
Научная статья

УДК 630*8

DOI: 10.37482/0536-1036-2025-6-106-118

Сокопродуктивность высокогорных кленовников Северного Кавказа

Х.М. Хетагуров¹, д-р биол. наук, проф.; ResearcherID: [AAI-6375-2021](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2684-897X>

И.А. Николаев¹, канд. биол. наук, доц.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2379-7601>

А.В. Грязыкин²✉, д-р биол. наук, проф.; ResearcherID: [C-6699-2018](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7901-2180>

И.К. Сатцаева¹, канд. техн. наук, доц.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5749-6735>

Чан Чунг Тхань³, канд. с.-х. наук, исследователь; ResearcherID: [ABB-4415-2021](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0728-3547>

¹Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, ул. Батутина, д. 44–46, г. Владикавказ, Россия, 362025; zaz81@inbox.ru, bootany@yandex.ru, catcaeva@mail.ru

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, пер. Институтский, д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия, 194021; lesovod@bk.ru✉

³Институт исследований экологии и лесной среды – Вьетнамская академия лесных наук, ул. Даык Тханг, д. 46, р-н Бак Ту Лием, Ханой, Вьетнам; thanh.tt@rcfee.org.vn

Поступила в редакцию 18.09.24 / Одобрена после рецензирования 16.12.24 / Принята к печати 17.12.24

Аннотация. Представлены характеристики кленового сиропа *Acer Trautvetteri* Medw., произрастающего на северных макросклонах Кавказа. Объект исследования – высокогорные кленовники на нижней границе вертикального пояса их распространения. Географические координаты объекта: 42°56,352 с. ш., 44°29,677 в. д. Высота над уровнем моря 1374–1398 м. Крутизна склона – 30–35°, экспозиция склона – северная. Начало соковыделения – 3-я декада апреля, продолжительность процесса – 12–17 сут. Подсочка проводилась закрытым способом. Показано, что сокопродуктивность кленовника составляет в среднем около 4 т/га за сезон. Основные характеристики кленового сока и сиропа определены методом жидкостной хроматографии в изократическом и градиентном режимах. Химический состав сиропа, содержание органических и неорганических компонентов определяли с использованием жидкостного хроматографа «Маэстро» со спектрофотометрическим и рефрактометрическим детекторами. Количественный анализ элементного состава по атомным спектрам поглощения осуществлялся спектрометром Contra AA 800 с пламенным и электротермическим атомизаторами. Сахаристость сока – 0,9–1,3 %. Сироп из кленового сока получен методом выпаривания. Содержание сахаров в сиропе из сока клена Траутвэттера – 41 %, что на 12 % меньше, чем в сиропе, произведенном в Канаде. Доля глюкозы в сиропе – 1,7 %, сахарозы – 39,2 %. Количество Са – 1286 мг/кг, К – 9063 мг/кг. Такие элементы, как Fe, Mn, Cu и Na в составе сиропа представлены в небольшом объеме – от 1 до 144 мг/кг. По содержанию выявленных химических элементов и органолептическим характеристикам сироп из сока клена Траутвэттера отличается от сиропа из канадского клена сахарного. Полученные данные – вклад в решение задач по оценке запасов потенциальных пищевых ресурсов горных лесов России. Результаты исследования могут быть использованы при обновлении нормативных документов по сокопродуктивности кленовников.

мативных документов в лесохозяйственной области, внедрены в учебные программы по подготовке специалистов лесного профиля.

Ключевые слова: горные леса, клен Траутветтера, сокопродуктивность, кленовый сироп
Благодарности: Все анализы проведены в ФГУ «Северо-Осетинский центр стандартизации, метрологии и сертификации».

Для цитирования: Хетагуров Х.М., Николаев И.А., Грязькин А.В., Сатцаева И.К., Чан Чунг Тхань. Сокопродуктивность высокогорных кленовников Северного Кавказа// Изв. вузов. Лесн. журн. 2025. № 6. С. 106–118. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-6-106-118>

Original article

Sap Productivity of the High-Mountain Maple Stands in the North Caucasus

Khetag M. Khetagurov¹, Doctor of Biology, Prof.; ResearcherID: [AAI-6375-2021](#),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2684-897X>

Igor A. Nikolaev¹, Candidate of Biology, Assoc. Prof.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2379-7601>

Anatoly V. Gryazkin^{2✉}, Doctor of Biology, Prof.; ResearcherID: [C-6699-2018](#),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7901-2180>

Inna K. Satsaeva¹, Candidate of Engineering, Assoc. Prof.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5749-6735>

Chan Chung Thanh³, Candidate of Agriculture, Researcher; ResearcherID: [ABB-4415-2021](#),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0728-3547>

¹North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, ul. Vatutina, 44–46, Vladikavkaz, 362025, Russian Federation; zaz81@inbox.ru, bootany@yandex.ru, catcaeva@mail.ru

²Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, per. Institutsky, 5U, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; lesovod@bk.ru✉

³Research Institute for Forest Ecology and Environment, Vietnamese Academy of Forest Sciences, Duc Thang Str., 46, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam; thanh.tt@rcfee.org.vn

Received on September 18, 2024 / Approved after reviewing on December 16, 2024 / Accepted on December 17, 2024

Abstract. The characteristics of maple syrup produced from *Acer Trautvetteri* Medw., growing on the northern macroslopes of the Caucasus, are presented in the article. The object of the study has been high-mountain maple stands at the lower limit of the vertical belt of their distribution. The geographical coordinates of the object are 42°56.352 N, 44°29.677 E. The altitude above sea level is 1374–1398 m. The slope steepness is 30–35°, the slope is exposed to the north. The beginning of sap secretion is the 3rd ten-day period of April, the duration of sap production is 12–17 days. The tapping has been carried out using a closed method. It has been shown that maple stand sap productivity averages about 4 t/ha per season. The main characteristics of maple sap and syrup have been determined by liquid chromatography in isocratic and gradient modes. The chemical composition of the syrup and the content of organic and inorganic components have been determined using a Maestro liquid chromatograph with spectrophotometric and refractometric detectors. The quantitative analysis of the elemental composition based on atomic absorption spectra has been carried out using a Contra AA 800

spectrometer with a flame and electrothermal atomizers. The sugar content in the sap has equaled 0.9–1.3 %. Maple sap syrup has been obtained by evaporation. The sugar content in the Trautvetter maple syrup has equaled 41 %, which is 12 % less than in the syrup produced in Canada. The proportion of glucose in the syrup is 1.7 %, the proportion of sucrose – 39.2 %. The content of Ca is 1286 mg/kg, the content of K – 9063 mg/kg. The elements such as Fe, Mn, Cu and Na in the syrup are present in small volumes – from 1 to 144 mg/kg. In terms of the content of identified chemical elements and organoleptic characteristics, syrup from the sap of the Trautvetter maple differs from syrup from the Canadian sugar maple. The data obtained contribute to solving the tasks of estimating the reserves of potential food resources of mountain forests in Russia. The results of the study can be used to update regulatory documents in the forestry sector and implemented into training programs for forestry specialists.

Keywords: mountain forests, Trautvetter maple, sap productivity, maple syrup

Acknowledgements: All the analyses have been carried out in the Federal State Institution “North Ossetian Centre for Standardization, Metrology and Certification”.

For citation: Khetagurov Kh.M., Nikolaev I.A., Gryazkin A.V., Sattsaeva I.K., Thanh C.C. Sap Productivity of the High-Mountain Maple Stands in the North Caucasus. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2025, no. 6, pp. 106–118. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-6-106-118>

Введение

Ресурсы леса активно применяются во многих странах мира [25, 26, 29–31, 34]. В число таких ресурсов входят недревесные лесные ресурсы, включая сок древесных растений. При этом предпринимаются попытки экономической оценки значения природных ресурсов [9, 12, 23, 24]. Например, в Канаде изучают недревесные лесные продукты, доступные для коренного населения [21], а в США организовано множество фирм по заготовке и переработке недревесных лесных ресурсов, в частности, число производителей кленового сиропа составляет примерно 4900 [22]. По мнению исследователей, вклад недревесных лесных продуктов в экономику с каждым годом возрастает. При оценке учитываются все виды ресурсов, депонированных в растительных сообществах [2, 9, 31, 33].

Для поддержки использования недревесных ресурсов леса с целью улучшения благосостояния местного населения в Канаде подписано соглашение по бореальным лесам. Соглашение в т. ч. регулирует заготовку дров гражданами для собственных нужд [9]. В рамках устойчивого лесопользования в США распространяется опыт вовлечения общественности в управление лесами. На базе учебно-опытного лесного хозяйства Йельского университета создана самоокупаемая лаборатория под открытым небом. В Швеции существует практика лесных экологических отелей [9].

Подсочка – использование растущих деревьев для получения сока и других продуктов. Извлекаемое сырье, включая сахаристые соки, обладает уникальными свойствами и находит применение во многих отраслях экономики, пополняя бюджеты всех уровней [2, 3, 7, 8, 26, 28, 29]. Основной товарный продукт, производимый из сока древесных растений, – сироп.

Добыча сахаристых соков известна в России очень давно. Первые сведения об использовании соков лиственных пород встречаются в книгах Древней Руси. Уже в старину сахаристый сок древесных растений применяли для приготовления напитков и в лечебных целях [1, 8, 13].

