



Научная статья

УДК 630*2

DOI: 10.37482/0536-1036-2023-4-180-189

Регуляция соковыделения при подсочке березы *Betula pendula* Roth

А.В. Грязькин¹✉, *д-р биол. наук, проф.*; *ResearcherID: C-6699-2018*,

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

Д.А. Данилов^{1,2}, *д-р с.-х. наук*; *ResearcherID: S-7007-2019*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7504-5743>

Д.А. Зайцев², *канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.*; *ResearcherID: AAG-8964-2021*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8704-6516>

Минь Ань Хоанг¹, *аспирант*; *ResearcherID: ABB-5138-2021*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3025-803X>

Чан Чунг Тхань¹, *аспирант*; *ResearcherID: ABB-4415-2021*,

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

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021; lesovod@bk.ru✉, stown200@mail.ru, minhahn_hoang@outlook.com, thanh.tt@rcfee.org.vn

²Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская обл., Россия, 188338; disoks@gmail.com

Поступила в редакцию 27.04.21 / Одобрена после рецензирования 07.08.21 / Принята к печати 14.08.21

Аннотация. В ходе исследования была выявлена корреляция между интенсивностью выделения сока березой и диаметром ствола, степенью развития кроны и возрастом дерева. Интенсивность выделения сока также зависела от погодных условий и способа подсочки. Объектом исследования стал спелый березовый древостой с черничным напочвенным покровом (Киришское лесничество Ленинградской области, Россия). Состав древостоя (%): 65 – березы, 21 – ели, 8 – осины, 3 – ольхи, 2 – вяза, 1 – клена. Полнота – 0,6. Проективное покрытие полога – 0,73. Средние возраст, диаметр и высота – 76 лет, 25 см и 24,3 м соответственно. Подсочка проводилась закрытым способом. Каналы находились на 30–40 см выше корневой шейки. Установлено, что интенсивность выделения сока зависит от количества каналов и их расположения. Максимальная интенсивность выделения сока из одного канала составляла 285 мл/ч, в зависимости от диаметра ствола и возраста дерева. Интенсивность выделения сока менялась в течение дня: увеличивалась с утра и до 13–14 ч дня и затем уменьшалась до позднего вечера. Ночью она была наименьшей, либо сок не выделялся, независимо от возраста дерева, степени развития кроны и диаметра ствола. При среднесуточной температуре от +3 до +6 °С в пасмурную погоду каждое дерево давало сока 0,54–1,37 л/сут., а при более высокой температуре в солнечную погоду – 2,50–6,22 л/сут. Чем выше температура воздуха и почвы, тем интенсивнее соковыделе-

ние. При температуре воздуха -3°C сок замерзает. Если среднесуточная температура воздуха в течение нескольких дней держится выше $+10^{\circ}\text{C}$, сок начинает сбраживаться. **Ключевые слова:** лесной фитоценоз, древостой, березовый древостой, выделение сока, интенсивность выделения сока, *Betula pendula* Roth

Для цитирования: Грязькин А.В., Данилов Д.А., Зайцев Д.А., Хоанг Минь Ань, Тхань Чан Чунг. Регуляция соковыделения при подсочке березы *Betula pendula* Roth // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 4. С. 180–189. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-4-180-189>

Original article

Regulation of Sap Release when Tapping *Betula pendula* Roth

Anatoly V. Gryazkin¹✉, Doctor of Biology, Prof.; ResearcherID: [C-6699-2018](https://orcid.org/0000-0002-7901-2180).

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

Dmitriy A. Danilov^{1,2}, Doctor of Agriculture; ResearcherID: [S-7007-2019](https://orcid.org/0000-0002-7504-5743).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7504-5743>

Dmitriy A. Zaytsev², Candidate of Agriculture, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [AAG-8964-2021](https://orcid.org/0000-0002-8704-6516), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8704-6516>

Minh Anh Hoang¹, Postgraduate Student; ResearcherID: [ABB-5138-2021](https://orcid.org/0000-0003-3025-803X).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3025-803X>

Tran Trung Thanh¹, Postgraduate Student; ResearcherID: [ABB-4415-2021](https://orcid.org/0000-0002-0728-3547).

