



Научная статья
УДК 339.54.012+338.001.36
doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_608

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ХВОЙНЫХ ПОРОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М.А. Зырянов, С.О. Медведев, И.Г. Швецова

Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологии
им. академика М.Ф. Решетнёва, Лесосибирск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследований структуры зелени хвойных пород древесины, её состав витаминов и микроэлементов. А также предложен вид продукции для применения в садоводстве, животноводстве, птицеводстве и пчеловодстве, получаемый из древесной зелени — хвойная мука. Производство муки из зелени хвойных пород древесины поможет не только снизить количество отходов после лесозаготовительных работ, но и расширить лесосырьевую базу посредством производства нового продукта. Данное исследование производилось в Красноярском крае на основе решения проблемы использования отходов лесозаготовительных работ. Научная новизна состоит в том, что в ходе исследования было разработано устройство, которое позволяет производить хвойную муку непосредственно на лесосеке. Разработаны конструкция, принципы действия и технологические регламенты его работы. Оборудование позволяет отделять хвою от веток, измельчать ее и упаковывать измельченные продукты на месте вырубki в вакуумную упаковку для дальнейшей транспортировки. Также произведено технико-экономическое обоснование предлагаемого решения. Исследование опирается на результаты разработок отечественных и ряда зарубежных авторов, а также собственные научные изыскания. В ходе работ выявлено, что прибыль от внедрения авторских разработок по стране может достигать более 30 млрд. руб. Предлагаемые решения могут быть использованы как в научном, так и практическом направлении.

Ключевые слова: хвойная мука, зелень хвойных пород, хвоя, измельчение, древесная зелень, эффективность, сельское хозяйство, экономическая целесообразность

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках реализации научного проекта № 2022110509022 «Разработка инновационной технологии и оборудования для переработки древесной зелени хвойных пород в условиях лесозаготовительных работ Крайнего Севера».

Original article

PROSPECTS FOR THE USE OF WOODY GREENERY OF CONIFEROUS SPECIES IN AGRICULTURE

М.А. Zyranov, S.O. Medvedev, I.G. Shvetcova

Lesosibirsk branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Lesosibirsk, Russia

Abstract. The article presents the results of studies of the structure of coniferous wood greens, its composition of vitamins and trace elements. And also a type of product for use in horticulture, animal husbandry, poultry farming and beekeeping, obtained from woody greens — coniferous flour, is proposed. The production of flour from softwood greens will help not only to reduce the amount of waste after logging operations, but also to expand the forest resource base through the production of a new product. This study was carried out in the Krasnoyarsk Territory on the basis of solving the problem of using logging waste. The scientific novelty lies in the fact that during the research a device was developed that allows the production of coniferous flour directly in the cutting area. The design, principles of operation and technological regulations of its operation have been developed. The equipment allows you to separate the needles from the branches, grind it and pack the crushed products at the cutting site into vacuum packaging for further transportation. A feasibility study of the proposed solution has also been carried out. The research is based on the results of the developments of domestic and a number of foreign authors, as well as their own scientific research. In the course of the work, it was revealed that the profit from the introduction of author's developments in the country can reach more than 30 billion rubles. The proposed solutions can be used both in scientific and practical directions.

Keywords: coniferous flour, coniferous greens, needles, crushing, wood greens, efficiency, agriculture, economic feasibility

Acknowledgments: The research was carried out with the financial support of the Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support within the framework of the scientific project N 2022110509022 «Development of innovative technology and equipment for processing coniferous wood greens in the conditions of logging operations in the Far North».

Древесная зелень — это особый вид древесного сырья, состоящий в основном из живых клеток хвойных деревьев, молодых побегов и коры. Эти растительные клетки содержат вещества, необходимые для жизни растений, животных и человека: белки, углеводы, витамины, ферменты, жёлтые и зелёные пигменты, стероиды и микроэлементы.