В современных условиях получение сиропа возможно и посредством химических процессов. Например, S.S. Ram с сотрудниками синтезируют сироп с высоким содержанием фруктозы из крахмала или инулина с использованием ферментативных методов [32]. Способ производства фруктозных сиропов из инулина представлен в работе J. Anes, P. Fernandes [20]. Преимущество указанного способа заключается в 1-стадиности процесса (действие ферментов инулиниз вы свобождает фруктозные единицы) и значительно более высоком выходе фруктозы – 95 %. Известно, что при гидролизе крахмала с применением амилолитических ферментов и последующей изомеризации получаемой декстрозы во фруктозу глюкозоизомеразой выход фруктозы составляет всего 42 % [32].

Для получения сахаристых соков в подсочку вовлекается много видов древесных растений: пальма, береза, клен, орех и др. [16, 19, 27, 28, 33–35]. Сырьевая база подсочки в лесном фонде России представлена березняками и кленовниками, общая площадь которых – более 103 млн га. Сокопродуктивность березняков оценивается в 6–11 т/га за сезон, а кленовников – в 2 раза меньше. Подсочка березы и клена ведется в разных регионах России. Если березовые леса произрастают практически в каждом регионе России, то чистые по составу кленовники на большой площади встречаются лишь на Кавказе [1, 10, 11, 15, 16, 18]. В лесном фонде РФ одной из основных пород для заготовки сахаристого сока является клен высокогорный – *Acer Trautvetteri* Medw. [5, 14–19]. Чистые по составу древостои с кленом Траутветтера произрастают только на Кавказе [5, 6, 15–19].

До настоящего времени сырьевая база используется незначительно. Производство сиропа в России не развито по причине низкого содержания сахара в соке. Сахаристость березового сока составляет 0,8–1,1 %, а сока клена Траутветтера – 0,9–1,3 % [3, 4, 19]. Коэффициент применения потенциальных запасов составляет менее 0,04, т. е. не более 1 % от количества данного ресурса, в то время как древесный сахаристый сок – это экологически чистый, ежегодно возобновляемый продукт и его использование возможно расширить без нанесения вреда окружающей среде [4, 8].

Основной производитель кленового сиропа, поставляемого на мировой рынок, – Канада, после нее идут США [3, 9, 19, 28]. Натуральный кленовый сироп является наиболее распространенным продуктом, получаемым из сока клена сахарного (*Acer saccharum* Marshall). Сахаристость сока из деревьев этого вида значительно выше по сравнению с показателями для сока из березы и клена остролистного.

Характеристики сиропа зависят от технологии производства: выпаривание, вымораживание, вакуумная сублимационная сушка. Максимум полезных веществ в конечном продукте сохраняется при вымораживании сока. Однако это является самой трудоемкой технологией с длительным циклом. Вода кристаллизуется, а содержащиеся в соке вещества (сахара, кислоты и пр.) остаются в растворе. Концентрацию сахаров можно увеличивать при многократном вымораживании получаемого раствора.

Цель исследования – оценка интенсивности соковыделения и сокопродуктивности *Acer Trautvetteri* Medw., произрастающего на северных макросклонах Кавказа, и определение основных характеристик получаемого кленового сиропа.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – кленовник на нижней границе вертикального пояса распространения клена Траутвэттера, или клен высокогорный (*Acer Trautvetteri* Medw.). Кленовник произрастает на Северном Кавказе, урочище Кобань, и входит в лесной фонд Республики Северной Осетии–Алании. Координаты объекта исследования: 42°56,352 с. ш., 44°29,677 в. д. Высота объекта над уровнем моря составляет 1374–1398 м, крутизна склона северной экспозиции – 30–35°. Температура воздуха днем в период соковыделения изменялась в пределах от 6 до 15 °С, температура почвы на глубине 5 см была 5–9 °С, на глубине 10 см – 3–7 °С. Уровень радиации – 17–21 мкЗв/ч. Измерение температуры проводили электронным термометром ТЕ 113. Радиационный фон установлен с использованием профессионального радиометра «Эколог мини».

Запас древесины на объекте исследования составляет 157 м³/га. В состав древостоя входит клен Траутвэттера, занимая по запасу древесины 91 %. Класс бонитета древостоя – V. Средний возраст деревьев клена – более 100 лет. Средняя высота древостоя – около 15 м. Почти все крупные деревья клена являются многоствольными и имеют раскидистую крону.

В весенний период до начала распускания почек клен Траутвэттера выделяется из полога древостоя красноватым цветом (рис. 1). Учитывая эту особенность клена Траутвэттера можно довольно точно выделять на склонах гор массивы высокогорных кленовников в начале вегетационного периода.

