

УДК 631.529 + 635.032/.034 + 582.746.51

ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН *ACER SACCHARUM* MARSHALL В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА И ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Е.Д. Найманова¹, Н.А. Трусов² , И.О. Яценко², С.В. Михеева², Т.Д. Ноздрин¹

¹ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», 125080, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, mgupp@mgupp.ru

²ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, 127276, Ботаническая ул., 4, г. Москва, Россия, info@gbsad.ru

Аннотация

Цель исследования – изучение особенностей прорастания семян *Acer saccharum* Marshall в условиях Московского региона. Объекты исследования – плоды трёх образцов, полученных из арборетума Мюстиля (семена собраны в США), дендрария Миннесоты (США) и Рочестера (США) в 2018 г. Морфологические характеристики плодов описывали визуально. Для измерения плодов использовали штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05. Посев проводили в контейнеры на глубину, приблизительно равную толщине семени, в смесь нейтрализованный торф : дерновая земля : песок = 3 : 2 : 1. Посевы подвергали холодной стратификации: контейнеры содержались в неотапливаемой теплице в течение 3 зимних месяцев, при этом они подвергались естественным колебаниям температур, в том числе кратковременному промерзанию субстрата. При этом семена в образце из арборетума Мюстиля отделяли от мерикарпиев. Установлено, что наиболее мелкими являются плоды из арборетума Мюстиля: длина и ширина «орешка» – $0,787 \pm 0,025$ см и $0,565 \pm 0,018$ см; длина и ширина крыла – $1,633 \pm 0,054$ см и $0,608 \pm 0,030$ см, при этом для них характерна наибольшая всхожесть семян – 66,7%. Плоды из Миннесоты (США) имеют наибольший размер: длина и ширина «орешка» – $1,007 \pm 0,017$ см и $0,702 \pm 0,014$ см; длина и ширина крыла – $1,968 \pm 0,042$ см и $0,791 \pm 0,021$ см, всхожесть их семян промежуточная – 37,5%. Размерные показатели плодов образца из Рочестера занимают промежуточные значения, всхожесть наименьшая – 31,8%. Всхожесть семян образцов из дендрария Миннесоты (США) и Рочестера (США) ниже таковой для семян *A. saccharum* по данным литературы и составляет около 1/3 от посеянного количества. Всхожесть образца из арборетума Мюстиля согласуется с данными литературы. При этом семенное размножение *A. saccharum* в условиях Московского региона можно признать перспективным.

Ключевые слова: клён сахарный, *Acer saccharum*, *Sapindaceae*, плод, интродукция, всхожесть, Московский регион

SEED GERMINATION RATE OF *ACER SACCHARUM* MARSHALL IN MOSCOW REGION AND THEIR MORPHOLOGICAL STRUCTURE

E.D. Naymanova¹, N.A. Trusov² , I.O. Yatsenko², S.V. Mikheeva², T.D. Nozdrina¹

¹ROSBIOTECH, 125080, Volokolamskoe Highway, 11, Moscow, Russian, mgupp@mgupp.ru

²Tsytsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, 127276, Botanicheskaya str., 4, Moscow, Russia, info@gbsad.ru

Abstract

This study is aimed to describe the features of seed germination of *Acer saccharum* Marshall in the Moscow region. The objects of the study are the fruits of three samples obtained from the arboretum Mustila (seeds were collected in the USA), Minnesota arboretum (USA) and Rochester (USA) in 2018. Morphological characteristics of fruits were described visually. To measure the

fruits, a caliper was used (model “ШЦ-II-250-0.05”). Seeds were sown in pots, into a mixture of neutralized peat turf, topsoil and sand in the ratio of 3:2:1, at the depth approximately equal to the thickness of the seed. Seeds were subjected to cold stratification: the pots were kept in an unheated greenhouse for 3 winter months, with the substrate being exposed to natural temperature fluctuations, including short-term freezing. For the *Mustila* sample, the seeds were extracted from the mericarps. It has been shown that the smallest fruits are from the *Mustila arboretum*: the length and width of the nutlet are 0.787 ± 0.025 cm and 0.565 ± 0.018 cm respectively; the wing length and width – 1.633 ± 0.054 cm and 0.608 ± 0.030 cm, while they are characterized by the highest germination rate – 66.7%. Fruits from Minnesota (USA) have the largest size: the length and width of the nutlet are 1.007 ± 0.017 cm and 0.702 ± 0.014 cm respectively; the wing length and width – 1.968 ± 0.042 cm and 0.791 ± 0.021 cm; germination rate of their seeds is intermediate – 37.5%. The measurements of the fruits of the sample from Rochester exhibit intermediate values, whereas the germination rate is the lowest – 31.8%. The seed germination rate of Minnesota arboretum and Rochester samples is below that of seeds reported in the literature and is about 1/3 of the amount sown. The germination rate of *Mustila* sample is consistent with literature data. Nevertheless, seed reproduction of *A. saccharum* in the Moscow region can be considered promising.