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

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; lesovod@bk.ru✉, stovn200@mail.ru, minhanh_hoang@outlook.com, than.tt@rcfee.org.vn

²Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre, ul. Institutskaya, 1, d. Belogorka, Gatchinskiy District, Leningrad Region, 188338, Russian Federation; disoks@gmail.com

Received on April 27, 2021 / Approved after reviewing on August 7, 2021 / Accepted on August 14, 2021

Abstract. The study showed a correlation between the intensity of sap release by birch trees and the trunk diameter, degree of crown development, and tree age. In addition to the characteristics of trees, sap release intensity also depended on weather conditions and tapping methods. The study object was a mature birch stand with blueberry ground cover (Kirishi forestry unit of the Leningrad region, Russia). The composition of the stand consisted of birch (65 %), spruce (21 %), aspen (8 %), alder (3 %), elm (2 %), and maple (1 %); the basal area was 0.6. The projective cover was 0.73. The average age, diameter and height were 76 yrs, 25.0 cm and 24.3 m, respectively. Tapping was carried out by the closed method. The tapping channels were 30–40 cm above the root neck. The intensity of sap release was found to depend on the number of channels and their location. The maximum intensity of sap release from one tapping channel was 285 mL/h, depending on the trunk diameter and tree age. The intensity of sap release varied throughout the day: it increased in the morning and early afternoon (until 1–2 pm), and decreased in the late afternoon. At night, sap release intensity was the lowest, or it stopped completely regardless of the tree's age, degree of crown development, and trunk diameter. At the average daily temperature between $+3$ and $+6^{\circ}\text{C}$ in moky weather, each tree produced 0.54–1.37 L of sap per day, and at a higher temperature in

sunny weather, 2.50–6.22 L per day. The higher the air and soil temperatures, the more intense the sap release. At the air temperature of $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, the sap freezes. When the average daily air temperature stays above $+10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ for several days, the sap begins to ferment.

Keywords: forest phytocenosis, forest stand, birch stand, sap release, sap release intensity, *Betula pendula* Roth

For citation: Gryazkin A.V., Danilov D.A., Zaytsev D.A., Hoang Minh Anh, Thanh Tran Trung. 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>

Введение

Ресурсы лесного фонда – экологически чистое сырье. С каждым годом линейка продукции, получаемой в лесных экосистемах, расширяется, наметилась тенденция комплексного использования лесных ресурсов [1, 6–8, 10, 15, 18–20]. Сформировалось особое направление природопользования – агролесные фирмы и комплексы [18, 19]. Многочисленные публикации свидетельствуют о росте интереса исследователей многих стран мира к разнообразным ресурсам леса [1–8, 10–13, 15–17, 19–22].

По сравнению с другими государствами, имеющими на своей территории леса, Россия особенно богата дарами леса. Этими дарами, в первую очередь лекарственными, пищевыми и медоносными ресурсами, техническим сырьем, население пользуется в течение многих веков [1–4, 11–13, 21].

Березовый сок относится к пищевым ресурсам. Заготовка и использование березового сока на территории России ведутся с давних времен и до настоящего момента. В Беларуси, на Украине, в Эстонии, Латвии и Литве также и сегодня заготавливается березовый сок, что объясняется наличием в этих странах больших площадей березовых лесов. Березовый и кленовый сок широко используются во многих странах мира [1–4, 7–13, 15–17, 19–22].

Опубликован ряд исследований, посвященных заготовке березового сока и влиянию внешних условий на сокопродуктивность [3, 4, 7, 9, 10, 15, 17, 22]. Есть публикации о воздействии температуры и других факторов внешней среды на интенсивность соковыделения в условиях лесостепи [3, 4, 7, 10, 15]. В [4, 12, 16, 17, 19, 22] рассмотрены свойства березового сока и его использование не только в качестве пищевого продукта, но и в медицинских целях и в косметических продуктах.