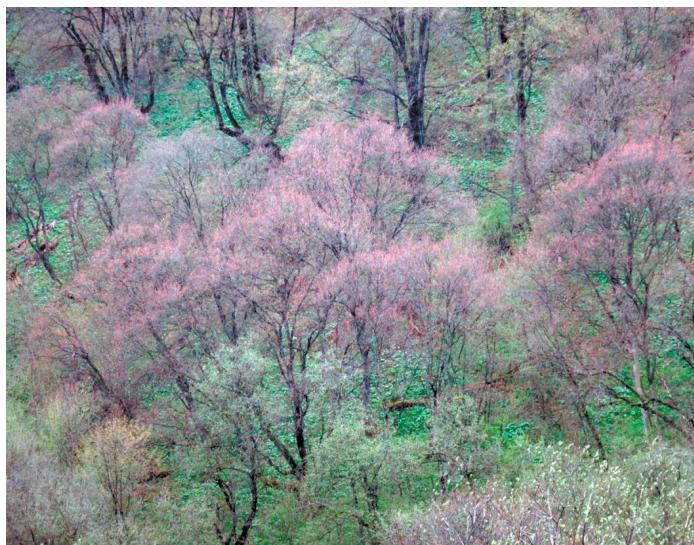


Рис. 1. Кроны клена Траутвэттера в начале вегетации

Fig. 1. The crowns of Trautvetter maple trees at the beginning of the growing season

Высокогорные кленовники произрастают только на северных склонах и достигают вершины водораздельных хребтов (рис. 2). Ближе к вершинам хребтов клен Траутвэттера приобретает кустарниковую форму. Высота деревьев в этом случае не превышает 5 м, древостой является чистым по составу.



Рис. 2. Чистые по составу кленовники на верхней границе распространения

Fig. 2. The pure maple stands at the upper limit of their distribution

Для исследовательских целей подсочку клена Траутветтера проводили в течение нескольких сезонов. Заготовку кленового сока осуществляли закрытым способом в апреле–мае [3, 17]. Технология подсочки включает в себя следующие этапы:

- подрумянивание коры на площади около 10 см²;
- бурение подсочных каналов диаметром 10 мм на глубину 3–4 см;
- заложение каналов диаметром 10 мм на расстоянии 30–40 см от корневой шейки;
- установка сокопроводов (полихлорвиниловая трубка диаметром 10 мм);
- оборудование сокоприемников (емкости разной вместимости в зависимости от интенсивности соковыделения);
- сбор сока и измерение его объема через каждые 2 ч с точностью до 5 мл;
- демонтаж подсочного оборудования и закупорка подсочных каналов (деревянные заглушки).

Подсочные каналы закладывали на 42 деревьях клена Траутветтера разного возраста. Диаметр стволов – от 30 до 130 см. Деревья с большим диаметром ствала, как правило, являются дуплистыми (8 деревьев из 42). Дупла имеют диаметр до 50 см, протяженность – более 3 м.

По интенсивности соковыделения все деревья, вовлеченные в подсочку, были разделены на следующие группы: деревья с высокой интенсивностью соковыделения (более 120 мл/ч); средней (60–120 мл/ч); низкой (до 60 мл/ч).

Анализ образцов сока и сиропа проводили в лабораторных условиях по стандартизованным методикам. Пробы сока на анализ доставлены в лабораторию в день отбора.

Сироп из кленового сока получали методом выпаривания в эмалированной таре вместимостью 20 л. Площадь поверхности, с которой происходит испарение влаги, составляет 0,1256 м². Концентрацию сахаров в процессе выпаривания доводили до 67 %.

Для определения необходимых характеристик сиропа применяли метод высокоеффективной жидкостной хроматографии в изократическом (т. е. при постоянном составе элюента – подвижной фазы) и градиентном режимах (т. е. при изменении состава подвижной фазы в ходе хроматографического цикла по определенной программе). Химический состав сиропа, содержание ор-

ганических и неорганических компонентов устанавливали с использованием жидкостного хроматографа «Маэстро» со спектрофотометрическим и рефрактометрическим детекторами.

Количественный анализ элементного состава по атомным спектрам поглощения осуществлялся на атомно-абсорбционном спектрометре Contra AA 800 с пламенным и электротермическим атомизаторами. Уровень светопропускания сиропа определяли спектрометром при длине волны 560 нм с учетом опыта других исследователей [28].

Результаты исследования и их обсуждение

Кленовник на объекте исследования характеризуется практически чистым по составу древостоем. Доля других пород – менее 10 %: 92Кл_т3Кл 2Ол2Я1В (Кл_т – клен Траутвейтера, Кл – клен остролистный, Ол – ольха черная, Я – ясень обыкновенный, В – вяз шершавый). Преобладают старовозрастные деревья клена Траутвейтера. Диаметр стволов самых крупных экземпляров превышает 110 см при среднем показателе 46 см. Максимальная высота деревьев не более 16 м, средняя – 14,3 м. Абсолютная полнота – 25,5 м²/га. Сомкнутость крон – 76 %. Большинство деревьев произрастает гнездами от 2 до 4 стволов в 1 гнезде (общая корневая система). Все деревья имеют раскидистую крону – до 18 м в диаметре. Этим и объясняется небольшая численность деревьев на единице площади – 132 экз./га.