До недавнего времени в лесном хозяйстве ценным считался только ствол, а все остальное, включая крону, мелкие побеги и ветви, — отходами, в результате чего лесосеки были завалены и благоприятны для жизни и размножения вредителей леса, а также для возникновения лесных пожаров.

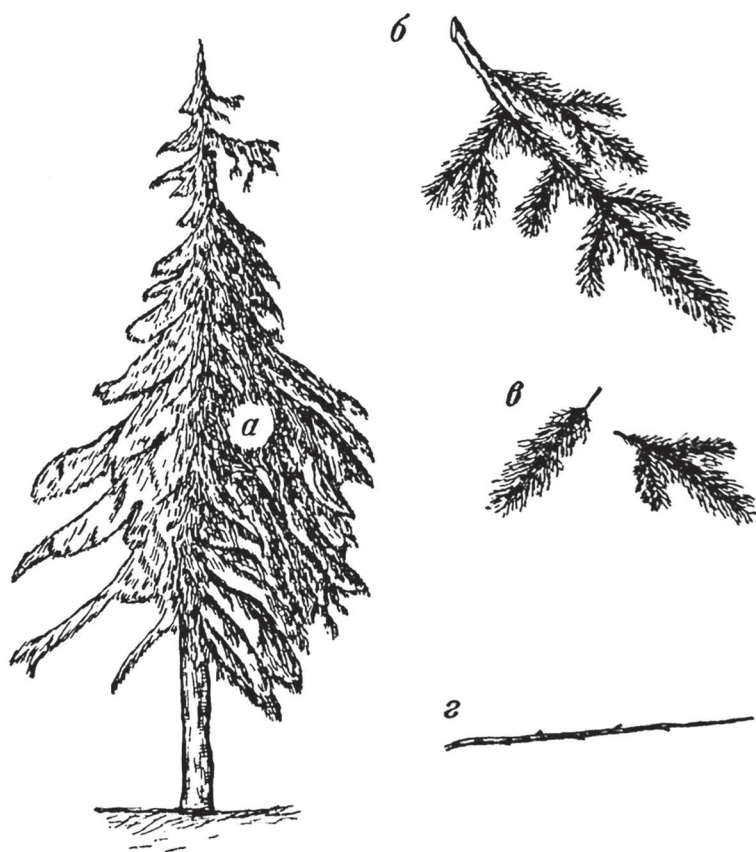
В клетках древесной растительности — особенно в листьях, хвое, неодревесневших побе-

гах заключены многочисленные, необходимые человеку и животным, биологически активные вещества — витамины, хлорофилл, фитонциды, микроэлементы и др. направляющие, регулирующие жизненные процессы организма, защищающие его от патогенного микромира, а также пластические и энергетические вещества — углеводы, белки, жиры, т.е. все то, что необходимо для существования человека и животных.

Чтобы правильно дать оценку древесной зелени, необходимо уточнить некоторые термины. Все живое, составляющее крону дерева, называется древесной зеленью (рисунок 1). Веткой называется сук вместе с маленькими побегами, листьями или хвоей. Ветка после отделения от нее мелких побегов, листьев или хвои

называется сучком. Техническая зелень — это все то, что используется как сырье в технических целях для производства муки из хвои древесины, хлорофилло-каротиновой пасты, эфирных масел, настоев и другой продукции.

Дерево получает из земли питательные вещества, из которых часть расходуется на рост, а часть откладывается в молодых побегах и хвойной зелени. В древесной зелени под действием солнечной энергии образуется целый ряд биологически активных веществ, включая белки, ферменты и витамины. Некоторые из этих веществ используются для роста деревьев, а некоторые запасаются. Таким образом, древесная зелень подобна лабораториям и хранилищам для производства и хранения ценных веществ [1].



а — древесная зелень (крона); б — ветка; в — техническая зелень; г — сучок.

Рисунок 1. Строение хвойного дерева (ель сибирская)
Figure 1. Structure of a coniferous tree (Siberian spruce)

Древесная зелень хвойных пород (ГОСТ 21769-84) представляет собой покрытые хвоей ветки диаметром не более 8 мм, взятые со свежезаготовленных деревьев.