Key words: sugar maple, *Acer saccharum*, *Sapindaceae*, fruit, introduction, germination, Moscow region

Введение

Наряду с привычным для нас белым сахаром, в последнее время активно применяются его различные заменители. Одними из таковых являются кленовый сахар и сироп. В Северной Америке для производства кленового сахара преимущественно используются следующие клёны: клён сахарный (*Acer saccharum* Marshall), клён чёрный (*A. saccharum* subsp. *nigrum* (F. Michx.) Desmarcus) и клён красный (*A. rubrum* L.). Изготавливается он из сока деревьев. Основным продуктом, получаемым из кленового сока, является кленовый сироп, обладающий более выраженными и самобытными вкусовыми свойствами (Eagleson, Hasner, 2006). Производство же кленового сахара не слишком рентабельно по сравнению с тростниковым, и, особенно, свекловичным, поэтому имеет ограниченный масштаб (Nearing, Nearing, 2000).

Кленовый сироп содержит около 260 ккал. Он богат калием, кальцием и железом. Продукт не содержит сахарозы и жира, а только глюкозу, которая считается более предпочтительной для человека. Кленовый сироп содержит витамины группы В, а также натуральные антиоксиданты (Nearing, Nearing, 2000). Кроме пищевого применения, он используется в сиропах от кашля, а также считается тонизирующим средством для печени и очищающим средством для почек (<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Acer+saccharum>).

Клён сахарный используется в промышленных масштабах, так как обладает самым сладким соком. Его естественный ареал простирается от Южной Канады до Центральной и Восточной части США и Северной Мексики. Он наиболее распространён в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, встречаясь по плоскогорьям, склонам гор и в долинах (Замятин, 1958). При этом активно выращивается в культуре в Корее и Польше, а также в Великобритании, Германии, Австрии, Бельгии, Болгарии, Венгрии, Чехии, Словакии, Узбекистане и Эквадоре ([https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1892-2; Godman et al., 1990](https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1892-2;Godman%20et%20al.,%201990)).

Клен сахарный представляет собой листопадное дерево, достигающее в высоту 40 м, со стволом в диаметре до 1,5 м. На открытых местах с низко посаженной кроной, в загущенных насаждениях с высоко поднятой узкоцилиндрической, при этом штамп растений прямой и высокий. Кора серая, шероховатая, бороздчатая, трещиноватая, растрескивающаяся на

пластинки с неровными краями. Однолетние побеги блестящие, тёмно-красные, голые. Почки около 1 см длиной, продолговато-яйцевидные, с заострённой верхушкой, красновато-коричневые, слегка опушённые, имеют многочисленные почечные чешуи. Листья трех-пятилопастные, шириной до 14 см, тонкие, заострённые, с редкими острыми зубцами и сердцевидным основанием. Сверху листья зеленовато-жёлтые, снизу – сизые, беловатые. Осенью окраска листьев становится от светло-оранжевой до пурпуровой. Цветки зеленовато-жёлтые около 5 мм в диаметре, в щитковидных соцветиях. Растения являются раздельнополыми, по другим данным, обоеполыми. Плоды – крылатки из двух мерикарпиев, голые, от 2,5 до 4,0 см длиной, расходящихся под острым углом (http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000515026>; Замятин, 1958; Трусов, 2022;).

Индейцы Северной Америки еще в доколумбовские времена добывали и использовали сладкий сок клёна сахарного в пищу, а также в качестве лекарственного средства. Добыча производилась в основном в начале весны: с помощью камня на стволах клёнов делались V-образные надрезы, из которых сок переливали в ведра из бересты, и затем очищали либо выпаривая излишки жидкости горячими камнями, либо снимая замёрзшую воду после ночных заморозков (Larkin, 1998).

