослое состояние; 5) старение. Ювенильный («юношеский» период, или период «молодости») начинается с момента прорастания семян и заканчивается к началу плодоношения [8]. Большое значение для селекционной работы имеет сокращение ювенильного периода [15, 16].

Выявленные связи морфологических и биологических особенностей сеянцев с хозяйственно ценными качествами взрослых сеянцев используются в селекционной практике [5, 7, 8]. Так, найденные корреляции между морфологическими и хозяйственно ценными признаками позволяют по длине, ширине и площади листовой пластины прогнозировать высоту, диаметр и величину плодов. По диаметру штамба можно в какой-то мере прогнозировать урожайность [3].

Исследования Е.Н. Седова [10] показали, что между морфологическими и биологическими показателями 1–4-летних сеянцев и взрослых растений

яблони обнаружена тесная положительная корреляция: между интенсивностью роста сеянцев и их скороплодностью; между интенсивностью осенней окраски листвы у взрослых растений яблони и окраской плодов. Яблони с летним созреванием плодов обычно раньше приобретают интенсивную окраску листьев. Однолетние сеянцы летних сортов, обладающие крупными листьями с короткими черешками, отличаются улучшенным вкусом плодов.

Показатели массы и поверхности листвы используют при определении экологической значимости видов древесных растений [1, 11, 13,14].

Большое значение имеет изучение корневой системы древесных растений 1-2-3-го годов жизни. Так, установлено, что распространение корневой системы в почве зависит от биологических особенностей того или иного вида яблони. Наилучший рост корней происходит в осенний период [2].

Практическое и научное значение имеет изучение связи между локализацией антоцианов, которые являются антиоксидантами и способствуют повышению устойчивости растений к некоторым стрессовым воздействиям [9].

Сад им. Вс. М. Крутовского, создание которого началось с 1904 года, является одним из старейших плодовых участков Сибири и представляет собой уникальную коллекцию 39 культурных сортов яблони, выведенных сибирскими, европейскими, зарубежными садоводами [12]. Территория Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского делится на две части – верхнюю и нижнюю. Геоморфологические условия и особенности почвообразования этих террас различны. Посадки яблони сохранились в стелюющейся форме (на площади 3 га) на верхней террасе сада и в открытой форме (2 га) на нижней террасе.

Для верхней части сада характерно близкое залегание карбонатных пород (известняки, доломиты), благодаря дерновому почвообразовательному процессу, а также значительный уклон с разницей отметок 10 м. Минимальное варьирование на уровне почвенных видов по содержанию гумуса и мощности гумусового горизонта связано с влиянием микрорельефа [6].

Выявлена некоторая уплотненность верхних горизонтов почвы. Преобладает среднесуглини-

стый механический состав почвы. Содержание гумуса высокое (6,5 %-11 %). В целом почвы верхней террасы имеют слабощелочную реакцию, но при продвижении вниз по профилю pH несколько увеличивается (до 7,6), характеризуются высокой емкостью поглощения и насыщенностью основаниями (> 95 %), хорошо обеспечены подвижными соединениями азота, фосфора, калия, но имеют повышенную физическую сухость из-за содержания солей CaCO₃ и CaSO₄. В целом, данный состав почв является благоприятным для выращивания плодово-ягодных культур [6].

Для нижней части сада характерны аллювиальные луговые насыщенные темноцветные карбонатные мощные и среднемощные среднесуглинистые почвы. Усилению дернового процесса и активной гумификации способствует близкое залегание грунтовых вод. Почвы имеют мощный (> 50 см) гумусовый горизонт с высоким (> 8 %) содержанием гумуса. Механический состав почвы представлен средними и тяжелыми суглинками [6].

Структура почв выражена хорошо, что вместе с высоким содержанием гумуса определяет их благоприятные физические свойства. Данные почвы имеют высокую емкость поглощения, слабощелочную реакцию (pH = 7,2-7,6) и насыщены основаниями (> 95 %). По потенциальному плодородию они намного превосходят дерново-карбонатные почвы [6].

Разница в отметках с верхней террасой составляет 28 м [6].

В данной работе представлены исследования показателей роста и развития сеянцев в юношеский (ювенальный) период.