Внимательный осмотр хвои сосны обыкновенной показывает, что она полукруглая (рисунок 2 и 3). Снаружи имеется эпидермис с толстой кутикулой. Клетки эпидермиса почти квадратные. Наружная, внешняя и внутренняя клеточные стенки клеток сильно утолщены, и самые старые листья часто жесткие. Узкие щелевидные поровые каналы простираются от небольшого округлого просвета к углам клеток. Под эпидермисом находится гиподерма, состоящая из одного слоя, а в рожках из двух или трех слоев волокон, с утолщенной стенкой ксилемы [2].

Стомы присутствуют на всей поверхности листа. Их замыкающие клетки расположены ниже стоматальных клеток, на уровне подкожной клетчатки. Стомы клетки очень крупные, их наружная стенка сильно утолщена. Стенки терминальных клеток и периостальных клеток в утолщенных стенках одревесневают. Трещина поры ведет к задней полости поры, которая окружена клетками мезофилла [2].

Мезофилл однородный и складчатый. Складки возникают, когда внутренний слой плазматической мембраны выходит в просвет клетки и становится дольчатым. Складки увеличивают поверхность наклонного слоя цитоплазмы, содержащего хлоропласты. Клетки в мезофилле плотно прилегают друг к другу, между ними мало промежутков [2].

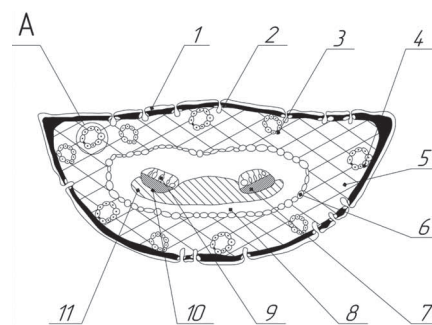
В средней доле митотические смоляные протоки присутствуют чуть ниже или чуть глубже

в подвижной ткани. Они идут вдоль листа и заканчиваются слепо около верхушки листа. Снаружи смоляные протоки покрыты толстостенными не древесными волокнами. Внутренняя часть покрыта толстостенными живыми эпителиальными клетками, которые выделяют смолу.

Проводящая система представлена двумя коллатеральными замыкающими пучками, расположенными под углом друг к другу в центре листа, а лист обращен выпуклой поверхностью. Таким образом, плоская поверхность иглы морфологически представляет верхнюю сторону листа, а выпуклая поверхность морфологически представляет нижнюю сторону.

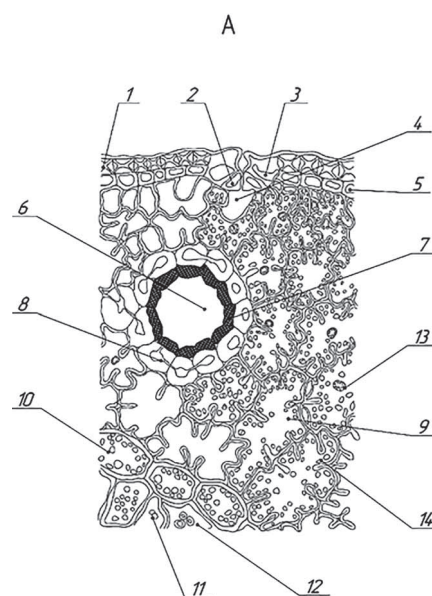
Нижняя часть между пучками представляет собой пучок волокон с толстыми, слегка лигнифицированными стенками. Проводящие пучки и прилегающие механические элементы окружены инфузорной тканью, состоящей из двух типов клеток. Вблизи ксилемы клетки довольно вытянутые, без содержимого и с окаймленными порами в стенке ксилемы. Эти клетки называются инфузориями-трахеидами. Остальные клетки живые, крупные и тонкостенные. Они содержат смолянистое вещество, часто гранулы крахмала. Трансфузионная ткань участвует в перемещении материала между проводящим пучком и мезофиллом [2].