Цель исследования – установить основные факторы, воздействующие на соковыделение при подсочке *Betula pendula* Roth, а также степень влияния каждого из них.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – березняк смешанного состава в 28-м выделе 82-го квартала Киришского лесничества Ленинградской области. Состав древостоя – 65Б21Е8Ос3Ол,2Вяз1Кл, средний возраст – 76 лет, относительная полнота – 0,6, сомкнутость крон – 73 %, запас – 344 м³/га. Средний диаметр стволов – 25 см, средняя высота – 24,3 м. Класс бонитета – II. Тип леса

(по В.Н. Сукачеву) – березняк черничный, тип условий местопроизрастания (по П.С. Погребняку) – В₂. Координаты лесного участка – 59°22'328" с. ш. и 32°15'423" в. д.

При сплошном перече́те деревьев фиксировали диаметр ствола и степень развития кроны. Из общего количества деревьев из опыта были исключены поврежденные, больные, наклонившиеся деревья и деревья с диаметром ствола менее 18 см, так как по действующим правилам подсочка таких деревьев запрещена [9].

В ходе геоботанического описания лесного участка отмечали элементы микрорельефа, измеряли освещенность, температуру воздуха и почвы, динамику и продолжительность соковыделения. Учет нижних ярусов растительности (подроста, подлеска, травяно-кустарничкового и мохово-лишайниковых ярусов) проводили на круговых учетных площадках радиусом 1,785 м (10 м²) в соответствии с патентом РФ № 2084129 [6].

Подсочку осуществляли закрытым способом. На одном стволе закладывали от 1 до 4 подсочных канала диаметром 10 мм на глубину 30–40 мм. Высота заложения подсочных каналов – 30–40 см от корневой шейки. Интенсивность соковыделения измеряли с точностью 5 мл через каждые 2 ч, замыкая суточные циклы. Для сравнения результатов измерения выполняли в сухую солнечную и пасмурную погоду. Одновременно подсачивали 16 деревьев с разным диаметром ствола. Для каждого модельного дерева фиксировали начало и окончание соковыделения и тем самым устанавливали его продолжительность. По результатам многолетних исследований (2017–2019 гг.) определяли динамику сокопродуктивности.

Собранные полевые материалы были обработаны методами вариационной статистики с использованием следующего программного обеспечения: Statistica 11 и Microsoft Excel. Для работы с полученными данными применяли корреляционный и дисперсионный анализ [14].

Результаты исследования и их обсуждение

С увеличением диаметра ствола интенсивность соковыделения, как правило, возрастает. Скорость выделения сока зависит также от возраста дерева и степени развития кроны. Во всех случаях деревья с хорошо развитой кроной выделяют больше сока, а при одинаковом диаметре ствола больше сока выделяют более молодые деревья (табл. 1).

Как видно, размах варьирования интенсивности соковыделения значителен, она составляет 40–285 мл/ч. Не всегда максимальная интенсивность соковыделения характерна для деревьев с большим диаметром ствола. Например, модель 2 с диаметром ствола 17 см за единицу времени дает сока в 4 раза больше, чем дерево с диаметром ствола 28 см (модель 9), и в 3 раза больше, чем дерево с диаметром ствола 38 см (модель 14). Следовательно, есть и другие факторы, оказывающие заметное влияние на количество сока, выделяемого одним деревом. В целом зависимость интенсивности соковыделения (Y) от диаметра ствола (x) можно выразить полиномом 2-й степени:

$$Y = 0,6595x^2 - 2,7386x + 107,9400.$$

Коэффициент детерминации (R^2) равен 0,68.