Материалы и методы

Осенью 2019 года был произведен посев семян 37 сортов яблони, произрастающих на верхней террасе Ботанического сада, и 6 сортов на нижней террасе. Сеянцы были выращены в одинаковых условиях на верхней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского.

В конце вегетационного сезона 2020 года нами были обследованы 1310 шт. сеянцев по следующим показателям: количество образованных листьев, высота, диаметр стебля у корневой шейки

(рис. 1). Для детального изучения сеянцев по фракциям фитомассы (листья, стебель и корень) были выкопаны по 9 сеянцев каждого сорта (рис. 2).

Фитомассу определяли на весах ВЛТА 1100 после сушки в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ до абсолютно сухого состояния при температуре 100 °С [10].

Обработка собранного экспериментального материала проводилась посредством программы Microsoft Excel.



Рис. 1. Сеянцы крупноплодных сортов яблони в августе

Figure 1. Seedlings of large-fruited apple varieties in August

Источник: собственные фотографии авторов
Source: authors' own photos

Результаты и обсуждение

В конце вегетационного сезона 2020 года средняя высота сеянцев крупноплодных сортов яблони составила $8,8 \pm 0,12$ см, диаметр на уровне коневой шейки – $0,27 \pm 0,002$ см, длина корня составила $21,4 \pm 0,22$ см. В среднем на сеянцах сформировалось по $10,3 \pm 0,10$ шт. листьев.

В результате наблюдений отмечено, что на рост сеянцев в высоту оказывает влияние фенологическая форма сортов. Так, зимние сорта яблони 20.08.2020 имели среднюю высоту $9,0 \pm 0,15$ см, а летние достоверно меньше – $8,5 \pm 0,20$ см (табл. 1).



Рис. 2. Выкопанные сеянцы
Figure 2. Dug up seedlings

Источник: собственные фотографии авторов
Source: authors' own photos

Различия между летними и зимними сортами по показателю количества листьев и длине корня не являются достоверными.

Средний диаметр корневой шейки зимних сортов составил $0,27 \pm 0,002$ см, летних – $0,26 \pm 0,003$ см. Различия математически достоверны ($t_{\phi} = 2,77$, что больше $t_{05} = 1,99$).

По показателям массы фракций в абсолютно сухом состоянии видно, что различия между летними и зимними сортами на 1 пог. см стебля и корня не являются достоверными. В среднем 1 пог. см стебля составил $0,022 \pm 0,0004$ г, 1 пог. см корня – $0,041 \pm 0,0010$ г.

Масса 1 листа в абсолютно сухом состоянии в среднем составила $0,11 \pm 0,002$ г. Между летними ($0,10 \pm 0,003$ г) и зимними ($0,11 \pm 0,002$ г) сортами различия по данному показателю достоверны ($t_{\phi} = 2,77$, что больше $t_{05} = 1,99$).

При изучении внутривидовой изменчивости установлено, что наибольшей высотой отличались сеянцы сорта Антипасхальное ($14,6 \pm 1,31$ см), несколько уступали сорта Анисик обыкновенный, Бабушкино, Малиновка. Наименьшая высота отмечена у сеянцев сортов Зеленое Крутовского ($6,3 \pm 0,38$ см), Тень ($5,2 \pm 0,26$ см) (табл. 2).

Наибольший диаметр корневой шейки отмечен у сорта Антипасхальное ($0,33 \pm 0,014$ см). Большими значениями данного показателя отличаются сеянцы сортов Анисик обыкновенный, Воронежский воргуль, Кулон-китайка, Титовка. Наименьшие значения диаметра корневой шейки прослежи-

Ландшафтно-рекреационные насаждения

вались у сортов Красноярская красавица, Аркад зимний, Тень.

По показателю количества листьев наибольшими значениями отличился сорт Бабушкино ($13,7 \pm 0,77$ шт.), сорта Антоновка желтая, Аркад стаканчатый, Малиновка также имели высокие значения, наименьшие значения были у сортов Генерал Орлов, Зеленое Крушовского, Коричное полосатое, Тень.

Максимальная длина корня отмечена у сорта Титовка ($27,8 \pm 1,47$ см). Большие значения отмечены у сортов Аркад зимний, Малиновка и № 22.