В Англию клён сахарный завезли в 1734 г. и уже оттуда его, как декоративное растение, стали активно распространять в другие европейские страны. В России он был введён в культуру в 1753 г., а первые попытки изготовления кленового сиропа начались только в 2015 году. В дендрарии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) клён сахарный произрастает с 1950 г., образец растений был получен из Аткарска (Саратовская обл.), где выращивался с 1938 г. В настоящий момент насчитывается 8 образцов этого растения, которые были выращены из семян, полученных из их естественного ареала, и образец, привезённый из естественного ареала живыми растениями (Плотникова и др., 2005). При этом целенаправленных исследований по размножению клёна сахарного в условиях интродукции не проводилось. Известно, что размножают его семенами, черенками и иногда отводками (Тугуд, 2005). При размножении семенами их либо оставляют для дальнейшего посева, либо сразу высевают в грядки или ёмкости. Хранение посевного материала осуществляют в плотно закрытых контейнерах или в герметичных пластиковых пакетах в неотопляемом помещении. Всхожесть при этом сохраняется около 2 лет. Лабораторная всхожесть составляет 75%, грунтовая – 60% (http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html). По данным Н.W. Yawney, M.C.Jr. Clayton (1968), всхожесть составляет около 95%. Чаще всего всходы появляются на вторую весну, оптимальной температурой для прорастания считается +15...+18°C. Отмечается что семена нуждаются в 2...3-месячной стратификации при температуре +2...+5°C (Николаева и др., 1985; Baskin, Baskin, 2014). При обработке гиббереллиновой кислотой или кинетином семян без мерикарпиев и с проколотой семенной кожурой, они не нуждаются в холодной стратификации (Baskin, Baskin, 2014). Обработка калийными удобрениями (10 мг/л) стимулирует рост и прорастание семян (Николаева и др., 1985).

В России сок клёна добывают редко, по сравнению с добычей березового сока объём заготовок небольшой. Это связано с тем, что наиболее продуктивный вид, клён сахарный, распространён только в Северной Америке, а другие виды клёна, которые у нас есть, растут не так быстро и дают не так много сока. Однако, несмотря на небольшой объём производства кленового сока в России, есть фирмы-заготовители сока и производители кленового сиропа в Пензенской, Ленинградской и других областях (<https://daniosvet.ru/b/klenovyy-sirup-proizvodstvo-v-rossii>; <https://www.klenovarni.ru>).

Клён сахарный является не только источником сока, он используется в озеленении и имеет несколько декоративных форм (Встовская, 2010; Смирнова и др., 2017).

На сегодняшний день научных исследований по интродукции клёна сахарного в условиях Московского региона очень мало, при этом считается, что он хорошо растёт на данной территории (Плотникова и др., 2005). Исследования о возможности выращивания ценного пищевого растения в условиях Московского региона, в том числе по всхожести его семян, весьма актуальны.

Целью работы является оценка прорастания семян клёна сахарного в условиях Московского региона.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Описать морфологическое строение плодов трёх образцов клёна сахарного, полученных из разных мест произрастания;
2. Определить морфометрические параметры плодов;
3. Установить всхожесть семян различных образцов;
4. Предположить связи между морфологическими и морфометрическими характеристиками плодов и особенностями их прорастания.
5. Оценить перспективность выращивания клёна сахарного из семян в условиях Московского региона.

Объекты и методы исследования

Объектами изучения послужили плоды трёх образцов растений *A. saccharum*, полученных из разных мест произрастания в 2018 г.

1. Получен из Финляндии, из арборетума Мюстиля, при этом плоды были собраны в природе, во время экспедиции в Аппалачи, в США, Западная Вирджиния, округ Покахонтес, гора Snowshoe (38°24'N, 80°00'W, 1260...1280 м н.у.м.). Далее по тексту – Мюстиля (сбор США). Посеяно 21 семя без перикарпия.

2. Получен из дендрария «Minnesota arboretum» недалеко от Миннеаполиса, штат Миннесота (США). Далее по тексту – Миннесота арборетум. Посеяно 42 мерикарпия.

3. Получен из города Рочестер, штат Миннесота (США). Далее по тексту – Рочестер (Миннесота). Посеяно 44 мерикарпия.

В связи с малым количеством полученного по делектусу материала, посев проводился без повторностей, ранее такой подход нами применялся к изучению всхожести каштанов, карий, гаультерий и вакциниумов (Афанасьева и др., 2020; Трусов и др., 2021; Гиневич и др., 2023; Кирсанова и др., 2023).