Проводящий пучок вместе с окружающей трансфузионной тканью отделен от мезофилла эндодермой — одним слоем клеток паренхимы с окрашиванием Каспари в радиальной стенке.



1 — эпидермис, 2 — устьица, 3 — гиподерма, 4 — смоляной канал, 5 — складчатый мезофилл, 6 — эндодерма, 7 — проводящий пучок, 8 — трансфузионная ткань, 9 — ксилема, 10 — флоэма, 11 — склеренхима.

Рисунок 2. Схема поперечного разреза хвои сосны обыкновенной
Figure 2. Diagram of the cross section of the needles of the scots pine



1 — эпидермис, 2 — замыкающая клетка, 3 — околоустьичная клетка, 4 — подустьичная полость, 5 — гиподерма, 6 — смоляной канал, 7 — эпителиальные клетки, 8 — склеренхима, 9 — складчатый мезофилл, 10 — эндодерма с крахмальными зернами, 11 — клетка трансфузионной паренхимы с зернами крахмала, 12 — клетка трансфузионной трахеиды с окаймленными порами, 13 — ядро, 14 — хлоропласты.

Рисунок 3. Часть поперечного среза хвои сосны обыкновенной
Figure 3. Part of a cross-section of needles of the scots pine

Так, крахмал содержащийся в хвое, является веществом, которое адсорбируется на поверхностях и порах металлических частей машины и становится питательной средой для микроорганизмов, а смола увеличивает силы трения между элементами машины при контакте с режущей кромок инструмента.

Древесная зелень используется в качестве сырья в лесном хозяйстве для производства гранулированного топлива, в лесохимической промышленности для производства хлорофиллокалотиновой пасты, хлорофилла натрия и хвойных лекарственных экстрактов, а также в сельском хозяйстве для производства хвойной муки.



Таблица 1. Требования, предъявляемые к муке из зелени древесины хвойных пород
Table 1. Requirements for flour from the greenery of coniferous wood

Цвет и запах	Норма для сорта		
	высшего	первого	второго
	Свойственные древесной зелени используемых пород, без признаков горелости, а также затхлого, плесневелого, гнилого и других посторонних запахов		
Каротин в 1 кг, мг, не менее	90	75	60
Массовая доля сырой клетчатки, %, не более	30	33	35
Крупность размола:			
остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм, %, не более	5	5	5
остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм	Не допускается		
Диаметр гранул, мм	10 — 14	10 — 14	10 — 14
Длина гранул, мм	15 — 25	15 — 25	15 — 25
Крошимость гранул, %, не более	10	12	12
Проход гранулированной муки через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	10	10	10
Примеси:			
металломагнитная примесь размером до 2 мм включ. в 1 кг, мг, не более	8	10	10
массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, %, не более	0,7	1,0	1,0
Токсичность	Не допускается		

Таблица 2. Данные по затратам на материалы
Table 2. Data on material costs

Наименование деталей/материалов	Вес детали, кг.	Материал	Цена за кг./шт., руб.	Общая стоимость, руб.
Основные материалы:				
1. Отделитель древесной зелени ОДЗ-12А	-	-	215 000	215 000
2. Универсальная дробилка	-	-	149 000	149 000
3. Шасси прицепа	-	-	100 000	100 000
4. Вакуумный упаковщик	-	-	7 500	15 000
5. Весы	-	-	3 500	7 000
Комплектующие:				
1. Ножи	0,193	9ХФ	150	5 250
2. Подшипники	-	-	2 596	12 980
3. Болты	-	30ХР	30	3 000
4. Концевые шайбы	-	Сталь 45	30	300
5. Шкив многоручьевый	-	-	1050	4 200
6. Многоручьевый ремень	-	-	1950	3 900
7. Стальной пруток	30	Сталь 40Х	36,2	1 086
8. Стальной пруток	20	Сталь 40ХН	41	820
9. Листовой прокат	50	Сталь 08Х18Н10	238	11 900
10. Труба стальная	5	Сталь 40Х	17,85	89,25
Вспомогательные материалы:				
1. Сварочная проволока	5	Св-01Х19Н9	286	1 430
Итого:				530 955