У сортов Антоновка шафранная и Пепин шафранный длина корня наименьшая.

Отобраны сорта, отличающиеся быстрыми темпами роста по высоте и диаметру (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный). Также внутри каждого сорта проведен индивидуальный отбор быстрорастущих сеянцев (Папировка № 44, Коричное полосатое № 30, Грушовка московская № 34, Белый налив № 8 и 27, Славянка № 28, Апорт среднерусский № 1, Титовка № 1, Генерал Орлов № 43, сорт № 22 и № 29).

Таблица 1

Показатели сеянцев летних и зимних сортов яблони

Table 1

Indicators of seedlings for summer and winter apple varieties

Показатель Indicator	Количество листьев, шт. Number of leaves, pcs.	Высота сеянца, см Seedling height, cm	Диаметр корневой шейки, см Root neck diameter, cm	Длина корня, см Root length, cm	Масса в а.с.с., г Weight in absolutely dry condition, g		
					1 листа 1 leaf	1 пог. см стебля 1 lin. cm of stem	1 пог. см корня 1 lin.cm of root
Летние сорта Summer varieties							
\bar{x}	10,1	8,5	0,26	21,1	0,10	0,022	0,042
$\pm\sigma$	3,34	4,23	0,067	4,10	0,040	0,0083	0,0223
$\pm m$	0,16	0,20	0,003	0,35	0,003	0,0007	0,0019
V, %	33,0	49,9	25,4	19,4	38,5	38,5	52,9
P, %	1,6	2,4	1,2	1,7	3,3	3,3	4,5
Зимние сорта Winter varieties							
\bar{x}	10,4	9,0	0,27	21,5	0,11	0,023	0,041
$\pm\sigma$	3,54	4,42	0,062	4,55	0,037	0,0072	0,0197
$\pm m$	0,12	0,15	0,002	0,28	0,002	0,0004	0,0012
V, %	33,9	48,9	22,7	21,1	34,5	31,6	47,8
P, %	1,2	1,7	0,8	1,3	2,1	2,0	3,0
t_{ϕ} между летними и зимними сортами (при $t_{05}=1,99$) t_f between summer and winter varieties (at $t_{05}=1,99$)	1,62	2,00	2,77	0,89	2,77	1,24	0,44