Таблица 1

**Влияние возраста дерева, диаметра ствола и степени развития кроны
на интенсивность соковыделения**
**Influence of tree age, trunk diameter and crown development on the intensity
of sap release**

Номер модели	Диаметр ствола, см	Возраст дерева, лет	Габитус кроны*	Средняя интенсивность соковыделения, мл/ч
1	17	63	–	105
2		54	+	175
3	16	56		–
4		61	60	
5	22	68	–	205
6	24	63	–	133
7	23	66	+	146
8		73	–	96
9	28	68		–
10	29	58	+	285
11		76		157
12		70		99
13		66		70
14	38	76	–	64
15		72	+	190
16		76	+	234

* «+» – деревья с хорошо развитой кроной; «–» – со слабо развитой.

Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что при одинаковом диаметре ствола более высокая интенсивность соковыделения характерна для деревьев, возраст которых меньше, например, для моделей 9–11. Проявляется и влияние степени развития кроны дерева на количество выделяемого сока. Например, модели 14–16 имеют практически одинаковый диаметр и одинаковый возраст, но при этом экземпляры с хорошо развитой кроной (протяженность кроны больше, диаметр кроны больше) – модели 15 и 16 – выделяют сока в 3–4 раза больше, чем дерево со слабо развитой кроной – модель 14.

Условно все деревья независимо от их возраста и диаметра ствола по интенсивности соковыделения можно разделить на следующие группы: деревья с максимальной (более 400 мл/ч), минимальной (менее 200 мл/ч) и средней интенсивностью соковыделения.

В отдельные периоды подсочного сезона при положительной среднесуточной температуре (+3... +6 °С) в пасмурную погоду одно дерево за сутки может выделять от 0,54 до 1,37 л сока, а при более высокой температуре в солнечную погоду этот объем увеличивается в несколько раз – от 2,50 до 6,22 л/сут. При температуре воздуха –3,0 °С сок замерзает. Если среднесуточная температура воздуха держится выше +10,0 °С в течение нескольких дней, сок начинает бродить.

В ходе опытных работ установлено, что у деревьев, расположенных в микропонижениях, начало соковыделения запаздывает на 1–3 дня по сравнению с деревьями, которые произрастают на микроповышениях (перепад высот 0,5–1 м). Это связано с различной температурой почвы по элементам микрорельефа. У деревьев в микропонижениях период соковыделения продолжается, независимо от размеров и возраста дерева, на 2–4 дня больше, чем у деревьев на микроповышениях. В общем продолжительность соковыделения деревьями на разных элементах микрорельефа в течение сезона подсочки выравнивается. Установлено, что связь интенсивности соковыделения с температурой почвы теснее, чем с температурой воздуха.

Использование одновременно нескольких подсочных каналов на одном стволе показывает, что выделение сока из каждого канала происходит в своем режиме. Это можно объяснить тем, что при расположении канала над корневой лапой интенсивность соковыделения из него высокая, а если подсочный канал расположен между корневыми лапами, интенсивность соковыделения значительно ниже – модели 9, 12–14 (табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность соковыделения в зависимости от количества каналов
The intensity of sap release depending on the number of tapping channels

Номер модели	Количество каналов на стволе	Соковыделение, мл/ч					среднее за 1 ч
		канал					
		1-й	2-й	3-й	4-й		
1	1	105	–	–	–	105	
2	2	75	230	–	–	175	
3	3	130	25	125	–	93	
4	4	75	–	45	90	60	
5	1	205	–	–	–	205	
6	2	125	140	–	–	133	
7	3	250	105	90	–	146	
8	4	103	95	–	90	96	
9	1	40	–	–	–	40	
10	2	290	280	–	–	285	
11	3	165	150	–	–	157	
12	4	53	105	130	110	99	
13	1	70	–	–	–	70	
14	2	43	92	–	–	64	
15	3	240	245	85	–	190	
16	4	103	345	155	330	234	

Примечание: Прочерк означает выпадение данных по разным причинам.

На всех объектах исследования наиболее интенсивное соковыделение у модельных деревьев наблюдали в середине дня в промежутке времени от 13 до 15 ч. С раннего утра и до 13–14 ч интенсивность соковыделения в це-

лом увеличивается, а после 15 ч начинает постепенно снижаться. При этом в среднем за 6 ч 1-й половины дня интенсивность соковыделения несколько меньше, чем средние значения за 6 ч во 2-й половине дня. В ночные и утренние часы отмечается минимальная интенсивность соковыделения у всех модельных деревьев, независимо от диаметра ствола, возраста дерева и степени развития кроны.