Таблица 3. Затраты на изготовление мобильной установки
Table 3. Costs for the manufacture of a mobile installation

Статьи затрат	Сумма затрат, руб.
1. Основные и вспомогательные материалы	530 955
2. Основная и дополнительная заработная плата	33 155
3. Отчисления на социальные нужды	9 946,5
4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:	
- электроэнергия	467,71
- амортизация	67
- текущий ремонт	470,66
- прочие	50,27
5. Прочие неучтенные расходы на изготовление мобильной установки	46 008,99
Итого	621 121

Мука из сосновых игл пользуется очень большим спросом в сельскохозяйственном секторе. В садоводстве, например, мука из хвои может стать альтернативой. В сельскохозяйственной сфере очень востребована мука из хвои. Например, в садоводстве хвойная мука может стать альтернативой различным препаратам и материалам. Измельченную хвою можно использовать в качестве мульчи, удобрения, изоляции поверхности почвы в питомниках, безопасного и эффективного инсектицида и фунгицида, а также для сохранения урожая. В животноводстве хвойная мука является пищевой добавкой для крупного скота, свиней, коз и птиц. Кроме того, хвойная мука может служить средством профилактики и лечения многих заболеваний сельскохозяйственных культур. В пчеловодстве сосновая смола используется для лечения заболеваний.

Технологии производства разных видов указанной продукции включают: сбор порубочных остатков, отделение хвои от веток, измельчение.

Для производства муки из хвойных пород древесины необходимо использовать древесную зелень, которая может быть собрана с сосны обыкновенной, ели сибирской или пихты сибирской.

Мука хвойных пород (ГОСТ 13797-84) выпускается в гранулированном и сыпучем виде и по качеству делится на три сорта: высший, первый и второй сорта в соответствии с требованиями и нормами, приведёнными в таблице 1 [3].

Для изготовления качественной муки из хвои и иной продукции для сельского хозяйства большое практическое значение имеет соблюдение условий, обеспечивающих правильное хранение. Хранение древесной зелени должно предполагать сохранность биологически активных веществ. Срок хранения хвойной зелени не должен превышать 1 суток в летнее время года и не более 5 суток в зимнее время года. Более длительное хранение приводит к резкому понижению содержания биологически деятельных веществ. [4]

Для измельчения хвои древесины непосредственно на местах, отведённых для лесозаготовительных работ, в ходе исследований авторским коллективом разработана мобильная установка. Это первое, представленное в научной литературе устройство, которое может отделять хвою от веток, измельчать хвою и упаковывать измельченные продукты на месте вырубке [5]. Машина также может измельчать древесную зелень хвойных пород без предварительной сушки, что позволяет снизить стоимость готового продукта.

Принцип работы мобильной установки заключается в следующем: материал, такой как ветки и мелкая древесина, сначала подается в приемную секцию, где он захватывается ребристыми роликами и подается в рабочую зону устройства для отделения зелени. Штифты, прикрепленные к корпусу барабана, отделяют хвою от веток. Это выталкивает очищенные ветки из мобильного устройства, а хвоя под действием силы тяжести поступает в режущий блок. Хвоя, попадающая в зону резания, отбрасывается к стенке камеры вращающимся ротором, который создаёт воздушный поток и захватывает её на движущихся по кругу ножах. Ножи, двигаясь в воздушном слое продукта, ударяют частицы о свою рабочую поверхность и измельчают их. Измельченный продукт, размер которого меньше размера ячеек сита, подается из зоны резки,



проходит через вращающийся механизм и попадает в мешок, подвешенный на весах. Весы соединены с поворотным механизмом, который определяет, в какой из двух мешков попадает измельченная хвоя. Через горловину мешка проходит лента, которая соединена с вакуумной упаковочной машиной. Когда мешок полностью заполняется, поворотный механизм поворачивается, и заполняется второй мешок. В этот момент машина для вакуумной упаковки первого мешка затягивает ремень, выпуская воздух и запаивая мешок. Готовые пакеты попадают в верхнюю зону хранения, откуда транспортируются к потребителю.