Источник: собственные вычисления авторов

Source: The authors' own calculations

Показатели сеянцев яблони крупноплодных сортов

Table 2

Indicators of seedlings for large-fruited apple varieties

Сорт Variety	Количество листьев, шт. Number of leaves, pcs.			Высота сеянца, см Seedling height, cm			Диаметр корневой шейки, см Root neck diameter, cm			Длина корня, см Root length, cm		
	X±m	V, %	t _ф	X±m	V, %	t _ф	X±m	V, %	t _ф	X±m	V, %	t _ф
Аврора Aurora	10,2±0,65	36,3	3,51	6,8±0,59	50,1	5,47	0,26±0,009	20,9	4,26	21,1±0,74	10,6	4,07
Анисик обыкновенный Common Anisik	11,3±0,62	30,0	2,50	12,9±0,87	36,9	1,12	0,31±0,011	20,5	1,52	21,9±1,29	17,7	3,00
Антипашальное Antipashalnoe	12,2±0,62	23,7	1,58	14,6±1,31	42,1	0	0,33±0,014	20,1	0	22,9±1,34	17,5	2,43
Антоновка желтая Antonovka yellow	12,9±0,77	35,5	0,75	10,2±0,88	50,9	2,81	0,26±0,011	25,9	4,01	20,4±1,38	20,2	3,63
Антоновка обыкновенная Common Antonovka	10,1±0,45	26,2	4,14	8,3±0,56	39,7	4,41	0,29±0,008	16,8	2,82	20,4±1,51	22,3	3,51
Антоновка шафранная Saffron Antonovka	11,7±0,51	24,6	2,26	10,7±0,77	40,7	2,54	0,30±0,008	14,3	1,75	18,5±0,93	15,1	5,29
Апорт среднерусский Aport sredny Russkii	9,6±0,55	31,7	4,33	6,9±0,52	41,7	5,43	0,27±0,008	15,9	3,61	22,7±2,04	23,8	2,00
Аркад зимний Arcade Winter	10,4±0,74	42,6	3,14	10,3±1,03	59,7	2,59	0,22±0,010	28,1	6,20	23,4±1,17	15,0	2,33
Аркад стаканчатый Arkade stakanchatyу	12,4±0,84	27,0	1,20	9,6±0,95	40,6	3,08	0,25±0,017	26,9	3,60	21,4±1,18	14,7	3,37
Астраханское белое Astrakhan White	10,1±0,53	30,3	3,90	8,9±0,74	47,7	3,76	0,25±0,012	28,5	4,40	20,5±1,24	18,2	3,79
Бабушкино Babushkino	13,7±0,77	26,9	0	11,5±0,92	38,3	1,95	0,25±0,011	22,3	4,72	21,5±1,06	14,8	3,48
Белый налив Bely Naliv	10,2±0,40	31,2	4,10	9,0±0,50	44,6	3,97	0,28±0,007	21,3	3,42	20,9±0,90	18,7	3,97
Бефлер-китайка Befler Chinese	9,6±0,38	24,3	4,88	9,2±0,48	32,4	3,89	0,28±0,010	21,5	3,22	22,7±2,05	28,6	2,01
Бисмарк Bismarck	9,8±0,48	37,4	4,37	8,4±0,46	41,8	4,46	0,29±0,008	20,1	2,74	20,3±1,40	29,4	3,67
Воронежский воргуль Voronezh Vorgul	11,1±0,80	30,6	2,42	10,5±0,80	32,3	2,68	0,33±0,013	16,5	0,26	22,1±1,33	18,0	2,88
Восковое Waxen	11,5±0,54	26,6	2,38	9,1±0,67	41,6	3,76	0,29±0,010	20,0	2,72	20,3±1,40	20,7	3,65
Генерал Орлов General Orlov	8,9±0,53	40,1	5,20	7,4±0,54	49,3	5,06	0,26±0,007	17,5	4,93	21,4±1,43	20,1	3,10
Грушовка московская Grushovka Moskovskaya	9,1±0,35	33,1	5,45	7,5±0,57	67,2	5,00	0,27±0,007	23,8	4,05	20,3±0,85	18,2	4,40
Зеленое Крутовского Krutovsky Green	8,4±0,38	30,7	6,25	6,3±0,38	41,5	6,12	0,26±0,005	14,3	4,85	22,6±1,08	14,3	2,83
Золотой шип Golden Spike	10,1±0,43	31,5	4,14	8,7±0,43	37,6	4,30	0,28±0,008	21,4	3,48	21,5±0,72	13,7	3,80
Коричное полосатое Cinnamon Stripe	8,8±0,33	30,7	5,94	6,6±0,39	47,0	5,84	0,27±0,010	29,0	3,81	20,5±0,83	17,1	4,31
Красноярская красавица Krasnoyarskiy Beauty	9,0±0,55	37,9	5,00	7,0±0,60	52,7	5,26	0,22±0,011	29,4	6,21	22,9±0,88	11,5	2,81
Красноярский Сибиряк Krasnoyarskiy Sibiryak	10,7±0,64	29,8	3,02	9,7±0,82	42,5	3,18	0,26±0,011	21,1	3,81	21,5±1,46	20,4	3,03
Красноярское Krasnoyarskoeye	11,2±0,70	23,5	2,42	8,9±0,78	32,6	3,72	0,29±0,010	12,7	2,3	21,2±1,31	18,5	3,32
Кулон-китайка Pendant Chinese	10,4±0,87	30,1	2,89	9,6±0,88	30,2	3,17	0,32±0,010	11,5	0,86	20,9±1,57	22,6	3,16
Малиновка Malinovka	12,7±0,92	32,4	0,91	12,3±1,17	42,6	1,34	0,27±0,016	26,2	2,98	25,2±0,91	10,8	1,49

