

УДК 630*182.48

UDC 630*182.48

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ
ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЗА
СЧЕТ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕННЫХ БИОГЕННЫХ
ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКЦИИ, В
ТОМ ЧИСЛЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ
РАСТЕНИЙ И ЛИШАЙНИКОВ ЗА СЧЕТ
МЕХАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА**

**IMPROVING EFFICIENCY OF NATURAL
BIOGEOCENOSSES OF LOW PRODUCTIVITY
BY GETTING BIOGENIC SECURITIES BASED
UPON THE EXTRACTION, INCLUDING
SECONDARY PLANT METABOLITES AND
LICHENS THROUGH MECHANIZATION
PROCESS**

Филенко Юлия Александровна
к.э.н.

Fileiko Yulia Alexandrovna
Cand.Econ.Sci.

Ласточкин Денис Михайлович
к.т.н
*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Lastochkin Denis Mikhailovich
Cand.Tech.Sci.
*Volga State University of Technology,
Yoshkar-Ola, Russia*

В статье рассматривается разработка технологического процесса для получения экстракта лишайников на базе использования малопродуктивных естественных биогеоценозов с использованием адаптивно-модульного комплекса заготовки и обработки лишайников, обеспечивающего более эффективное их использование

The article discusses the development process for preparing an extract of lichens on the basis of use of low productivity of natural biogeocenosis using adaptive modular complex harvesting and processing of lichens for more effective use of them

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, АДАПТИВНО-МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС, ЛИШАЙНИК, УСНИНОВАЯ КИСЛОТА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: TECHNOLOGICAL PROCESSES, ADAPTIVE- MODULAR SYSTEMS, LICHENS, USNIK ACID, EFFICIENCY

На сегодняшний день все большее применение в фармацевтической отрасли находят лекарственные средства природного происхождения. Вещества, входящие в состав растений, принципиально более родственны человеческому организму по своей природе, нежели синтетические препараты. Терапевтическая ценность лекарственных растений определяется входящими в их состав биологически активными веществами. К последним относятся все вещества, способные оказывать влияние на биологические процессы, протекающие в организме.

Широкое применение лишайников как лекарственных средств обусловлено их химическим составом. В слоевищах лишайников содержится до 80 % углеводов, половина которых представлена гомополисахаридом лихенином, а также изолехенином, обладающими как

иммуномодулирующими, противоопухолевыми, так и гепатопротекторными свойствами. Во время Великой Отечественной войны в СССР была разработана методика получения из лишайников глюкозы [1].

Многие вторичные вещества лишайников (например, канарион, тамноловая кислота, скваматиновая кислота, вермикуларин, норстиксовая кислота, баеомицезическая кислота, леканориновая кислота, барбаатиновая кислота, усниновая кислота) обладают сильными гиполипидемическими и антиоксидантными свойствами, т.к. способны связывать токсичные свободные радикалы благодаря своей фенольной природе.

Особый интерес среди лишайниковых веществ представляет усниновая кислота, которая найдена, по одним данным, в талломах 16 видов лишайников, 6 из которых растут в лесном растительном поясе (*Cladonia deformis*, *Parmelia vagans*, *Thamnolia vermicularis*, *Usnea dasypoda*, *Usnea florida*, *Usnea hirta*), а по другим - в ~ 70 видах лишайников [2].

В настоящий момент известны следующая биологическая активность усниновой кислоты:

- 1) Противомикробная; эффективна против *Candida orthopsilosis* and *C. Parapsilosis*, метициллин-резистентного золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus*, а также чувствительных и резистентных штаммов *Mycobacterium tuberculosis* и невызывающих туберкулёз штаммов микобактерий.
- 2) Синергист инсектицидов.
- 3) Противораковая; в различной степени оказывает ингибирующее действие на A2780, HeLa, MCF-7, H1299, SK-BR-3, HT-29, HCT-116 p53(+/+), HCT-116 p53(-/-), HL-60 and Jurkat раковые клетки человека в условиях *in vitro*.
- 4) Противоксидантная и гепатопротекторная (используется в составе БАД для снижения веса).

5) Антималарийная [1].

Для повышения эффективности малопродуктивных естественных биогеоценозов за счет получения ценных биогенных продуктов предлагается механизировать процесс сборки лишайников, используемых в дальнейшем для фармацевтической отрасли.