Тип леса объекта исследования – кленовник-разнотравный. Представлены все компоненты лесного фитоценоза – древостой, подрост, подлесок и живой напочвенный покров (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики компонентов фитоценоза кленовника на объекте исследования
The main characteristics of the components of phytocenosis of the maple stand at the research site

Показатель	Древостой	Подрост	Подлесок	Травостой
Количество видов	7	8	11	62
Численность, тыс./га	0,132	1,22	4,19	–
Средняя высота, м	12,9±0,4	1,6±0,4	1,1±0,2	0,63±0,17
Сомкнутость крон, проективное покрытие, %	91	–	27	84

Из данных, представленных в табл. 1, следует, что флористический состав всех компонентов фитоценоза характеризуется большим разнообразием. Всего на опытном участке исследуемого кленовника выявлено 88 видов сосудистых растений.

Начало сокодвижения, как правило, приходится на разные декады апреля. Начало, продолжительность и окончание соковыделения изменяются по годам и зависят от погодных условий апреля. При достижении среднесуточной температуры +3–5 °С выделяется сок, что продолжается 2–3 недели в зависимости от температуры воздуха. Чем она выше, тем быстрее прекращается соковыделение. Признак окончания этого процесса – сбраживание сока.

Интенсивность соковыделения изменяется в течение всего периода подсочки. В целом она ежедневно снижается. Резкое уменьшение количества сока наблюдается в 1-е часы после начала подсочки. В последующие сутки происходит более плавное снижение. При этом наблюдаются существенные колебания интенсивности на протяжении суток – в дневное время она выше, в ночное – падает.

Средняя интенсивность соковыделения в дневное время составляет $83,3 \pm 7,2$ мл/ч. За сутки с 1 подсочного канала получается в среднем $1,41 \pm 0,11$ л сока. Общая сокопродуктивность данного кленовника оценивается примерно в 4 тыс. л с 1 га.

Минимальная интенсивность соковыделения составила 80 мл/ч, максимальная – 725 мл/ч (табл. 2).

Таблица 2

Основные статистические показатели для интенсивности соковыделения исследованных деревьев клена
The main statistical indicators for the intensity of sap secretion by the studied maple trees

Показатель	Все деревья	Деревья с дуплистым стволом
Интенсивность соковыделения, мл/ч	283,8	317,1
Выборочное среднеквадратичное отклонение	205,90	296,53
Фактический коэффициент вариации, %	72,57	93,51
Ошибка репрезентативности среднего значения	29,41	30,42
Точность наблюдений, %	10,37	9,59

Примечание: 34 дерева без дупла в стволе, 8 деревьев с дуплом.

Фактический коэффициент вариации превышает 31 % в обоих случаях, т. е. в выборках наблюдается очень большой разброс значений. Точность наблюдений удовлетворительная ($6\% < P < 11\%$) для всех деревьев и деревьев с дуплами, что подтверждает достоверность полученных результатов.

С учетом продолжительности соковыделения и средней сокопродуктивности деревьев клена, можно констатировать, что 1 га кленовников способен дать до 4 т натурального древесного сока за 1 подсочный сезон.

За 3 года опытной подсочки было проанализировано 30 проб кленового сока. По кислотности сока (в пересчете на яблочную кислоту) разброс значений составляет от 0,00025 до 0,00034 % (среднее – $0,0002797 \pm 0,000022\%$). Гидролитическая кислотность – 0,09–0,11 мл/100 мл. Массовая доля сухих растворимых веществ (сахаров) – от 0,70 до 1,80 % (среднее – $1,273 \pm 0,083\%$). Сахара представлены фруктозой, лактозой и мальтозой (в незначительных количествах), а также глюкозой и сахарозой – 1,68; 39,16 г/100 г соответственно.

В составе кленового сиропа выявлены следующие элементы: Fe – 0,74; Mn – 144,3; Cu – 0,46; Na – 72,79; Ca – 1286; K – 9063 мг/кг. Обнаружены также витамины A, B₂, C – 0,001; 9,562; 3,321 мг/100 г.

Доля живых дрожжевых клеток в сиропе не превышает 11 КОЕ, при допустимом значении 50 КОЕ [6]. Энергетическая ценность продукта составляет 1099 кДж/100 г.

Для сиропа определено светопропускание. При длине волны 560 нм показатель равняется 60,94 %. По международной классификации, полученный нами продукт относится к светлому типу сиропов, для которых светопропускание находится в пределах от 60,5 до 74,0 % (табл. 3).