Ландшафтно-рекреационные насаждения

Медовка Medovka	9,2±0,65	35,1	4,47	7,4±0,64	44,3	4,95	0,26±0,010	20,3	4,21	21,4±0,85	11,9	3,76
Нобилис Nobilis	11,1±0,97	36,0	2,12	7,9±0,77	35,5	4,42	0,27±0,017	25,8	2,93	21,5±1,88	27,8	2,64
Папировка Papirovka	10,4±0,43	27,6	3,82	11,1±0,78	46,8	2,32	0,29±0,013	30,0	2,06	20,4±1,25	26,1	3,82
Пепин-китайка Pepin Kitayka	11,5±0,50	25,4	2,40	10,6±0,75	41,5	2,63	0,24±0,009	20,9	5,33	20,0±0,81	12,2	4,64
Пепин шафранный Saffron Pepin	10,5±0,43	24,3	3,69	11,4±0,84	43,6	2,03	0,29±0,012	25,2	2,53	18,2±1,43	23,5	4,65
Петербургское летнее Peterburgskoye summer	11,8±0,56	29,6	2,01	9,2±0,55	37,5	3,80	0,24±0,009	24,4	5,73	22,9±1,17	15,3	2,58
Ренет бергамотный Reinette Bergamot	9,8±0,92	48,0	3,31	7,4±0,60	36,4	4,99	0,27±0,017	31,5	2,63	22,0±1,33	18,1	2,92
Славянка Slavyanka	11,5±0,67	33,3	2,21	8,2±0,66	46,1	4,37	0,29±0,009	18,3	2,48	21,9±1,32	18,1	2,98
Тень Shade	7,8±0,40	30,9	6,80	5,2±0,26	30,8	7,05	0,23±0,007	19,3	6,31	20,1±1,18	17,6	4,04
Титовка Titovka	10,0±0,66	32,9	3,69	8,3±0,72	43,4	4,24	0,30±0,013	22,3	1,87	27,8±1,47	15,9	0
№ 22 № 22	12,0±0,49	23,7	1,87	9,4±0,63	39,4	3,61	0,28±0,009	18,0	3,26	23,4±1,02	13,1	2,45

Источник: собственные вычисления авторов

Source: authors' own calculations

По литературным данным в период вегетации у сеянцев яблони наблюдается периодичность роста корневой системы. Осенью соотношение надземной и подземной частей составляет 1:1 [2]. У однолетних сеянцев Ботанического сада Вс. М. Крутовского высота стебля и масса надземной части меньше, чем длина и масса корней в третьей декаде августа. Соотношение по протяженности надземной и подземной частей составило 1:2,4; по массе в абсолютно сухом состоянии – 1:1,3.

В ходе исследований отмечено, что сеянцы характеризуются сортовой и индивидуальной изменчивостью по окраске листьев (рис. 3). Листья с красной окраской встречаются у сортов Антоновка обыкновенная, Антипасхальное, Астраханское белое, Кулон-китайка, Пепин шафранный. Максимальное процентное соотношение сеянцев с красной окраской листьев к общему количеству сеянцев сорта выявлено у Антипасхального (22,7 %). У сортов Кулон-китайка и Пепин шафранный таких сеянцев было 17,1 %, у сорта Астраханское белое – 12,1 %. Меньший процент сеянцев с красным оттенком листьев (2,9 %) наблюдался у Антоновки обыкновенной. У остальных сортов данные особенности не наблюдались. Следует отметить, что только материнские деревья сорта Антипасхальное также характеризуется красноватым оттенком листьев.

Выявлено, что сеянцы, выращенные из семян, собранных с материнских деревьев нижней террасы Ботанического сада (первый вариант опыта), сформировали к 20.08.2020 г. 9,6±0,24 шт. листьев в сравнении с 10,4±0,10 шт. листьев у семенного потомства деревьев, произрастающих на верхней террасе (второй вариант). Сеянцы первого варианта характеризуются меньшей длиной корней (19,5±0,60 см против 21,7±0,23 см), но большим диаметром корневой шейки (2,9±0,06 мм в сравнении с 2,7±0,02 мм). Различия между вариантами опыта достоверны ($t_{\phi} > t_{05} = 1,99$). По высоте сеянцев достоверных различий не выявлено (табл. 3).