Одной из важных частей исследования при реализации технологии измельчения древесной зелени хвойных пород с помощью мобильной установки является должное экономическое обоснование капиталовложений.

Мобильная установка для отделения и измельчения древесной зелени хвойных пород включает в себя узел отделения древесной зелени и узел измельчения хвои. В качестве узла отделения выступает отделитель древесной зелени ОДЗ-12А, а в качестве узла измельчения — универсальная дробилка. Расчёт стоимости основных и вспомогательных материалов, комплектующих изделий проводится в таблице 2.

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что общие затраты на материалы для изготовления мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород составляют 530 955 рублей. Затраты на изготовление мобильной установки представлены в таблице 3.

Следующий этап исследования состоял в экономической оценке внедрения мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород.

Выводы об экономической целесообразности внедрения мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород на основе нового конструкторского решения были получены на основе расчетов показателей изменения прибыли и срока окупаемости капитальных вложений. Также производился сравнительный анализ с альтернативными технологическими решениями. Как показали расчеты, прирост прибыли при переработке сырья, получаемого из 1 тыс. м³ древесины хвойных пород, составит 347,159 тыс. руб. Величина прибыли, остающаяся в распоряжении предприятия после уплаты налогов будет составлять 270,089 тыс.руб.

Сравнение полученной величины коэффициента эффективности капиталовложений ($E_k = 0,43$) с нормативным значением ($E_n = 0,15$) доказало, что внедрение мобильной установки для измельчения древесной зелени можно считать экономически эффективным.

Очевидно, что важным элементом при принятии решений о внедрении каких-либо новшеств в производство является общий объем положительных эффектов. В условиях использования хвойной зелени для целей сельского хозяйства важно оценить объемы возможного сырья, потенциально доступного для переработки. В ходе исследования оценены объемы лесозаготовок и остающихся на лесосеках отходов древесной зелени хвойных пород.

В России в 2021 году заготовлено почти 225 млн. м³ древесины. Даже по скромным подсчетам, выполненным авторским коллективом, для высокохозяйственного назначения доступно более 6 млн. тонн древесной зелени. В условиях определенного сокращения объемов производства различных видов продукции как в сельском хозяйстве, так и в лесной отрасли, данные объемы могут существенно варьироваться. Однако при условии переработки в продукцию сельскохозяйственного назначения хвойной древесной зелени по предлагаемым технологическим решениям, предприятия могут получить прибыли более чем на 30 млрд.руб.

Таким образом, в исследовании установлено, что сельскохозяйственное направление — одно из наиболее перспективных в части использования остающихся в настоящее время на лесосеках отходов древесной зелени. Перспективы использования данных ресурсов для повышения эффектов в сельском хозяйстве изучены достаточно хорошо [6-9]. Авторский вклад в развитие данного направления заключается в разработке оборудования, которое позволит сделать вовлечение данных ресурсов в производство экономически целесообразным.

Список источников

1. Медведев С.О., Степень Р.А. Особенности качественных характеристик продуктов переработки древесной зелени пихты северных регионов // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 233-236.
2. Машкова И.В. Ботаника с основами фитоденологии. Учебное пособие к лабораторным работам. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 72 с.
3. ГОСТ 13797-84 Мука витаминная из древесной зелени. Технические условия.
4. Лобанов, В. В. Комплексная переработка древесной зелени в условиях малого пихтоваренного производства: монография / В.В. Лобанов, Е.Э. Лобанова, Р.А. Степень. Красноярск: Сибирский государственный технологический университет, 2007. 144 с.
5. Mokhiev A., Zyrjanov M., Medvedev S., Rjabova T. Modeling of the process of collection, sorting and transportation of logging residues at the logging area // Journal of Applied Engineering Science. 2021. Т. 19. № 1. С. 114-118.