Механизация данного процесса позволит:

- повысить качество выполняемой работы и производительности;
- снизит физические и нервные нагрузки на работника, улучшит условий его работы;
- устранил возможные факторы травматизма и профессиональных заболеваний исполнителя работы, повысит безопасность и социальную престижность труда.
- сократит трудовые затраты.

Механизация будет направлена на перевод отдельных ручных операций обработки изделий или других вспомогательных операций на обслуживание устройствами, управляемыми операторами. При механизации функции рабочего сводятся только к управлению работой, контролю качества, регулированию инструмента и оборудования [3].

Целью проекта будет разработка технологического процесса получения экстракта из лишайников рода *Cladonia* и *Cetraria* (*Cladonia alpestris*-кладония приальпийская, *Cladonia sylvatica* –кладония лесная, *Cladonia deformis* Hoffm. – кладония бесформенная, *Cetraria cucullata* (Bell.) Ach.- цетрария клобучковая, *Cetraria nivalis* (L.) Ach.- цетрария снежная, *Cetraria islandica* (L.) Ach.- цетрария исландская), произрастающих на территории Приволжского региона на песчаных почвах, в лесных зонах малопродуктивных естественных биогеоценозах с применением адаптивно-модульного комплекса заготовки и обработки лишайников, обеспечивающего более эффективное их использование, где коэффициент полезного использования биопродуктивности данных территорий будет не

менее 60%, что указывает на то, что запасы лишайников в регионе, согласно географическим особенностям, огромны и, не смотря на свое долгое восстановление, с использованием разрабатываемого технологического процесса они в полной мере будут удовлетворять потребностям.

Разрабатываемый технологический процесс направлен на получение экстракта лишайников, содержащего усниновую кислоту (10-20% от массы экстракта, чистота усниновой кислоты по ВЭЖХ не менее 97%, производные усниновой кислоты в количестве до 0,5 мас.%, предпочтительно до 0,2 мас.%, наиболее предпочтительно до 0,1 мас.%.), предназначенного для использования в качестве лекарственного сырья.

Технология получения экстракта лишайников, содержащего усниновую кислоту, включающая методику извлечения биологически активных веществ из лишайников и методику очистки. Технология заготовки и первичной переработки лишайников для дальнейшего получения экстракта, содержащего усниновую кислоту, включающая методику использования разрабатываемого адаптивно модульного комплекса в зависимости от природно-климатических, производственных и технических условий.

Адаптивно-модульный комплекс для заготовки и первичной переработки лишайников, включающий секционный гибкий манипулятор с оборудованием тримерного срезания и вакуумной транспортировки срезанного лишайника, автоматическую сборно-разборную секционную сушилку с электрическим калорифером, механизированный шнековый пресс для получения брикетов, автоматизированное упаковочное приспособление с автоматической маркировкой.

Разрабатываемый адаптивно-модульный технологический комплекс должен включать следующие технологические операции:

- 1) Сбор сырья;

Сбор и заготовка сырья осуществляется по механизированной вакуумной схеме при которой срезания осуществляются с помощью приводных движущихся ножей, передача-транспортировка срезанного сырья осуществляется при помощи шлангов и вакуумной системы,

Механизированный сбор сырья с удаленной поверхности и труднодоступных мест наиболее целесообразно осуществляет при помощи гибкого манипулятора с внутренним вакуумным подающим шлангом.

2) Первичная обработка;

3) Сушка;

Сушка искусственным обогревом (тепловая сушка).

Оригинальная схема распределения тепловых потоков, благодаря которой поддерживается постоянная температура в сушильной камере, – главное преимущество разрабатываемой сушилки. Компактность, сборно-разборная конструкция и небольшая масса позволяют осуществлять транспортировку ее в кузове автомашины, а также быстрый монтаж и демонтаж. Сушка производится конвективным способом.

Основанием сушилки является электрический калорифер, на нем установлена сушильная камера, патрубок которой посредством фланцевого соединения скреплен с вытяжной трубой. Воздух, поступающий извне, в системе воздуховодов калорифера нагревается и затем направляется в полые стенки сушильной камеры. В них имеются система распределения потока подогретого воздуха и окна для проникновения его в сушильную камеру, где на лотках располагают объект сушки. В камере воздух выполняет роль теплоносителя, подогревает продукт и одновременно отбирает избыточную влагу. Отработанный воздух через окна промежуточной полый стенки и вытяжную трубу удаляется наружу. Топочные газы выходят через вытяжную трубу в верхней части сушильной камеры. Регулировать процесс сушки, т.е. равномерно распределять

температурное поле по высоте и глубине сушильной камеры можно с помощью системы заслонок.