Рис. 3. Сеянцы с красной окраской листьев

Fig. 3. Seedlings with red leaf color

Источник: собственные фотографии авторов

Source: authors' own photos

Показатели сеянцев яблони, выращенных из семян, собранных с верхней и нижней террас Ботанического сада

Table 3

Indicators of apple tree seedlings grown from seeds collected from the upper and lower terraces of the Botanical Garden

Показатель Indicator	Количество листьев, шт. Number of leaves, pcs.	Высота сеянца, см Seedling height, cm	Диаметр корневой шейки, см Root neck diameter, cm	Длина кор- ня, см Root length, cm	Масса в а.с.с., г Weight in abso- lutely dry condition, g		
					1 листа 1 leaf	1 пог. см стебля 1 lin. cm of stem	1 пог. см корня 1 lin. cm of root
Нижняя терраса (1 вариант) Lower terrace (1 variant)							
\bar{x}	9,6	9,1	0,29	19,5	0,10	0,021	0,046
$\pm\sigma$	3,19	4,18	0,075	4,47	0,040	0,0076	0,0250
$\pm m$	0,24	0,32	0,006	0,60	0,005	0,0010	0,0034
V, %	33,3	45,9	25,8	22,9	39,0	35,3	53,9
P, %	2,6	3,5	2,0	3,1	5,3	4,8	7,3
Верхняя терраса (2 вариант) Upper terrace (2 variant)							
\bar{x}	10,4	8,8	0,27	21,7	0,11	0,022	0,041
$\pm\sigma$	3,50	4,26	0,062	4,32	0,038	0,0076	0,0197
$\pm m$	0,10	0,13	0,002	0,23	0,002	0,0004	0,0011
V, %	33,6	48,6	23,0	19,9	35,5	33,8	48,4
P, %	1,0	1,5	0,7	1,1	1,9	1,8	2,6
t_f между верхней и нижней тер- расой (при $t_{05}=1,99$) t_f between up- per and lower ter-race (at $t_{05}=1,99$)	3,08	0,87	3,16	3,42	1,86	0,93	1,40

Источник: собственные вычисления авторов

Source: The authors' own calculations

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что сезонная (фенологическая) форма сортов яблони оказывает влияние на показатели роста семенного потомства. Зимние сорта, характеризующиеся поздним сроком созревания плодов, отличаются большими размерами надземной части и массой одного листа сеянцев.

Различия между сеянцами летних и зимних сортов по показателям количества листьев и длине корня не являются достоверными.

При сравнении показателей сеянцев яблони, выращенных из семян, собранных с материнских деревьев верхней и нижней террас Ботанического сада, установлено превышение показателей сеянцев

нижней террасы по диаметру корневой шейки при меньших размерах корневой системы и формируемых листьев. Вероятно, данные особенности роста и развития семенного потомства яблони связаны с различными условиями произрастания материнских деревьев.

Установлено наличие межсортовой изменчивости по показателям сеянцев крупноплодных сортов яблони. Выделены быстрорастущие сорта и отдельные полусибы, характеризующиеся большей высотой и диаметром стволика (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный), для проведения дальнейших селекционных исследований.