Морфологические характеристики плодов описывали визуально, руководствуясь терминологией З.Т. Артюшенко, А.А. Фёдорова (1986). Для измерения плодов использовали штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05. Все количественные данные обрабатывали методами вариационной статистики: вычисляли среднюю и ее отклонение, коэффициент вариации, показатель точности опыта (Зверев, Зефилов, 2013), достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Оценивали полевую всхожесть семян трёх образцов. У посевного материала семена не отделяли от перикарпия, за исключением образца Мюстиля (сбор США). Исследование посева семян без перикарпия носит рекогносцировочный характер. Посев проводился на глубину, приблизительно равную толщине семени, в контейнеры Р11, Р16 или С3 в зависимости от количества и размера семян, в почвенную смесь – нейтрализованный торф : дерновая земля : песок в соотношении 3 : 2 : 1. Далее проводили полив и мульчирование поверхности мелким гравием. Горшки подвергали холодной стратификации в неоттапливаемой теплице в течение 3 зимних месяцев (подвергались естественным колебаниям температур, в т.ч. кратковременному замерзанию), защита от мышей осуществлялась с помощью накрывания контейнеров стеклом. Семена проросли в течение весны 2019 г.

Результаты исследования и их обсуждение.

Плоды *A. saccharum* образца Мюстиля (сбор США) имеют «орешки» сплюснуто-шаровидной формы, коричневого цвета. Поверхность гладкая, матовая. Крыло продолговатой формы, с зауженным основанием и закруглённым краем. Жилки на крыле выражены слабо (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мерикарпии и семена *Acer saccharum*, Мюстиля (сбор США), 2018 г.
Масштабная линейка – 1 см

У плодов образца Миннесота арборетум «орешки» сплюснуто-шаровидной формы. Цвет «орешка» тёмно-коричневый, коричневый. Поверхность гладкая, матовая. Крыло продолговатой формы с закруглённой расширенной верхушкой. Цвет крыла коричневый, светло-коричневый, местами с тёмными пятнами, присутствуют выраженные жилки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Мерикарпии *Acer saccharum*, Миннесота арборетум, 2018 г.
Масштабная линейка – 1 см

Плоды образца Рочестер (Миннесота) серо-коричневого цвета. Поверхность гладкая, матовая. «Орешки» имеют сплюснуто-шаровидную форму с заострённым краем. Крыло продолговатой формы, с закруглёнными краями. На крыле выражены жилки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Мерикарпии *Acer saccharum*, Рочестер (Миннесота), 2018 г.
Масштабная линейка – 1 см

Морфологические характеристики плодов всех образцов *A. saccharum* соответствуют описанию из литературы (Замятин, 1958; Трусов, 2022; http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000515026>).

Морфометрические показатели мерикарпиев разных образцов *A. saccharum* представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Размеры мерикарпиев образцов *Acer saccharum*, см

Происхождение образца	Длина				Ширина			
	$M \pm m_m$	tm_m	V, %	P, %	$M \pm m_m$	tm_m	V, %	P, %
Мерикарпий								
Мюстия (сбор США), 2018 г.	2,546±0,064	0,132	12,31	2,51	–	–	–	–
Миннесота арборетум, 2018 г.	2,975±0,044	0,090	9,92	1,50	–	–	–	–
Рочестер (Массачусетс, США), 2018 г.	2,927±0,040	0,081	9,32	1,37	–	–	–	–
«Орешек»								
Мюстия (сбор США), 2018 г.	0,787±0,025	0,050	21,20	3,12	0,565±0,018	0,037	21,82	3,22
Миннесота арборетум, 2018 г.	1,007±0,017	0,034	11,01	1,66	0,702±0,014	0,029	13,56	2,04
Рочестер (Массачусетс, США), 2018 г.	0,916±0,017	0,034	11,07	1,82	0,724±0,014	0,030	12,35	2,03
Крыло								
Мюстия (сбор США), 2018 г.	1,633±0,054	0,111	16,11	3,29	0,608±0,030	0,062	24,20	4,94
Миннесота арборетум, 2018 г.	1,968±0,042	0,085	14,24	2,15	0,791±0,021	0,042	17,63	2,66
Рочестер (Миннесота), 2018 г.	2,011±0,040	0,081	12,17	2,00	0,930±0,030	0,062	19,94	3,28

Примечания: $M \pm m_m$ – средняя арифметическая и её ошибка; tm_m – доверительный интервал; V – коэффициент вариации; P – показатель точности опыта для стандартного доверительного уровня 95% (точность опыта считается удовлетворительной при значениях показателя, не превышающих 5%).

Как видно из представленных в таблице 1 данных, самые крупные плоды у образца Миннесота арборетум. Размеры «орешка»: длина – $1,007 \pm 0,017$ см, ширина – $0,702 \pm 0,014$ см. Размеры крыла: длина – $1,968 \pm 0,042$ см, ширина – $0,791 \pm 0,021$ см.

