

Н. Р. Галяветдинов, А. Е. Воронин

## ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПОЛУЧЕНИЕМ ПОЛЕЗНЫХ ПРОДУКТОВ

*Ключевые слова: экстракт, хвоя, отходы.*

*Разработана установка для переработки древесной зелени хвойных пород, основанная на непрерывном процессе обработки водяным паром с получением трех готовых продуктов: эфирного масла, используемого в производстве медицинских препаратов и как ароматизатор в парфюмерии; хвойного экстракта, представляющего собой готовый медицинский препарат, а также применяемый в косметической промышленности; кормовая мука, находящая применение в производстве комбикормов для добавления в пищевую рацион сельскохозяйственных животных и птиц.*

*Keywords: extract, needles, wastes.*

*Designed installation for processing wood greenery of coniferous species, based on continuous process steam after receiving three finished products: essential oil used in the production of medical preparations and as a flavoring in perfumery; coniferous extract, representing the finished medicinal product, and also used in the cosmetics industry; fodder flour, which are used in the production of animal feed to add in the food allowance of agricultural animals and birds.*

Россия располагает неисчерпаемой сырьевой базой для развития лесоперерабатывающей промышленности. Комплексное использование лесных ресурсов предусматривает использование всей биомассы дерева, переработку древесных отходов, образующихся в процессе заготовки древесины и переработки ее на лесозаготовительных предприятиях. Это позволит увеличить выпуск продукции с 1 га лесной площади и 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины.

Известно, что на долю стволовой части приходится около 70% общей массы дерева, коры - от 9 до 24, сучьев - 8, пней и корней - 13%. При этом, на лесосеках при сплошных рубках остается отходов от общей массы не менее 20%, при рубках ухода от 80 до 100%. Кроме того, на деревообрабатывающих предприятиях древесные отходы составляют от 30 до 50%. Из этого количества отходов около 100 млн. м<sup>3</sup> являются экономически доступными, но до сих пор не применяются. Использование древесной зелени, оставляемой только на лесосеках, позволит получать дополнительно пищевой протеин, каротин, витамин С, натуральный клеточный сок и многих других продуктов, необходимых для народного хозяйства.

В последние годы в пищевой, парфюмерно-косметической промышленности, бытовой химии и сельском хозяйстве резко возрос спрос на натуральные биологически активные добавки. Большое значение в решении этого вопроса может иметь использование древесной зелени, богатой биологически активными веществами.

Современные способы переработки древесной зелени хвойных основаны на выделении из хвойного сырья биологически активных веществ органическим растворителем в виде суммы экстрактивных веществ. В качестве последнего чаще всего используется бензин. Полученная масса экстрактивных после удаления из них эфирных хвойных масел и воска подвергается омылению щелочью. Этот способ заложен в основе

производства хлорофилло-каротиновой пасты и хлорофиллина натрия. Бензин долгое время был единственным, используемым экстрактом для выделения биологически активных веществ из хвойного сырья. Липиды, входящие в состав полученных продуктов, в процессе обработки щелочью омыляются. При этом из состава экстрактов практически полностью исчезают фосфо- и гликолипиды, ацилглицеролы, эфиры стерин и другие сложные и простые эфиры, обладающие биологической активностью. Кроме того, высокие температуры экстракции также отрицательно влияют на их состав.

К настоящему времени разработаны и реализованы многие схемы переработки различных видов древесного сырья. Среди них есть и весьма эффективные, базирующиеся на глубокой химической переработке древесной зелени, коры, опилок, стружек хвойных и лиственных пород. Однако внедрение этих производств хотя и предполагает значительный экономический эффект, но требует больших капитальных и эксплуатационных затрат, квалифицированных кадров, сложного оборудования. Обеспечение этих условий для многих лесопромышленных хозяйств пока затруднено. Доступнее организация производств, вырабатывающих продукцию с использованием сравнительно простых средств и с привлечением незначительных вложений.