Таблица 3

Классификация кленового сока по светопропусканию и вкусовым оттенкам, используемая в Канаде [21, 26, 28]
The maple sap classification by light transmittance and flavour used in Canada [21, 26, 28]

	Класс 1. Экстрасветлый. Светопропускание более 75 %. Сироп имеет нежно-золотистый цвет, мягкий и тонкий вкус клена
	Класс 1. Светлый. Светопропускание между 60,5 и 74,0 %, золотистый цвет, мягкий и сладкий вкус клена
	Класс 1. Средний. Светопропускание между 44 и 60,4 %, темный цвет, деликатный и сладкий вкус клена. Это типичный кленовый сироп, который используют в кулинарии
	Класс 2. Темный. Светопропускание между 27,0 и 43,9 %, цвет темный, сильный и резко выраженный вкус клена. Употребляется в чистом виде, для выпечки и приготовления блюд
	Класс 3. Темный. Светопропускание менее 26,9 %, имеет очень темный цвет, очень сильный карамельный вкус клена. Используется только в качестве ингредиентов в пищевой промышленности

Темный кленовый сироп имеет повышенную насыщенность вкуса, светлый – пониженную. Класс сиропа зависит, прежде всего, от времени сбора кленового сока. Для получения светлого сиропа сок собирается в самом начале сезона соковыделения, тогда как сбор сока для получения более темного сиропа осуществляется позднее.

Для оценки вкусовых качеств сиропа и внешних характеристик была проведена публичная дегустация продукта на кафедре анатомии, физиологии и ботаники Северо-Осетинского государственного университета имени К.Л. Хетагурова. В дегустации приняли участие журналисты и жители города. Анкету заполнили 18 человек.

При дегустации сравнивали 2 продукта – кленовый сироп канадской фирмы Coombs family farms и кленовый сироп собственного производства (табл. 4).

Таблица 4

Результаты дегустации кленовых сиропов*
The results of maple syrup tasting

Сироп	Внешний вид	Цвет	Аромат	Консистенция	Вкус	Итого
Канадский	4,33	4,83	4,66	4,77	4,76	23,35
Собственного производства	4,38	4,41	3,88	4,00	4,03	20,70

*Средняя оценка продукта по 5-балльной шкале: 5 баллов – отличное качество; 4 – хорошее; 3 – удовлетворительное; 2 – плохое; 1 – очень плохое.

По 5-балльной шкале сироп из сока клена Траутвэттера по большинству показателей выше 4 баллов, за исключением аромата. Следовательно, этот продукт соответствует международным стандартам. Здесь нужно отдельно отметить, что методика определения запаха в каждом случае своя. Единых требований нет.

Заключение

Сок высокогорных кленовников, представленных в основном кленом Траутвэттера, Северного Кавказа – ценный продукт для пищевой промышленности, фармакологии и сельского хозяйства. Интенсивность соковыделения варьирует в широких пределах – от 80 до 725 мл/ч. Сокопродуктивность в среднем составляет около 4 тыс. л/га за сезон. Доля сахаров в соке – 0,70–1,80 % с изменениями по годам. Сахара представлены фруктозой и глюкозой в соотношении 1 : 23. В целом кленовый сироп из сока клена Траутвэттера отличается от сиропа из сока клена сахарного, произрастающего в Канаде. По всем показателям сироп из сока клена Траутвэттера хотя и незначительно, но уступает сиропу из сока клена сахаристого.

Кленовый сок и сироп – пищевые ресурсы горных лесов России. По международной классификации сироп из сока клена Траутвэттера относится к светлому типу, пропускание света равно 60,94 %.

Полученные результаты могут быть использованы при обновлении нормативных документов по лесопользованию и внедрены в учебные программы по подготовке специалистов лесного профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Виноградов-Никитин П.З. Добыча кленового сока и сахара в Боржоми // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. 1929. Т. 20. С. 8–12.
Vinogradov-Nikitin P.Z. Maple Sap and Sugar Extraction in Borjomi. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selektsii*, 1929, vol. 20, pp. 8–12. (In Russ.).
2. Гордиенко В.А., Солнцев Г.К. Лесные пользования на Северном Кавказе // Федеральн. служба лесн. хоз-ва России. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 472 с.
Gordienko V.A., Solntsev G.K. *Forest Uses in the North Caucasus*. Moscow, Federal Service for Forestry of the Russian Federation, All-Russian Scientific Research Information Centre “Lesresurs”, 1999. 472 p. (In Russ.).
3. Грязкин А.В. Недревесная продукция леса. СПб.: Лань, 2021. 248 с.
Gryazkin A.V. *Non-Timber Forest Products*. St. Petersburg, Lan’ Publ., 2021. 248 p. (In Russ.).
4. Грязкин А.В., Данилов Д.А., Зайцев Д.А., Хоанг Минь Ань, Тхань Чанг Чун. Регуляция соковыделения при подсочке берескы *Betula pendula* Roth. // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 4. С. 180–189.
Gryazkin A.V., Danilov D.A., Zaytsev D.A., Hoang M.A., Thanh T.T. Regulation of Sap Release when Tapping *Betula pendula* Roth. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 4, pp. 180–189. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-4-180-189>
5. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2022. 665 с.
Zernov A.S. *Flora of the North-West Caucasus*. Moscow, KMK Publ. House, 2022. 665 p. (In Russ.).
6. Меледина Т.В., Давыденко С.Г., Васильева Л.М. Физиологическое состояние дрожжей. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 48 с.