Наименьшая длина и ширина плодов у образца Мюстиля (сбор США). Размеры «орешка»: длина – $0,787 \pm 0,025$ см, ширина – $0,565 \pm 0,018$ см. Размеры крыла: длина – $1,633 \pm 0,054$ см, ширина – $0,608 \pm 0,030$ см.

Плоды Рочестер (Миннесота) по своим показателям занимают промежуточное место среди исследованных. Длина и ширина «орешка» – $0,916 \pm 0,017$ см и $0,724 \pm 0,014$ см, длина и ширина крыла – $2,011 \pm 0,040$ см и $0,930 \pm 0,030$ см.

Различия между размерными показателями плодов *A. saccharum* из разных мест сбора оценивали по критерию Стьюдента (t-критерий). Было установлено, что различие по длине мерикарпиев, Рочестер (Миннесота) и Мюстиля (сбор США), недостоверно, $t_{эмп} (0,8) < t_{табл} (1,99)$; для мерикарпиев Рочестер (Миннесота) и Миннесота арборетум, и Миннесота арборетум и Мюстиля (сбор США) различия достоверны, $t_{эмп} (5,6) > t_{табл} (1,99)$ и $t_{эмп} (5,3) > t_{табл} (2,0)$ соответственно.

Различие по длине «орешков», Рочестер (Миннесота) и Мюстиля (сбор США), достоверно, $t_{эмп} (3,8) > t_{табл} (1,99)$; для «орешков» Рочестер (Миннесота) и Миннесота арборетум, также достоверно, $t_{эмп} (3,4) > t_{табл} (1,99)$; а для «орешков» Миннесота арборетум и Мюстиля (сбор США) – недостоверно, $t_{эмп} (0,4) < t_{табл} (2,0)$. Различие по ширине «орешков» Рочестер (Миннесота) и Мюстиля (сбор США) – недостоверно, $t_{эмп} (1,0) < t_{табл} (1,99)$; для «орешков» Рочестер (Миннесота) и Миннесота арборетум – достоверно, $t_{эмп} (2,3) > t_{табл} (1,99)$; и для «орешков» Миннесота арборетум и Мюстиля (сбор США) – достоверно, $t_{эмп} (3,1) > t_{табл} (2,0)$.

Различие по длине крыльев плодов Рочестер (Миннесота) и Мюстиля (сбор США), недостоверно, $t_{эмп} (0,7) < t_{табл} (1,99)$; для крыльев плодов Рочестер (Миннесота) и Миннесота арборетум – достоверно, $t_{эмп} (4,9) > t_{табл} (1,99)$; также и для крыльев плодов из Миннесоты и Мюстиля (сбор США), $t_{эмп} (5,8) > t_{табл} (2,0)$. Различие по ширине крыльев плодов Рочестер (Миннесота) и Мюстиля (сбор США) – достоверно, $t_{эмп} (3,9) > t_{табл} (1,99)$; для крыльев плодов Рочестер (Миннесота) и Миннесота арборетум – достоверно, $t_{эмп} (5,0) > t_{табл} (1,99)$; и для крыльев плодов Миннесота арборетум и Мюстиля (сбор США) – достоверно, $t_{эмп} (7,1) > t_{табл} (2,0)$.

В большинстве случаев размеры мерикарпиев, «орешков» и крыльев у трех образцов *A. saccharum* достоверно различаются. Таким образом, морфометрические характеристики мерикарпиев могут использоваться в дальнейшем обсуждении их влияния на всхожесть семян *A. saccharum*.

В таблице 2 представлены относительные размеры «орешка» и крыла образцов *A. saccharum*. Так у образца Рочестер (Миннесота) «орешек» имеет наименьшие относительные размеры, его длина составляет 31,48% от длины мерикарпия, а длина крыла – 68,52%. У образца Миннесота арборетум длина «орешка» – 34,07%, крыла – 65,93%. У образца Мюстиля (сбор США) длина «орешка» – 36,06%, крыла – 63,96%.