Наиболее полно данным требованиям удовлетворяет способ переработки древесной зелени хвойных пород водяным паром. К сожалению, использующиеся в настоящее время технологии для его осуществления дают неудовлетворительные результаты. Как правило, они нацелены на получение лишь одного продукта от переработки зеленой массы – хвойного экстракта либо эфирных масел. Отработанная зелень при этом в большинстве случаев уходит в отходы. В случае получения эфирного масла, его качество не удовлетворяет существующим нормативам по плотности и

содержанию в нем борнилацетата – наиболее ценного компонента определяющего качество продукта. Время переработки составляет порядка трех часов, но при этом доля неизвлеченного вещества оставшегося в отработанной зелени составляет около 30%. Способы, направленные на получение хвойного экстракта, основанные на вываривании древесной зелени в воде не нашли широкого внедрения в производстве из-за недостаточной окупаемости.

Для решения данных проблем была разработана экспериментальная установка для исследования переработки древесной зелени хвойных пород водяным паром при регулировании давления среды. Так как наиболее ценным продуктом при данном способе переработки сырья является эфирное масло, именно количество и качество данного вещества на выходе будет определяющим фактором при определении эффективности данной технологии при различных режимах. Одной из важнейших характеристик процесса переработки древесной зелени является кинетика выделения эфирного масла из древесной зелени и его компонентный состав. Обладая этими данными можно сделать выводы о необходимой

продолжительности отгонки, оптимальной температуре водяного пара и их влиянии на компонентный состав эфирного масла. Это открывает перспективы планирования необходимого состава готового продукта [1].

Эксперименты проводились следующим образом: хвоя измельчалась до размера 4 - 7 мм и порции сырья по  $500 \pm 10$  г. загружались в прогретый экстракционный аппарат, после которого экстрагировалась водяным паром при заданной температуре с отводом насыщенных эфирными маслами паров в конденсатор; сконденсировавшаяся эмульсия расслаивается на эмульгированную воду и хвойное масло. Отбор эфирного масла производился через интервалы времени - 10, 20, 30, 60, 90 и 150 мин соответственно. Эксперименты проводились при температурах 100, 110, 120, 130 и 140°C. Выбранные границы исследуемого диапазона температур объясняются тем, что при 100°C производится переработка древесной зелени на большинстве эфиромасличных производствах нашей страны, а при температуре свыше 140°C микроэлементы содержащиеся в древесной зелени начинают разрушаться и качество и количество выделяемого эфирного масла резко падает [2]-[4].

**Таблица 1 - Выход эфирного масла с единицы объема сырья при различных температурах процесса переработки**

| № этапа            | Продолжительность обработки |      | Выход эфирного масла, $m_{\text{эф.масл.}}/m_{\text{дз}}$ |        |        |        |        |
|--------------------|-----------------------------|------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                    | мин                         | %    | 100 °C                                                    | 110 °C | 120 °C | 130 °C | 140 °C |
| 1                  | 10                          | 6,6  | 0,0027                                                    | 0,003  | 0,0035 | 0,005  | 0,005  |
| 2                  | 20                          | 13,3 | 0,0037                                                    | 0,004  | 0,0070 | 0,007  | 0,007  |
| 3                  | 30                          | 20   | 0,005                                                     | 0,006  | 0,0096 | 0,009  | 0,009  |
| 4                  | 60                          | 40   | 0,0058                                                    | 0,0122 | 0,0132 | 0,013  | 0,010  |
| 5                  | 90                          | 60   | 0,0067                                                    | 0,0144 | 0,0145 | 0,014  | 0,011  |
| 6                  | 150                         | 100  | 0,0081                                                    | 0,0152 | 0,0152 | 0,015  | 0,012  |
| <b>Выход масла</b> |                             |      | 0,81                                                      | 1,52   | 1,52   | 1,51   | 1,25   |

Для обеспечения надежности результатов исследования опыт по определению динамики извлечения масел по каждой температуре был повторен трижды и взято среднее арифметическое значение. Данные по выходу эфирного масла с единицы объема сырья при различных температурах процесса переработки представлены в таблице 1. Как видно из таблицы около половины получаемого эфирного масла выделяется в первые полчаса процесса переработки, причем с увеличением температуры эта доля постепенно увеличивается до двух третей. Это говорит об интенсификации процесса извлечения целевого продукта с увеличением температуры переработки [5].