4) Прессование;

Процесс прессования целесообразно осуществлять с помощью шнекового устройства обладающих преимуществом компактности и большой производительностью.

Преимущество механизированного прессования заключается в том, что здесь мы получаем: высокую производительность, равномерные по объему тюки, плотность упаковки, а для некоторого сырья большую экономию в материале на обшивку. Важным моментом является также и то обстоятельство, что при необходимости длительного хранения сырья на складах прессование наиболее эффективно предотвращает от потери действующих начал.

5) Упаковка;

Упаковка осуществляется при помощи механизированного приспособления совмещённого с сушильной камерой.

6) Маркировка;

7) Транспортировка;

8) Хранение;

9) Получение экстракции;

Экстракция биологически активных веществ предусмотрена в аппарате Соксклета. Она осуществляется на автоматической системе для экспресс-экстракции под давлением SpeedExtractor с системой для параллельного упаривания MULTIVAPOR P-6.

Разрабатываемый адаптивно-модульный технологический комплекс будет обеспечивать следующие показатели:

- Площадь обрабатываемого лесного массива - 1 га/смена;
- Температура сушки – 30-100 °С;
- Влажность предмета труда после сушки - не более 15%;

- Плотность брикетов – 1-1,2 т/м³;
- Вместимость камеры – не менее 1,0 м³;
- Число сит – не менее 3;
- Масса комплекса – не более 600 кг.

Технические характеристики технологических операций:

- Производительность с участка со средней плотностью распределения предмета труда – не менее 1 кг/ч;
- Время на сушку 1 кг предмета труда – не более 3 часов;
- Время на сушку 1 кг предмета труда – не более 2 часов;
- Производительность брикетирования – 10 кг/ч;
- Сушка предмета труда - до влажности не более 15%;

Разрабатываемый адаптивно-модульный комплекс будет обслуживаться персоналом в количестве и с квалификацией указанными в таблице 1.

Таблица 1- Квалификация персонала для обслуживания адаптивно- модульного комплекса.

№ п/п	Наименование должности, специальности, профессии	Количество	Требуемая квалификация
Оперативный персонал:			
1	Начальник участка	1	Высшее образование по специальности инженер-технолог, стаж работы- не менее 5 лет
2	Оператор комплекса (сборщик)	1	технолог 6 разряда

Разрабатываемый технологический процесс будет обеспечивать циклическую работу со следующими параметрами цикла:

Подготовка комплекса к работе – 10 мин;

Процесс срезания предмета труда с одного участка

1) Переезд до нового места сбора- 3 мин.;

2) Подведение срезающего устройства к обрабатываемому участку –

1 мин;

3) Срезание предмета труда и подача в сушильный бункер – 0,5 мин;

4) Общая длительность одного цикла – 4,5 мин;

Процесс сушки и прессовки в брикеты 1 кг предмета труда

1) Сушка – 60 мин;

2) Подача высушенного материала в прессовой механизм – 5 с;

3) Прессовка – 15 мин;

4) Расфасовка и маркировка – 7 мин.

5) После рабочая очистка сушильного бункера – 5 мин;

6) Общая длительность после сборочных операций – 87 мин.

Разрабатываемый технологический процесс получения экстрактов лишайников должен обеспечивать следующие показатели:

- Площадь обрабатываемого лесного массива - 1 га/смена;
- Температура сушки – 30-100 °С;
- Влажность предмета труда после сушки - не более 15%;
- Плотность брикетов – 1-1,2 т/м³;
- Вместимость сушильной камеры – не менее 1,0 м³;
- Число сит адаптивно-модульного комплекса – не менее 3;
- Масса комплекса – не более 600 кг;
- Экстрактор предназначен для экстракции органическими растворителями под давлением до 6-ти проб одновременно.
- Рабочий диапазон температур экстрактора от 30 до 200оС
- Рабочий диапазон давлений экстрактора от 50 до 150 бар
- Рабочий диапазон расходов экстрактора от 1 до 50 мл/мин
- Рабочие объемы экстракционных ячеек 10, 20, 40 мл
- Рабочие объемы приемных сосудов 60, 120, 220, 240 мл
- Возможность формирования смесей до 4-х растворителей.