6. Паньков О.Г., Полянская В.В., Паршикова В.Н., Степень Р.А. Использование продуктов переработки древесной зелени пихты в сельском хозяйстве // Вестник Красноярского ГАУ. 2009. № 3 (30). С. 209-212.

7. Ралдугин В.А. Терпеноиды пихты и высокоэффективный регулятор роста растений на их основе // Рос. хим. журн. 2001. Т.48. № 3. С. 84-88.

8. Ершов Ю.И. Земельные и лесные ресурсы Красноярского края, проблемы их рационального использования. Новосибирск: СО РАН, 2001. 114 с.

9. Thomson A., Price G.W., Arnold P., Dixon M., Graham T. Review of the potential for recycling CO2 from organic waste composting into plant production under controlled environment agriculture // Journal of Cleaner Production, 2022. Volume 333, <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130051>.

References

1. Medvedev S.O., Stepen' R.A. (2013). *Osobennosti kachestvennykh kharakteristik produktov pererabotki drevsesnoi zeleni pikhity severnykh regionov* [Features of qualitative characteristics of products of processing of wood greens of fir of the northern regions]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, no. 4, pp. 233-236.
2. Mashkova I.V. (2005). *Botanika s osnovami fitosenologii. Uchebnoe posobie k laboratornym rabotam* [Botany with the basics of phytocenology. Textbook for laboratory work]. Chelyabinsk: Izd-vo YUURGU, p. 72.
3. GOST 13797-84 *Muka vitaminnaya iz drevsesnoi zeleni. Tekhnicheskie usloviya*.
4. Lobanov V.V. (2007). *Kompleksnaya pererabotka drevsesnoi zeleni v usloviyakh malogo pikhovarennogo proizvodstva: monografiya* [Complex processing of wood greens in conditions of small fir production], Krasnoyarsk, Sibirskii tekhnologicheskii unistityt, p.144.
5. Mokhiev A., Zyrjanov M., Medvedev S., Rjabova T. (2021). Modeling of the process of collection, sorting and transportation of logging residues at the logging area *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 19, no. 1, pp. 114-118.
6. Pan'kov O.G., Polyanskaya V.V., Parshikova V.N., Stepen' R.A. (2009). *Ispol'zovanie produktov pererabotki drevsesnoi zeleni pikhity v sel'skom khozyaistve* [The use of processing products of fir tree greens in agriculture]. *Vestnik KraSGAU*, no. 3 (30), pp. 209-212.
7. Raldugin V.A. (2001). *Terpenoidy pikhity i vysokoeffektivnyi regulyator rosta rastenii na ikh osnove* [Fir terpenoids and a highly effective plant growth regulator based on them]. *Ros. khim. zhurn.*, vol.48, no. 3, pp. 84-88.
8. Ershov YU.I. (2001). *Zemel'nye i lesnye resursy Krasnoyarskogo kraja, problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Land and forest resources of the Krasnoyarsk Territory, problems of their rational use], Novosibirsk, SO RAN, pp. 114.
9. Thomson A., Price G.W., Arnold P., Dixon M., Graham T. (2022). Review of the potential for recycling CO2 from organic waste composting into plant production under controlled environment agriculture. *Journal of Cleaner Production*, vol. 333, <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130051>.

Информация об авторах:

Зырянов Михаил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4525-2124>, zuryanov13@mail.ru
Медведев Сергей Олегов, кандидат экономических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, medvedev_serega@mail.ru
Швецова Ирина Гериславовна, магистрант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2615-0552>, milyaevairen@yandex.ru

Information about the authors:

Mikhail A. Zyryanov, candidate of technical sciences, associate professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4525-2124>, zuryanov13@mail.ru
Sergey O. Medvedev, candidate of economic sciences, associate professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, medvedev_serega@mail.ru
Irina G. Shvetsova, master's student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2615-0552>, milyaevairen@yandex.ru