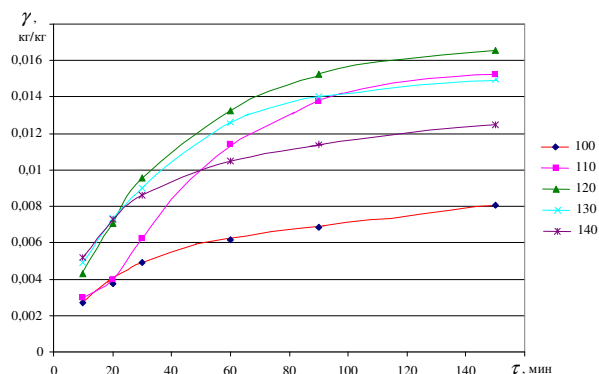
Полученные результаты экспериментов показывают, что температурный диапазон переработки древесной зелени от 110 °C до 130 °C обеспечивает наилучшие показатели по выходу эфирного масла.

Это подтверждает низкую эффективность существующих установок по переработке древесной зелени водяным паром, работающих при

атмосферном давлении, так как в этом случае более 50% целевого продукта остается в отработанной зелени. При этом следует отметить, что при температурах 120 °C и 130 °C кривые извлечения целевого продукта имеют схожий характер. Дальнейшее повышение температуры переработки хвои не продуктивно, так как наряду с увеличением интенсивности диффузионных процессов происходит термическое разложение основных компонентов эфирного масла. Кинетика процесса при 110 °C имеет замедленный характер в первой половине хода процесса, но по истечению 80 минут показатель извлечения эфирного масла достигает уровня более высоких температурных режимов [6].

Ниже на рисунке представлена экспериментальная кривая описывающая выход эфирного масла при температуре 100 °C и атмосферном давлении [7-8].

Как видно из кривых, уже при повышении температуры среды всего на 10 °C происходит рост выхода эфирного масла приблизительно в два раза,



**Рис. 1 - Экспериментальные данные выхода эфирного масла от температуры**

однако, при этом скорость извлечения по-прежнему остается недостаточно высокой. Следовательно, можно сделать вывод, что для повышения эффективности и производительности данного процесса его следует проводить при давлении пара, необходимом для поддержания температуры процесса в диапазоне 120 - 130 °С, так как более высокие температуры при повышении энергозатрат приводят к уменьшению выхода целевого продукта, а более низкие не обеспечивают высокую интенсивность извлечения.

### Литература

1. Сафин, Р.Р. Установка для переработки отходов древесных производств / Р.Р. Сафин и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского – Тамбов: ТГТУ, 2009 – С. 82-86.

2. Сафин, Р.Р. Комплексная переработка древесной зелени хвойных пород / Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – № 3. – С. 22-25.
3. Сафин, Р.Р. Экспериментальные исследования переработки древесной зелени хвойных пород // Вестник Моск. гос. ун-та леса – 2010, №4 – С. 87-90.
4. Воронин А.Е. Математическая модель технологического процесса переработки древесной зелени водяным паром / Воронин А.Е. и др. // вестник Каз. гос. технол. ун-та. – 2010. – № 9, С. 505-511.
5. Сафин, Р.Р. Разработка энергосберегающей технологии сушки древесины в жидкостях / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Н.Р. Галяветдинов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. Казань. – 2008. – № 11-12. – С. 159-163.
6. Сафин, Р.Р. Экспериментальные исследования осциллирующей сушки древесины в гидрофильных жидкостях / Р.Р. Сафин и др. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2008. Т. 51. № 12. С. 104-106.
7. Сафин, Р.Р. Математическая модель термической обработки измельченной древесины в аппаратах барабанного типа / Р.Р. Сафин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. Т. 15. № 12. С. 246-248.
8. Галяветдинов, Н.Р. Осциллирующая сушка в гидрофильных жидкостях / Н.Р. Галяветдинов, А.Р. Зиятдинова // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 25-27.