При снижении температуры воздуха и почвы минимальные значения интенсивности соковыделения отмечаются во 2-й половине ночи и в утренние часы. Если температура остается стабильной в течение суток, то изменения интенсивности соковыделения за этот период менее выражены, но в дневные часы она выше, а в ночные несколько ниже.

Чем дольше период сокодвигения и процесс подсочки, тем более выражено снижение интенсивности соковыделения. У всех модельных деревьев в начальный период подсочки интенсивность соковыделения максимальная, что видно из данных табл. 3 (здесь представлены модельные деревья с одним подсочным каналом).

Таблица 3

**Динамика соковыделения деревьями с разным диаметром ствола
в начальный период подсочки**
**Dynamics of sap release in the initial tapping period by trees
with different trunk diameters**

Номер модели	Интенсивность соковыделения, мл/мин			
	в течение 1-го часа	через		
		2 ч	3 ч	4 ч
1	7,33	2,33	1,27	0,55
5	7,50	2,67	1,33	0,50
9	6,75	2,33	1,00	0,33
13	7,70			0,70

Самое значительное снижение интенсивности соковыделения наблюдается в течение 1-х суток, в 1-е несколько часов после начала подсочки, что отчетливо видно из табл. 3, а на 2–3-и сутки интенсивность соковыделения стабилизируется и в течение всего периода подсочки остается примерно на одном уровне или слабо снижается.

Корреляционный анализ по критерию Спирмена для 16 случаев показал наличие статистически значимой связи между диаметром дерева и интенсивностью соковыделения и объемом сока в день (табл. 4).

Дисперсионный анализ выявил значительную разницу для классов диаметров дерева и количества каналов по интенсивности соковыделения (табл. 5).

Снижение интенсивности соковыделения в 1-е часы после начала подсочки происходит у всех модельных деревьев практически синхронно. Разный уровень интенсивности соковыделения объясняется неодинаковыми диаметром ствола, степенью развития кроны и возрастом модельных деревьев.

Таблица 4

**Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена R_s
с показателями сокопродуктивности
Spearman's rank correlation coefficients R_s with sap yield indices**

Параметр	R_s	t	p
Степень толщины и интенсивность соковыделения, мл/ч	0,491	2,110	0,053
Степень толщины и объем сока в день, л			
Степень толщины и продолжительность соковыделения, дн.	0,829	6,116	0,001

Таблица 5

**Дисперсионный анализ значимости показателей интенсивности соковыделения
по классам диаметра деревьев березы**

ANOVA analysis of significance of sap intensity indices by birch tree diameter classes

Параметр	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Степень толщины и интенсивность соковыделения, мл/ч	0,1621	14	0,0125	0,0019	2	0,0009	12,88	0,05
Степень толщины и продолжительность соковыделения, дн.	93,3030		7,1771	1,1145		0,5572	12,87	

Увеличение интенсивности соковыделения при повышении температуры воздуха и почвы быстрее происходит у деревьев с небольшим диаметром ствола. На 2-е сутки после начала подсочки интенсивность соковыделения стабилизируется и на изменение режима освещенности, температуры воздуха и почвы деревья реагируют более заметно.

Опытные работы, проводимые в течение 4 сезонов, показывают, что продолжительность соковыделения меняется по годам и зависит от погодных условий и других факторов. За 4 года наблюдений совпадений дат начала и окончания соковыделения деревьями березы не установлено. Погодные условия определяют интенсивность, продолжительность соковыделения и общую сокопродуктивность березняка по годам.