Список литературы

1. Аткина Л. И., Игнатова М. В. Особенности распределения листовой поверхности у яблони ягодной, рябины обыкновенной, клена ясенелистного, боярышника кроваво-красного в городских посадках г. Екатеринбурга. *Лесной журнал*. 2012; 6: 32-36. DOI: 10.37482/0536-1036.
2. Ахмедов А. Д., Арабзаде А. А. Изучение корневых систем интродуцированных видов яблони (*Malus Mill*) на Абшероне. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2012; 3: 14-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17954606>.
3. Журавлева А. В., Сологалов П. В. Корреляция морфологических и хозяйственно ценных признаков сортов яблони полукультурной. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; 02: 30-32. DOI: 10.24411/0235-2451.
4. Кривко Н. П., Агафонов Е. В., Чулков В. В. (и др.) *Плодоводство*. Санкт-Петербург : Лань, 2014; 416 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23652598>.
5. Лыжин А. С., Савельева Н. Н. Использование диагностических ДНК-маркеров для идентификации генотипов яблони с комплексом ценных признаков. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2017; 47 (05): 12. DOI: 10.30679/2219-5335.
6. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Моксина Н. В., Репях М. В. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Кружовского. Красноярск: СибГТУ, 2006; 357. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19509948>.
7. Седов Е. Н. Селекция и новые сорта яблони. Орел: ВНИИСПК. 2011; 624. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28505240>.
8. Седов Е. Н. Особенности онтогенеза яблони и интенсификация селекции. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012; 16 (3): 709-715. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18104076>.
9. Усова Г. С., Трутнева Л. Н., Миляев А. И. Наследование антоциановой окраски у краснолистных и зеленолистных форм яблони и локализация антоцианов в проростках этих форм. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2014; 1: 10-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21367213>.
10. Усольцев В. А. Вертикально-фракционная структура фитомассы деревьев. Исследование закономерностей. Екатеринбург: УГЛТУ. 2013; 608. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21607125>.
11. Blonder B., Buzzard V., Simova I. (et al.) The leaf-area shrinkage effect can bias paleoclimate and ecology research. *American Journal of Botany*. 2012; 99 (11): 1756-1763. DOI: 10.3732/ajb.1200062.
12. Bratilova N. P., Moksina N. V., Gerasimova O. A. Intraspecific variability of apple tree by indicators of vegetative and generative organs. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2019; 316: 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012012.
13. Firn J., McGree J. M., Harvey E. (et al.) Leaf nutrients, not specific leaf area, are consistent indicators of elevated nutrient inputs. *Nature Ecology & Evolution*. 2019; 3: 400-406. DOI: 10.5061/dryad.qp25093.
14. Funk J. L., Larson J. E., Ames G. M. (et al.) Revisiting the Holy Grail: using plant functional traits to understand ecological processes. *Biological Reviews*. 2016; 92 (2): 1156-1173. DOI: 10.1111/brv.12275.
15. Noriko Yamagishi, Shintaro Sasaki, Kousuke Yamagata (et al.) Promotion of flowering and reduction of a generation time in apple seedlings by ectopical expression of the *Ara-bidopsis thaliana* FT gene using the Apple latent spherical virus vector. *Plant Molecular Biology*. 2011; 75: 193-204. DOI: 10.1007/s11103-010-9718-0.
16. Noriko Yamagishi, Ryusuke Kishigami, Nobuyuki Yoshikawa Reduced generation time of apple seedlings to within a year by means of a plant virus vector: a new plant-breeding technique with no transmission of genetic modification to the next generation. *Plant Biotechnology Journal*. 2014; 12 (1): 60-68. DOI: 10.1111/pbi.12116.