Таблица 2 – Относительные размеры «орешка» и крыла *Acer saccharum* (% от длины мерикарпия) и всхожесть семян (%)

Происхождение образца	«Орешек»	Крыло	Всхожесть семян
Мюстиля (сбор США), 2018 г.	36,06	63,96	66,7
Миннесота арборетум, 2018 г.	34,07	65,93	37,5
Рочестер (Миннесота), 2018 г.	31,48	68,52	31,8

Установлено, что наибольшей всхожестью (таблица 2) обладают семена без перикарпия образца Мюстиля (сбор США) – 66,7%, а наименьшей Рочестер (Миннесота) – 31,8%. Промежуточное значение всхожести – 37,5% у образца Миннесота арборетум. По данным литературы, семена клёна обладают средней или высокой всхожестью – 60...75% (http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html) или около 95% (Yawney, Clayton, 1968). В нашем исследовании для двух образцов, посеянных без очистки семян от перикарпиев, она составляет около 35%, что в 2 раза ниже заявленных данных. Вероятно, это связано с тем, что семена собраны из культуры (т.е. более вероятно самоопыление и снижение жизнеспособности сеянцев), и отсутствием отбора по выполненности мерикарпиев, то есть пустые «орешки» высевались вместе с выполненными, где были семена. Образец Мюстиля (сбор США), будучи полученным из дикой природы и очищенным от перикарпиев, продемонстрировал всхожесть, согласующуюся с литературными данными.

Заключение

Морфологические характеристики изученных плодов в целом соответствуют описаниям в источниках литературы. «Орешки» сплюснуто-шаровидные, от светло- до тёмно-коричневых, гладкие, матовые. Крыло продолговатое, на верхушке суженное, реже закруглённое, с жилками, выраженными в той или иной степени.

Наибольший размер плодов у образца из Миннесота арборетум (Миннесота, США): длина и ширина «орешка» – $1,007 \pm 0,017$ см и $0,702 \pm 0,014$ см; длина и ширина крыла – $1,968 \pm 0,042$ см и $0,791 \pm 0,021$ см. Наименьший размер плодов у образца из арборетума Мюстиля, собранного в природе во время экспедиции в Аппалачи (США): длина и ширина «орешка» – $0,787 \pm 0,025$ см и $0,565 \pm 0,018$ см; длина и ширина крыла – $1,633 \pm 0,054$ см и $0,608 \pm 0,030$ см. Плоды образца из Рочестера (Миннесота) по своим показателям занимают промежуточное место среди представленных плодов.

Крыло у *A. saccharum* по длине всегда превышает «орешек». Так у плодов образца Мюстиля (сбор США) «орешек» наиболее крупный по относительным размерам плода («орешек» – 36,06%, крыло – 63,96%). Затем по этому признаку идёт образец из Миннесота арборетума («орешек» – 34,07%, крыла – 65,93%). Самый маленький по относительным размерам «орешек» у плодов из Рочестера (Миннесота) («орешек» – 31,48%, а крыло – 68,52%).

У образца Мюстиля (сбор США), имеющего наименьшие абсолютные и наибольшие относительные размеры «орешка» плода, но при этом семена которого были очищены от перикарпия, установлена наибольшая всхожесть семян.

Всхожесть образца, очищенного от мерикарпия (66,7%), согласуется с данными литературы, всхожесть неочищенных образцов – примерно в 2 раза ниже, что может свидетельствовать о значительной доле пустых мерикарпиев и необходимости их очистки для точного установления всхожести.

Семенное размножение *A. saccharum* сухими семенами в условиях Московского региона, с учётом их всхожести около 33%, можно признать перспективным. Для целей семенного размножения очистка семян от перикарпиев не нужна, достаточно увеличить норму высева семян.