Таким образом, интенсивность соковыделения деревьями березы зависит от множества факторов. Главные из них – диаметр ствола, степень развития кроны, тип леса и погодные условия.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что на интенсивность соковыделения и сокопродуктивность березы оказывают влияние множество факторов. В качестве основных можно выделить диаметр ствола и степень развития кроны. Интенсивность соковыделения зависит также от температурного режима воздуха и почвы. Сокодвигание у березы, произрастающей на микроповышениях, начинается на 2–3 дня раньше, чем у березы в микропонижениях. Эти факторы необходимо учитывать в первую очередь при планировании работ по заготовке березового сока в промышленных масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Багинский В.Ф., Есимчик Л.Д., Гримашевич В.В., Бурак Ф.Ф., Валова З.Г., Ермонина И.В., Колодий Т.А., Кочановский С.Б., Лапицкая О.В., Неверов А.В., Порошина Л.В., Самусев А.Д., Федоренко О.Н., Шершень Л.И. Комплексная продуктивность земель лесного фонда / под общ. ред. В.Ф. Багинского. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2007. 295 с.
Baginskiy V.F., Esimchik L.D., Grimashevich V.V., Burak F.F., Valova Z.G., Ermonina I.V., Kolodiy T.A., Kochanovskiy S.B., Lapitskaya O.V., Neverov A.V., Poroshina L.V., Samusev A.D., Fedorenko O.N., Shershen L.I. *Integrated Productivity of Forest Lands*. Gomel, Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus Publ., 2007. 295 p. (In Russ.).
2. Грязькин А.В., Любимов А.В., Самсонова И.Д., Хетагуров Х.М., Хунг Ву Ван, Ванджурак Г.В. Сокопродуктивность березы в зависимости от количества подсочных каналов на стволе // Аграрн. науч. журн. 2017. № 6. С. 7–10.
Gryazkin A.V., Lyubimov A.V., Samsonova I.D., Khetagurov Kh.M., Hung Vu Van, Vandzhurak G.V. Productivity of Birch Juice According to the Number of Channels on the Trunk. *The Agrarian Scientific Journal*, 2017, no. 6, pp. 7–10. (In Russ.).
3. Грязькин А.В., Чан Чунг Тхань, Ву Ван Хунг, Прокофьев А.Н., Хоанг Минь Ань. Комплексная оценка сырьевых ресурсов березняков // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 1. С. 23–35.
Gryazkin A.V., Tran Trung Thanh, Vu Van Hung, Prokofyev A.N., Hoang Minh Anh. Integrated Assessment of Raw Material Resources of Birch Forests. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2022, no. 1, pp. 23–35. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-1-23-35>
4. Орлов И.И., Рябчук В.П. Березовый сок. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 56 с.
Orlov I.I., Ryabchuk V.P. *Birch Sap*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 56 p.
5. Патент 2084129 С1 РФ, МПК А 01 G 23/00. Способ учета подроста: № 94022328/13: заявл. 10.06.94: опубл. 20.07.1997 / А.В. Грязькин.
Gryazkin A.V. *Seedling Growth Registering Method*. Patent RF no. RU 2 084 129 C1, 1997. (In Russ.).
6. Правила использования лесов для ведения сельского хозяйства: утв. приказом Мин-ва природн. ресурсов и экологии РФ № 408 от 02.07.2020 г.
Rules for the Use of Forests for Agriculture: Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation No. 408 dated July 2, 2020. (In Russ.).
7. Рябчук В.П. Соковыделение березы и температурные условия // Лесн. хоз-во. 1974. № 5. С. 25–27.
Ryabchuk V.P. Sap Release of Birch and Temperature Conditions. *Lesnoye khozyaystvo*, 1974, no. 5, pp. 25–27. (In Russ.).
8. Хетагуров Х.М., Грязькин А.В., Гуталь М.М., Феклистов П.А. К вопросу об эффективном использовании ресурсов высокогорных кленовников Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10, № 3(37). С. 373–382.
Khetagurov Kh.M., Gryazkin A.V., Gutal M.M., Feklistov P.A. To the Question of the Efficient Resources Use in the Maple Forests Type of the Caucasus. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2018, vol. 10, no. 3(37), pp. 373–382. (In Russ.). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2018-10-3-373-382>
9. Хунг Ву Ван, Хетагуров Х.М., Кочкин А.А., Новикова М.А., Тхао До Ванг. Интенсивность выделения березового сока в зависимости от диаметра ствола и габитуса кроны // Аграрн. науч. журн. 2016. № 10. С. 46–49.
Hung V.V., Hetagurov Kh.M., Kochkin A.A., Novikova M.A., Thao D.V. The Release Rate of Birch Juice Depending on the Trunk Diameter and Crown Shape. *The Agrarian Scientific Journal*, 2016, vol. 10, pp. 46–49. (In Russ.).