References

1. Atkina L. I., Ignatova M. V. Osobennosti raspredeleniya listovoj poverhnosti u yablони yagodnoj, ryabiny obyknovennoj, klена yasenelistnogo, boyaryshnika krovavo-krasnogo v gorodskih posadkah g. Ekaterinburga. [Peculiarities of leaf surface distribution of berry apple, common mountain ash, ash maple, blood-red hawthorn in urban plantations of Yekaterinburg]. Lesnoj zhurnal = Forest Journal. 2012; 6: 32-36. (in Russ.). DOI: 10.37482/0536-1036.
2. Ahmedov A. D., Arabzade A. A. Izuchenie kornevyh sistem introducirovannyh vidov yablони (Malus Mill) na Absherone [A study of the root systems of introduced apple species (Malus Mill) in Absheron]. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2012; 3: 14-18 (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17954606>.
3. Zhuravleva A. V., Sologalov P. V. Korrelyatsiya morfologicheskikh i hozyajstvenno cennyh priznakov sortov yablони polukul'turnoj [Correlation of morphological and economically valuable traits in semi-cultivated apple varieties]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC. 2011; 02: 30-32 (in Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451.
4. Krivko N. P., Agafonov E. V., Chulkov V. V. (et al.) Plodovodstvo = Fruit growing. Saint Petersburg: Lan', 2014; 416 (in Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23652598>.
5. Lyzhin A. S., Savel'eva N. N. Ispol'zovanie diagnosticheskikh DNK-markerov dlya identifikatsii genotipov yablони s kompleksom cennyh priznakov [Using diagnostic DNA markers to identify apple tree genotypes with a complex of valuable traits]. Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii = Fruit growing and viticulture of South Russia. 2017; 47 (05): 12 (in Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335.
6. Matveeva R. N., Butorova O. F., Moksina N. V., Ropyah M. V. Selekcija yablони v Botanicheskom sadu im. Vs. M. Krutovskogo = Selection of apple trees in the Botanical Garden named after Vs. M. Krutovsky. Krasnoyarsk: SibGTU. 2006; 357 (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19509948>.
7. Sedov E. N. Selekcija i novye sorta yablони = Tree breeding and new apple varieties. Orel: VNIISPK. 2011; 624 (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28505240>.
8. Sedov E. N. Osobennosti ontogeneza yablони i intensivatsiya selekcii [Peculiarities of apple tree ontogenesis and intensification of breeding]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2012; 16 (3): 709-715 (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18104076>.
9. Usova G. S., Trutneva L. N., Milyaev A. I. Nasledovanie antocianovoj okraski u krasnolistnyh i zelenolistnyh form yablони i lokalizatsiya antocianov v prorostkah etih form [Inheritance of anthocyanin colouring in redleaf and greenleaf apple forms and localisation of anthocyanins in the seedlings of these forms]. Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Michurin State Agrarian University. 2014; 1: 10-13 (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21367213>.
10. Usolcev V. A. Vertikal'no-fractionnaya struktura fitomassy derev'ev. Issledovanie zakono-mernostej = The vertical-fractional structure of the phytomass of trees. The study of patterns. Ekaterinburg: UGLTU, 2013; 608 p. (in Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21607125>.
11. Blonder B., Buzzard V., Simova I. (et al.) The leaf-area shrinkage effect can bias paleoclimate and ecology research. American Journal of Botany. 2012; 99 (11): 1756-1763. DOI: 10.3732/ajb.1200062.
12. Bratilova N. P., Moksina N. V., Gerasimova O. A. Intraspecific variability of apple tree by indicators of vegetative and generative organs. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019; 316: 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012012.
13. Firn J., McGree J. M., Harvey E. (et al.) Leaf nutrients, not specific leaf area, are consistent indicators of elevated nutrient inputs. Nature Ecology & Evolution. 2019; 3: 400-406. DOI: 10.5061/dryad.qp25093.
14. Funk J. L., Larson J. E., Ames G. M. (et al.) Revisiting the Holy Grail: using plant functional traits to understand ecological processes. Biological Reviews. 2016; 92 (2): 1156-1173. DOI: 10.1111/brv.12275.

15. Noriko Yamagishi, Shintaro Sasaki, Kousuke Yamagata (et al.) Promotion of flowering and reduction of a generation time in apple seedlings by ectopical expression of the *Ara-bidopsis thaliana* FT gene using the Apple latent spherical virus vector. *Plant Molecular Biology*. 2011; 75: 193-204. DOI: 10.1007/s11103-010-9718-0.

16. Noriko Yamagishi, Ryusuke Kishigami, Nobuyuki Yoshikawa Reduced generation time of apple seedlings to within a year by means of a plant virus vector: a new plant-breeding technique with no transmission of genetic modification to the next generation. *Plant Biotechnology Journal*. 2014; 12 (1): 60-68. – DOI: 10.1111/pbi.12116.

Сведения об авторах

✉ *Герасимова Ольга Александровна* – аспирант кафедры селекции и озеленения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени акад. М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, Российская Федерация, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6498-5986>, e-mail: goa.1903@yandex.ru.

Моксина Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры селекции и озеленения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени акад. М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, Российская Федерация, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1387-0529>, e-mail: n.moksina2010@yandex.ru.

Братилова Наталья Петровна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции и озеленения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени акад. М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, Российская Федерация, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2918-9690>, e-mail: nbratilova@yandex.ru.

Information about the authors

✉ *Gerasimova Olga Aleksandrovna* – postgraduate student, Department of selection and gardening, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarskii rabochii prospect, 31, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6498-5986>, e-mail: goa.1903@yandex.ru.

Moksina Natalya Vladimirovna – Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor, Department of selection and gardening, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarskii rabochii prospect, 31, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1387-0529>, e-mail: n.moksina2010@yandex.ru.

Bratilova Natalya Petrovna – Dr. Sci. (Agric.), Professor, Department of selection and gardening, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarskii rabochii prospect, 31, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2918-9690>, e-mail: nbratilova@yandex.ru.

✉ – Для контактов/Corresponding author