Финансирование

Работа частично выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002-6.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, 1986. 392. <https://djvu.online/file/Y5J2nHH7TWRUB>
2. Афанасьева Л.А., Трусов Н.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Соломонова Е.В., Ноздрин Т.Д. Особенности прорастания некоторых *Vaccinium* в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Вестник КрасГАУ. 2020. 9. 3-11. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-9-3-11>
3. Встовская Т.Н. Декоративные формы местных и экзотических видов клёна, перспективных для первичного испытания в Сибири // Растительный мир Азиатской России. 2010. 1. 101-111. <https://elibrary.ru/mtzplh>
4. Гиневич М.О., Трусов Н.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Ноздрин Т.Д. Всхожесть семян североамериканских представителей рода *Carya*, перспективных к выращиванию в условиях Московского региона // Вестник КрасГАУ. 2023. 6. 48-57. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-6-48-57>
5. Плотникова Л.С., Александрова М.С., Беляева Ю.Е., Немова Е.М., Рябова Н.В., Якушина Э.И. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. 588. <https://elibrary.ru/qkntub>
6. Замятин Б.Н. Род. 2. Клен – *Acer* L. // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / под ред. Соколова С.Я., Шишкина Б.К. М.-Л.: Издательство Академии наук СССР. 1958. 4. 406-499.
7. Зверев А.А., Зефиоров Т.Л. Статистические методы в биологии: учебно-методическое пособие. Казань: КФУ, 2013. 42.
8. Смирнова Т.В., Марченко А.М., Епанчинцева О.В., Сычев А.И., Шипунова А.А., Дубнова Е., Окунева И.Б., Горяинова В.П., Бумбеева Л.И., Лысиков А.Б., Трубина Н.Н. Каталог древесных растений, выращиваемых в питомниках АППМ / отв. ред. М. Ахметет. М.: АППМ, 2017. 432. <https://elibrary.ru/ynqolx>
9. Кирсанова Т.Ю., Трусов Н.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Ноздрин Т.Д. Всхожесть семян представителей рода *Castanea*, перспективных к выращиванию в условиях Московского региона // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2023. 2. 86-96. <https://elibrary.ru/uxounh>
10. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 348.
11. Тугуд А. Размножение растений. М.: АСТ, 2005. 320.
12. Трусов Н.А. Клён сахарный // Большая российская энциклопедия. <https://bigenc.ru/c/klion-sakharnyi-ae5777>
13. Трусов Н.А., Афанасьева Л.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Соломонова Е.В., Ноздрин Т.Д. Особенности прорастания некоторых *Gaultheria* в Главном ботаническом саду РАН // Вестник КрасГАУ. 2021. 12. 97-104. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-12-97-104>
14. Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 2014. 1586.
15. Eagleson J., Hasner R. The Maple Syrup Book. Boston: The Boston Mills Press, 2006. 96 p.
16. Godman R.M., Yawney H.W., Tubbs C.H. *Acer saccharum* Marsh. sugar maple // Silvics of North America: Volume 2 Hardwoods. USDA, 1990. 2. 78-91 <http://dendro.cnre.vt.edu/dendrology/USDAFSSilvics/2.pdf>
17. Larkin D. Country wild. Boston: Houghton Mifflin and Co., 1998. 160.
18. Nearing H., Nearing, S. The maple sugar book: together with remarks on pioneering as a way of living in the twentieth century. Chelsea: Chelsea Green Publishing, 2000. 305.

19. Yawney H.W., Clayton M.C.Jr. Sugar maple seed research // Proceedings, Twentieth anniversary nurserymen's conference. Upper Darby: USDA Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry, 1968. 115-123

WEB-ссылки

<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Acer+saccharum>
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1892-2>
http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000515026>
<https://daniosvet.ru/b/klenovyy-sirop-proizvodstvo-v-rossii>
<https://www.klenovarni.ru>

References

1. Artyushenko, Z.T., & Fedorov, A.L. (1986). *Organographia Illustrate Plantarum Vascularium. Fructus*. Nauka. <https://djvu.online/file/Y5J2nHH7TWRUB>. (In Russian).
2. Afanas'eva, L.A., Trusov, N.A., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V., Solomonova, E.V., & Nozdrina, T.D. (2020). Specific Features of Germination of Some *Vaccinium (Vaccinium)* in N. V. Tsytzin Main Botanical Garden RAS. *Bulletin of KSAU*, 9, 3-11. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-9-3-11>. (In Russian, English abstract).
3. Vstovskaya, T.N. (2010). Ornamental Forms of Native and Exotic Species of Maple Promising for Primary Testing in Siberia. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii*, 1, 101-111. <https://elibrary.ru/mtzplh>. (In Russian, English abstract).
4. Ginevich, M.O., Trusov, N.A., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V., & Nozdrina, T.D. (2023). Seed Germination of North American Species of the Genus *Carya*, Promising for Cultivation in Moscow Region. *Bulletin of KSAU*, 6, 48-57. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-6-48-57>. (In Russian, English abstract).
5. Plotnikova, L.S., Aleksandrova, M.S., Belyaeva, Yu.E., Nemova, E.M., Ryabova, N.V., & Yakushina, E.I. (2005). *Woody plants of the Tsytzin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: 60 Years of Introduction*. Nauka. <https://elibrary.ru/qkntub>. (In Russian).
6. Zamyatnin, B.N. (1958). Genus 2. Maple – *Acer* L. In S.Ya., Sokolov, & B.K., Shishkin, (Eds.) *Trees and Shrubs of the USSR: Wild, Cultivated and Promising for Introduction*. (Vol. 4, pp. 406-499). Academy of Sciences of the USSR. (In Russian).
7. Zverev, A.A., & Zefirov, T.L. (2013). *Statistical Methods in Biology: Educational and Methodological Manual*. KFU. (In Russian).
8. Smirnova, T.V., Marchenko, A.M., Epanchineva, O.V., Sychev, A.I., Shipunova, A.A., Dubnova, E., Okuneva, I.B., Goryainova, V.P., Bumbeeva, L.I., Lysikov, A.B., & Trubina, N.N.. (2017). *Catalog of Woody Plants Grown in Nurseries APPM*. APPM. <https://elibrary.ru/ynqolx>. (In Russian).
9. Kirsanova, T.Yu., Trusov, N.A., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V., & Nozdrina, T.D. (2023). Seed Germination of Species of the Genus *Castanea*, Promising for Cultivation in Moscow Region. *Contemporary Horticulture*, 2, 86-96. <https://elibrary.ru/uxounh>. (In Russian, English abstract).
10. Nikolayeva, M.G., Razumova, M.V., & Gladkova, V.N. (1985). *A Guide to the Germination of Continuing Seeds*. Nauka. (In Russian).
11. Toogood, A. (Ed.) (2005). *Plant Propagation*. AST. (In Russian).
12. Trusov, N.A. (2022). Sugar Maple. *Great Russian Encyclopedia*. <https://bigenc.ru/c/klion-sakharnyi-ae5777>. (In Russian).
13. Trusov, N.A., Afanas'eva, L.A., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V., Solomonova, E.V., & Nozdrina, T.D. (2021). Germination Features of Some *Gaultheria* in the RAS Main Botanical Garden.