- Meledina T.V., Davydenko S.G., Vasil'eva L.M. *Physiological State of Yeast*. St. Petersburg, ITMO University, Institute of Refrigeration and Biotechnology, 2013. 48 p. (In Russ.).
7. Мурдалов М.М. Кавказская Швейцария. Chechnya. Издательские решения, 2020. 725 с.
- Murdalov M.M. *Caucasian Switzerland. Chechnya*. Izdatel'skie resheniya Publ., 2020. 725 p. (In Russ.).
8. Обозов Н.А. Организация побочных пользований и специализированных хозяйств. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 355 с.
- Obozov N.A. *Organization of Secondary Uses and Specialized Farms*. Moscow, Lesnaya Promyshlennost' Publ., 1986. 355 p. (In Russ.).
9. Примеры зарубежного опыта устойчивого лесоуправления и лесопользования: сб. ст. / под общ. ред. Н. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). М., 2012. 180 с.
- Examples of International Experience in Sustainable Forest Management and Forest Exploitation: Collection of Articles*. Ed. by N. Shmatkov. Moscow, World Wildlife Fund (WWF), 2012. 180 p. (In Russ.).
10. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания: в 18 т. Растительный мир. Владикавказ: Проект-Пресс, 2000. 544 с.
- Natural Resources of the Republic of North Ossetia-Alania: in 18 vols. Plant Life*. Vladikavkaz, Proekt-Press, 2000. 544 p. (In Russ.).
11. Соколовский И.О., Рахтейенко И.Н. Подсочка клена остролистного (*Acer platanoides*) в Белоруссии // Сб. тр. ЦНИИЛХ. 1936. № 4. С. 32–52.
- Sokolovskij I.O., Rakhteenko I.N. Tapping of Norway Maple (*Acer platanoides*) in Belarus. *Collection of Works of the Central Research Institute of Forestry*, 1936, no. 4, pp. 32–52. (In Russ.).
12. Ткаченко К.Г. Комплементарные методы изучения ресурсных видов растений в полевых и стационарных условиях // Полевой журн. биолога. 2021. Т. 3, № 1. С. 74–86.
- Tkachenko K.G. Complementary Methods for Studying Resource Plant Species in Field and Stationary Conditions. *Polevoj zhurnal biologa* = Field Biologist Journal, 2021, vol. 3, no. 1, pp. 74–86. (In Russ.). <https://doi.org/10.52575/2658-3453-2021-3-1-74-86>
13. Труды Вольного Экономического Общества к поощрению в России земледелия и домостроительства. СПб.: Типография императорского Воспитательного дома, 1766. Ч. 2. 333 с.
- Works of the Free Economic Society for the Encouragement of Agriculture and House Building in Russia*. St. Petersburg, Printing House of the Imperial Foundling Hospital, 1766, part 2. 333 p. (In Russ.).
14. Фирсов Г.А., Ткаченко К.Г., Трофимова А.С. Клены (*Acer L.*) Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук // Полевой журн. биолога. 2021. Т. 3, № 4. С. 357–369.
- Firsov G.A., Tkachenko K.G., Trofimova A.S. Species of *Acer L.* Genus at Peter the Great Botanic Garden of Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences. *Polevoj zhurnal biologa* = Field Biologist Journal, 2021, vol. 3, no. 4, pp. 357–369. (In Russ.). <https://doi.org/10.52575/2712-9047-2021-3-4-357-369>
15. Хетагуров Х.М. Структурная организация и ресурсы высокогорных кленовников центрального Кавказа: дис. ... д-ра биол. наук. Владикавказ, 2019. 326 с.
- Khetagurov Kh.M. *Structural Organization and Resources of High-Mountain Maple Forests of the Central Caucasus*: Dr. Biol. Sci. Diss. Vladikavkaz, 2019. 326 p. (In Russ.).
16. Хетагуров Х.М., Базаев А.Б., Грязькин А.В., Тигиев С.Е. Сокопродуктивность *Acer trautvetteri* Medw. в условиях Северной Осетии // Аграр. науч. журн. 2013. № 5. С. 45–48.
- Khetagurov Kh.M., Bazaev A.B., Gryazkin A.V., Tigiev S.E. Sap Productivity of *Acer trautvetteri* Medw. in the Conditions of North Ossetia. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal, 2013, no. 5, pp. 45–48. (In Russ.).