10. Чунг Чан Тхань, Грязькин А.В., Сырников И.А., Хунг Ву Ван. Ресурсы древесных растений в березняке черничном // Лесотехн. журн. Воронеж. 2020. Т. 10, № 2(38). С. 93–102.

Thanh Chung Chan, Gryazkin A.V., Syrnikov I.A., Hung Wu Wan. Resources of Woody Plants in Myrtillus-Type Birch Forest. *Forestry Engineering Journal*, 2020, vol. 10, no. 2(38), pp. 93–102. (In Russ.). <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2020.2/9>

11. Boxal 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, iss. 2, pp. 75–96. <https://doi.org/10.1078/1104-6899-00027>

12. Cioacă L., Enescu C.M. Trends in the Evolution of Harvesting of Non-Wood Forest Products in Romania. *Research Journal of Agricultural Science*, 2018, vol. 50(4), pp. 82–86.

13. Enescu C.M. Which are the Most Important Non-Wood Forest Products in the Case of Ialomița County? *AgroLife Scientific Journal*, 2017, vol. 6, no. 1, pp. 98–103.

14. Enescu C.M. Collection and Use of Birch Sap, a Less Known Non-Wood Forest Product in Romania. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 2017, vol. 17, iss. 1, pp. 191–194.

15. Enescu C.M., Dinca L., Crișan V. The Most Important Non-Wood Forest Products from Prahova County. *Revista Pădurilor*, 2018, no. 1, pp. 45–51.

16. Jayaraman K. *A Statistical Manual For Forestry Research*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 1999. 231 p.

17. Johansson T. Development of Stump Suckers by *Betula pubescens* at Different Light Intensities. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1987, vol. 2, iss. 1-4, pp. 77–83. <https://doi.org/10.1080/02827588709382447>

18. Klinger W., Hirschelmann R., Suss J. Birch Sap and Birch Leaves Extract – Screening for Antimicrobial, Phagocytosis Influencing, Antiphlogistic and Antipyretic Activity. *Die Pharmazie*, 1989, vol. 44(8), pp. 558–560.

19. Kūka M., Čakste I., Geršebeka E. Determination of Bioactive Compounds and Mineral Substances in Latvian Birch and Maple Saps. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 2013, vol. 67(4-5), pp. 437–441. <https://doi.org/10.2478/prolas-2013-0069>

20. Liu T.X., Zhang S.W. Agroforestry Systems in Northern Temperate Zone and Productive Perspectives. *Advanced Materials Research*, 2011, vol. 304, pp. 253–258. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.304.253>

21. Nygren A., Lacuna-Richman C., Keinänen K., Alsala L. Ecological, Socio-Cultural, Economic and Political Factors Influencing the Contribution of Non-Timber Forest Products: Case Studies from Honduras and the Philippines. *Small-scale Forestry*, 2006, vol. 5(2), pp. 249–269. <https://doi.org/10.1007/s11842-006-0013-5>

22. Svanberg I., Sđukand R., Łuczaj Ł., Kalle R., Zyryanova O., Dénes A., Papp N., Nedelcheva A., Šeškauskaitė D., Kołodziejska-Degórska I., Kolosova V. Uses of Tree Saps in Northern and Eastern Parts of Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 2012, vol. 81, no. 4, pp. 343–357. <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.036>

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