Эффективность разрабатываемого адаптивно-модульного технологического комплекса для заготовки ценных биогенных продуктов

заключаться в том, что технологический процесс всех операций по времени сократится вдвое, соответственно увеличится объем собранной продукции при этом уменьшится тяжесть труда, так как практически весь цикл по сбору и переработке будет механизирован.

Приведем пример расчета затрат на сбор и заготовку лекарственных растений. Средняя продолжительность рабочего дня сборщиков составляет 6 часов. Средняя заработная плата по региону составляет 6000 руб., в месяц обозначим, что рабочих дня в месяце 22, следовательно, за час работы оплата составляет 45,45 коп. Рассмотрим примерные виды операций и затраты времени на техпроцесс при ручной сборке.

X (6 ч.) = сбор сырья (1 ч. 40 мин.) + первичная обработка (20 мин.) + сушка (3 ч.) + упаковка (30 мин.) + маркировка (30 мин.)

Далее рассмотрим виды работ и затраты времени при механизированном процессе сборки с использованием разрабатываемого адаптивно-модульного технологического комплекса.

X (2 ч. 50 мин.) = сбор сырья (50 мин.) + первичная обработка (20 мин.) + сушка (1 ч.) + прессование (15 мин.) + упаковка (10 мин.) + маркировка (15 мин.) [4]

Получается, что выработка на одного рабочего увеличивается почти в два раза, в свою очередь растет производительность труда. Соответственно темпы роста производительности труда повышаются, снижается себестоимость продукции и как следствие увеличивается рентабельность производства продукции.

Так же при внедрении адаптивно-модульного комплекса позволяет экономить за счет высвобождения работников, то есть их уменьшения, что так же позволяет сократить издержки на персонал (оплата труда, единый социальный налог, отчисления на страхование).

Таким образом, в результате применения разрабатываемого адаптивно-модульного технологического комплекса для заготовки ценных биогенных

продуктов, значительно увеличивается объем получаемой продукции, что обеспечивает в свою очередь снижение импорта сырья лекарственных растений и повышает экспортный потенциал экономики региона.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7089 от 12 июля 2012 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

Литература

1. Яковлев Г.П., Блинова К.Ф. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: Учебное пособие. СПб., 2004.-765 с.
2. Богданов Г.А. Распространение редких и исчезающих видов лишайников в Республике Марий Эл // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек Республики Марий Эл и сопредельных регионов. Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2006.-С. 27-31.
3. Романов Е. М., Онучин Е.М. Подходы к разработке и исследованию инновационной системы эффективного устойчивого лесопользования и лесовосстановления // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. Йошкар-Ола, 2011. – № 3. – С. 3–9.
4. Филенко Ю. А. Экономическая эффективность разрабатываемого адаптивно-модульного технологического комплекса для заготовки ценных биогенных продуктов // Развитие современной науки и техники. Материалы Международной научно-практической конференции/ Научный журнал «Аспект». Донецк, 2013.- № 2.- С.48-50

References

1. Jakovlev G.P., Blinova K.F. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. Farmakognozija: Uchebnoe posobie. SPb., 2004.-765 s.
2. Bogdanov G.A. Rasprostranenie redkih i ischezajushhih vidov lishajnikov v Respublike Marij Jel // Problemy jekologii i prirodnopol'zovanija v bassejnah rek Respubliki Marij Jel i sopredel'nyh regionov. Sbornik materialov mezhregional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Joshkar-Ola, 2006.-S. 27-31.
3. Romanov E. M., Onuchin E.M. Podhody k razrabotke i issledovaniju innovacionnoj sistemy jeffektivnogo ustojchivogo lesopol'zovanija i lesovosstanovlenija // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Les. Jekologija. Prirodnopol'zovanie. Joshkar-Ola, 2011. – № 3. – S. 3–9.
4. Filenko Ju. A. Jekonomičeskaja jeffektivnost' razrabatyvaemogo adaptivno-modul'nogo tehnologičeskogo kompleksa dlja zagotovki cennyh biogenных produktov // Razvitie sovremennoj nauki i tehniki. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii/ Nauchnyj zhurnal «Aspekt». Doneck, 2013.- № 2.- S.48-50