- Bulletin of KSAU*, 12, 97-104. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-12-97-104>. (In Russian, English abstract).
14. Baskin, C.C., & Baskin, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press.
15. Eagleson, J., & Hasner, R. (2006). *The Maple Syrup Book*. The Boston Mills Press.
16. Godman, R.M., Yawney, H.W., & Tubbs, C.H. (1990). *Acer saccharum* Marsh. Sugar Maple. In *Silvics of North America: Hardwoods* (Vol. 2, pp. 78-91). USDA. <http://dendro.cnre.vt.edu/dendrology/USDAFSSilvics/2.pdf>
17. Larkin, D. (1998). *Country Wild*. Houghton Mifflin and Co.
18. Nearing, H., & Nearing, S. (2000). *The Maple Sugar Book: Together with Remarks on Pioneering as a Way of Living in the Twentieth Century*. Chelsea Green Publishing.
19. Yawney, H.W., & Clayton, M.C.Jr. (1968). Sugar Maple Seed Research. In *Proceedings, Twentieth Anniversary Nurserymen's Conference* (pp.115-123). USDA Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry.

WEB references

<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Acer+saccharum>
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1892-2>
http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000515026>
<https://daniosvet.ru/b/klenovyy-sirop-proizvodstvo-v-rossii>
<https://www.klenovarni.ru>

Авторы:

Екатерина Дмитриевна Найманова, студент кафедры биоэкологии и биологической безопасности, ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», tokiolove01@mail.ru

Николай Александрович Трусов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, n-trusov@mail.ru
ORCID 0000-0002-5147-6602
SPIN 2193-2203

Игорь Олегович Яценко, кандидат биологических наук, научный сотрудник Лаборатории дендрологии ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, i_o_yatzenko@mail.ru
ORCID 0000-0003-4378-8507
SPIN 8245-5880

Светлана Валерьевна Михеева, аспирант, агроном лаборатории дендрологии ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, mikheeva.mbg.ras@gmail.com
ORCID 0000-0002-2643-470X
SPIN 9408-4723

Татьяна Дмитриевна Ноздрина, кандидат биологических наук, доцент кафедры биоэкологии и биологической безопасности, ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», biomgupp@yandex.ru
ORCID 0000-0003-2589-4787
SPIN 6348-7597

Authors details:

Ekaterina D. Najmanova, student in Department of Bioecology and Biological Safety of ROSBIOTECH, tokiolove01@mail.ru

Nikolay A. Trusov, PhD in Biology, Senior Researcher in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, n-trusov@mail.ru
ORCID 0000-0002-5147-6602
SPIN 2193-2203

Igor O. Yatsenko, PhD in Biology, Researcher in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, i_o_yatzenko@mail.ru
ORCID 0000-0003-4378-8507
SPIN 8245-5880

Svetlana V. Mikheeva, postgraduate student, agronomist in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, mikheeva.mbg.ras@gmail.com
ORCID 0000-0002-2643-470X
SPIN 9408-4723

Tatyana D. Nozdrina, PhD in Biology, Associated Professor in Department of Bioecology and Biological Safety of ROSBIOTECH, biomgupp@yandex.ru
ORCID 0000-0003-2589-4787
SPIN 6348-7597

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.