17. Хемагуров Х.М., Грязкин А.В. Высокогорные кленовники Северной Осетии. СПб.: Наука, 2013. 146 с.
- Khetagurov Kh.M., Gryazkin A.V. *High-Mountain Maple Stands of North Ossetia*. St. Petersburg, Nauka Publ., 2013. 146 p. (In Russ.).
18. Хемагуров Х.М., Николаев И.А., Базаев А.Б. Клен Траутветтера в РСО–Алания // Изв. Горск. гос. аграрн. ун-та. 2014. Т. 51, № 2. С. 284–289.
- Khetagurov Kh.M., Nikolaev I.A., Bazaev A.B. Trautvetter Maple in the Republic of North Ossetia–Alania. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2014, vol. 51, no. 2, pp. 284–289. (In Russ.).
19. Хемагуров Х.М., Николаев И.А., Грязкин А.В., Базаев А.Б. Сокопродуктивность клена высокогорного // Изв. Горск. гос. аграрн. ун-та. 2024. Т. 61-2. С. 115–123.
- Khetagurov Kh.M., Nikolaev I.A., Gryazkin A.V., Bazaev A.B. Sap Productivity of Redwood Maple. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2024, vol. 61-2, pp. 115–123. (In Russ.).
- https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_115
20. Anes J., Fernandes P. Towards the Continuous Production of Fructose Syrups from Inulin Using Inulinase Entrapped in PVA-Based Particles. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 3, iss. 4, 2014, pp. 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2013.11.006>
21. Boxall P.C., Murray G., Unterschultz J.R. Non-Timber Forest Products from the Canadian Boreal Forest: an Exploration of Aboriginal Opportunities. *Journal of Forest Economics*, 2003, vol. 9, no. 2, pp. 75–96. <https://doi.org/10.1078/1104-6899-00027>
22. Ciesla W.M. *Non-Wood Forest Products from Temperate Broad-Leaved Trees*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. 125 p.
23. Cherniavskikh V.I., Sidelnikov N.I., Dumacheva E.V., Borodaeva Z.A., Glubsheva T.N., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Korolkova S. Biological Resources of Natural Forage Grassland of the Cretaceous South of the European Russia. *EurAsian Journal of Bio-Sciences*, 2019, vol. 13, iss. 2, pp. 845–849.
24. Dumacheva E.V., Cherniavskikh V.I., Markova E.I., Filatov S.V., Tokhtar V.K., Tokhtar L.A., Pogrebnyak T.A., Horolskaya E.N., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Glubsheva T.N. Biological Resources of the *Hyssopus* L. on the South of European Russia and Prospects of its Introduction. *International Journal of Green Pharmacy (Supplementary Issue)*, 2017, vol. 11, no. 3, pp. 476–480.
25. Gelderen van D.M., Jong de P.C., Oterdoom H.J. *Maples of The World*. Oregon, Portland, Timber Press, 1994. 458 p.
26. *Global Forest Resources Assessment. FAO Forestry Paper 140*. Rome, Food and Agriculture Organization, 2001. 479 p.
27. Lund H.G., Pajari B., Korhonen M. (eds.) The Non-Wood Forest Resources Mystery. *Sustainable Development of Non-Wood Goods and Benefits from Boreal and Cold Temperate Forests: Proceedings of the Workshop*, 1998, pp. 32–44.
28. N'guyen G.Q., Martin N., Jain M., Lagacé L., Landry C.R., Filteau M. A Systems Biology Approach to Explore the Impact of Maple Tree Dormancy Release on Sap Variation and Maple Syrup Quality. *Scientific Reports*, 2018, vol. 8, art. no. 14658. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32940-y>
29. *Non-Wood News*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. 97 p.
30. Nygren A., Lacuna-Richman C., Keinänen K., Alsa L. Ecological, Socio-Cultural, Economic and Political Factors Influencing the Contribution of Non-Timber Forest Products to Local Livelihoods: Case Studies from Honduras and the Philippines. *Small-Scale Forest Economics, Management and Policy*, 2006, vol. 5, pp. 249–269. <https://doi.org/10.1007/s11842-006-0013-5>
31. Mahapatra A.K., Tewari D.D. Importance of Non-Timber Forest Products in the Economic Valuation of Dry Deciduous Forests of India. *Forest Policy and Economics*, 2005, vol. 7, iss. 3, pp. 455–467. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2004.02.002>

32. Singh R.S., Chauhan K., Singh R.P. Enzymatic Approaches for the Synthesis of High Fructose Syrup. *Plant Biotechnology: Recent Advancements and Developments*. Singapore, Springer, 2017, pp. 189–211. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4732-9_10

33. Wong J.L.G., Thornber K., Baker N. *Resource Assessment of Non-Wood Forest Products: Experience and Biometric Principles*. Rome, FAO Technical Papers, 2001, no. 13. 109 p.

34. *World Forestry Congress (WFC) Side Event. Strengthening Global Part to Advance Sustainable Development of Non-Wood Forest Products, Held in Canada on 20 September 2003*. “Frontline Express” (Canadian Forest Service, Great Lakes Forestry Center), 2003, bulletin no. 28. Available at: <https://www.sfp.forprod.vt.edu/discussion/> (accessed 15.09.24).

35. Zakharenkov A., Lloyd S. Country Dompass Russian Far East. *FAO an Information Bulletin on Non Wood Forest Products “Non Wood News”*, 1997. 36 p.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest