

БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННИЦЫ – ОСНОВНОЙ ЛЕСООБРАЗУЮЩЕЙ ПОРОДЫ БУРЯТИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия, babkin@irioch.irk.ru

Аннотация. Описан новый подход к технологии комплексной переработки биомассы хвойных пород деревьев на примере лиственницы сибирской. Приведены данные по биологической активности основных продуктов на базе экстрактивных веществ биомассы лиственницы. Описаны возможности их практического применения в медицине и сельском хозяйстве.

Ключевые слова: лиственница сибирская, экстрактивные вещества, флавоноиды, полисахариды

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-1168-1171

Бурятия расположена на стыке таежных районов Сибири и пустынь Центральной Азии, что приводит к формированию специфичных природных экосистем. По совокупности всех экологических условий Бурятия весьма своеобразна.

Практически вся территории Бурятии покрыта лесами, большая часть которых состоит из хвойных пород деревьев. Лиственные породы занимают только 15% от общего запаса древесины. Бурятия покрыта лесом на 63,3%.

Леса защищают почвы от сухости и эрозии, регулируют водный сток.

Естественная растительность Бурятии соответствует местным климатическим условиям. В составе древесной флоры свыше 140 видов деревьев и кустарников. Горы в юго-западной части страны покрыты лесами из лиственницы, сосны, кедра, различных листопадных пород деревьев.

Деревообрабатывающая и лесная промышленность вносят свой существенный вклад в развитие Республики. Большую часть леса заготавливают на восточном берегу озера Байкал в бассейне реки Уда. Из Бурятии вывозится много необработанной древесины в Казахстан, Кузбасс и Среднюю Азию. На территории Республики функционирует Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат. Широко производятся пиломатериалы.

Из древесных пород более 70% общих запасов приходится на лиственницу сибирских видов (*Larix sibirica* Ledeb. и *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) и 12% на долю кедра, реже встречаются ель и пихта. Сосновые леса сосредоточены в основном около Селенги.

Естественная регенерация бурятских лесов является медленной, и леса часто гибнут от огня, насекомых и хозяйственной деятельности человека. Древесину лиственницы в основном используют как источник топлива, также как сосну, березу. На севере республики деревья вырубают на нужды строительства.

Углубляющийся кризис органического сырья способствует привлечению внимания исследователей к использованию возобновляемых растительных ресурсов, к их глубокой переработке с целью получения максимального выхода полезных продуктов. Древесина является наиболее распространенным и непрерывно возобновляемым продуктом биосферы. Современные тенденции переработки древесины свидетельствуют о переходе в недалеком будущем на ее использование в качестве основного органического сырья для химической промышленности, включая

производство полимеров, новых композиционных материалов, медицинских и ветеринарных препаратов и стимуляторов роста растений.

Все более остро встающая проблема полного и рационального использования всей лесной биомассы ставит насущную задачу вовлечения в переработку сырьевых ресурсов, которые до настоящего времени относятся к древесным отходам.

Экономическое значение хвойных лесов должно определяться, в первую очередь, широким использованием древесины и коры, представляющих по ряду физических и химических свойств ценнейшие объекты для переработки.

Комплексная переработка лиственницы является одним из направлений био-рефайнинга древесины - глубокой переработки древесины с превращением ее основных компонентов в товарные продукты с высокой добавленной стоимостью.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день огромный потенциал глубокой химической переработки биомассы лиственницы не исчерпан и способен дать в будущем новые инновационные медицинские и ветеринарные препараты, стимуляторы роста растений, биологически активные добавки к пище и новые композиционные материалы.

Из 8 видов рода *Larix*, произрастающих на территории РФ, с точки зрения уникального химического состава экстрактивных веществ, их количественного соотношения внутри отдельных классов соединений, наибольший интерес представляют лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственница Гмелина (*L. gmelinii* (Rupr.) Rupr.), произрастающие в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

Химический состав экстрактивных веществ этих видов лиственниц представлен низкомолекулярными продуктами вторичного метаболизма древесины, такими как терпеноиды, флавоноиды, фенолокислоты, лигнаны и полимерные соединения (арабиногалактан) [Бабкин и др., 2011].

Феноменом лиственниц сибирской и Гмелина является химический состав флавоноидов в экстрактивных метаболитах ядровой древесины. Флавоноидная составляющая представлена на 80-85% дигидрокверцетином - соединением с чрезвычайно высокой антиоксидантной и капилляропротекторной активностью. Это обстоятельство позволяет рассматривать древесину лиственниц сибирских пород как безальтернативный источник возобновляемого сырья для промышленного производства высокоэффективных антиоксидантов для медицины и пищевой промышленности. Еще одним замечательным свойством лиственниц сибирской и Гмелина является то, что их древесина имеет повышенное содержание гемицеллюлозы - арабиногалактана, достигающее до 15-25% от веса древесины. Это обстоятельство также позволяет организовать экономически эффективный и экологически чистый промышленный способ производства пищевых волокон, комплексных медицинских препаратов, носителей лекарственных средств, ветеринарных препаратов и функциональной пищи на основе этого легкоутилизируемого в живом организме биополимера [Бабкин и др., 2007].

Выделение из биомассы лиственницы в чистом виде новых природных соединений, установление их химической структуры - это фундаментальная задача химии древесины.

Определение функции выделенных веществ в живом дереве, установление путей их биосинтеза, их биологической активности дает возможность не только глубже понять процессы, происходящие в живой природе, но и предложить направление и способы практического применения экстрактивных веществ лиственницы, оценить экономическую целесообразность их использования.

Учитывая особенности произрастания лиственницы в Бурятии необходимо, прежде всего, исследовать состав и распределение экстрактивных веществ в коре и

ядровой древесине представленного в этом районе вида лиственницы, что позволит определить пути их практического использования.

В Иркутском институте химии им. А.Е.Фаворского совместно с ООО ИНПФ "Химия древесины" (г. Иркутск) на основе экстрактивных веществ древесины лиственницы разработаны и зарегистрированы в Роспотребнадзоре следующие биологически активные продукты:

Дигидрокверцетин (ДКВ) – натуральный природный биофлавоноидный препарат, получаемый из древесины лиственницы сибирской. Состав действующего вещества - более 98 % оптически активного транс-изомера дигидрокверцетина, обладающего наибольшей биологической активностью. Относится к группе витаминов и ангиопротекторных веществ. Мощное средство для улучшения состояния сердечно-сосудистой системы, активный стимулятор мозгового кровообращения.

Дигидрокверцетин обладает антиоксидантными свойствами, капилляропротекторной и противоотечной активностью. ДКВ активизирует процессы регенерации слизистой желудка, оказывает гепатопротекторное (антитоксическое) действие, обладает радиопротекторной активностью, инактивирует процессы свободно-радикального окисления липидов. Антиоксидант, по активности и стабильности превосходит токоферол и бета-каротин. Эффективный капилляропротектор, гастро- и гепатопротектор, ДКВ также характеризуется высокой противовирусной активностью. Малотоксичен (IV класс опасности), ДКВ не обладает мутагенным, эмбриотоксическим и тератогенным свойствами, не проявляет аллергизирующего действия.

Еще одним продуктом, выделенным из древесины лиственницы, является Арабиногалактан (АГ) - природный полисахарид, биологически активное вещество, способное повышать защитные функции организма, характеризуется свойствами пребиотического растворимого пищевого волокна. Арабиногалактан – это новый для России препарат. Широко известен в США [Медведева и др., 2003]. Созданная в нашей лаборатории на его основе БАД, предназначена для применения в пищевой промышленности для обогащения пищевых продуктов, при производстве биологически активных добавок к пище.

Сотрудниками лаборатории Химии древесины разработана новая биологически активная добавка к пище Ардиксин, которая представляет собой нанобиокомпозит, содержащий не более 95,0% природного полисахарида арабиногалактана и не менее 5 % биофлавоноида дигидрокверцетина.

Ардиксин – нанобиокомпозит, полученный механохимическим способом. Оригинальная технология получения Ардиксина позволила создать препарат без использования органических растворителей и добавки наполнителей. Проведено изучение его биологической активности, которое показало эффективность препарата при лечении онкологических больных в качестве сопутствующего средства при проведении лучевой и химиотерапии. Ардиксин способствует уменьшению токсичности лечения, профилактике гематологических осложнений и улучшению качества жизни пациентов [Остроухова и др., 2015].

Основные результаты получены с использованием оборудования Байкальского центра коллективного пользования СО РАН.

Литература

Бабкин В.А., Иванова С.З., Федорова Т.Е. и др. Научные основы технологии комплексной переработки биомассы лиственницы // Химия растительного сырья. – 2007. – № 3. – С. 9–21.

Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Трофимова Н.Н. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов // Изд-во СО РАН, Новосибирск, 2011. – 235 с

Медведева Л.А. Остроухова В.А. Бабкин Е.Н. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 27–37.

Остроухова Л.А., Левчук А.А., Онучина Н.А., Бабкин В.А. Разработка биокompозита Ардиксин на основе экстрактивных веществ лиственницы // Сборник «Актуальные проблемы науки Прибайкалья». – 2015. – Выпуск 1. – С. 155–159.

WASTE-FREE PROCESSING OF BIOMASS OF SIBERIAN LARCH IS THE MAIN TREE SPECIES IN BURYATIA REPUBLIC AND ADJACENT TERRITORIES

V.A. Babkin, L.A. Ostroukhova

A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, *babkin@irioch.irk.ru*

Abstract. The contribution of non-waste biomass of Siberian larch, the main tree species Buryatia, ecological and economic development in Buryatia and adjacent territory. New approach to the technology of complex larch biomass processing, completely eliminating any production waste is described. The properties of all of the obtained products and field of their application are characterized. The new data on the biological activity of the main products is cited.

Keywords: *larch wood, extraction, flavonoids, polysaccharides*