

На правах рукописи



Шемякина Анна Викторовна

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
РОДА *BETULA* L.**

Специальность 03.02.14 – Биологические ресурсы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Красноярск, 2015

Работа выполнена в ФБУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Колесникова Римма Дмитриевна

Официальные оппоненты: **Степень Роберт Александрович**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», кафедра промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств, профессор

Вернигора Евгений Геннадьевич, кандидат биологических наук, ФГБУН «Горнотаежная станция им. Л.В. Комарова Дальневосточного отделения РАН», лаборатория физиологии и селекции лесных растений, старший научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

Защита состоится 24 апреля 2015 года в 15⁰⁰ час. на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.15 при ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу: 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, ауд. Р8-06.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» и на сайте <http://www.sfu-kras.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета



Гаевский Николай Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Березовые леса на Дальнем Востоке по распространению находятся на втором месте после лиственничников. По учету лесного фонда на 01.01.2012 г березняки по субъектам Дальневосточного Федерального округа занимают площадь 13688,2 тыс. га, запас древесины составляет 874,21 млн м³. На лесосеках сосредотачивается не менее 2-8 тонн на 1 га древесной зелени хвойных и лиственных пород (Ковалев, 2004). Древесная зелень хвойных и лиственных пород является сырьем для получения ценных биологически активных веществ (БАВ) широкого спектра действия. По литературным источникам на Дальнем Востоке произрастает 12 основных видов берез (Недолужко, 1995; Сосудистые растения., 1996). В качестве лекарственного сырья используют: почки, чагу, сок, листья березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.), б. даурской (*Betula davurica* Pall.), б. ребристой (*Betula costata* Trautv.) (Кадаев, Фруентов, 1968; Шретер, 1975). Ресурсы позволяют ежегодные заготовки в объеме: березового сока – тысячи тонн; чаги – десятки, листьев – сотни, почек – до 1 тонны (Тагильцев, Колесникова, Нечаев, 2004).

Выбор направлений исследования БАВ основан как на научных, так и практических аспектах. В литературе отсутствуют сведения о БАВ и продуктах дальневосточных видов берез (плосколистной, ребристой и даурской). В последние годы особенно востребованы в практике вещества и продукты природного происхождения: недревесное, пищевое и лекарственное сырье, как в сельском и лесном хозяйствах, так и в медицине. Необходимы природные дешевые препараты, стимулирующие рост растений, используемые в борьбе с вредителями лесных и сельскохозяйственных растений. Особенно ценными являются разработки в области использования древесных отходов.

Учитывая вышеизложенное, представленная тема исследований является своевременной и актуальной.

Цель и задачи исследований

Цель исследований – Изучение видового разнообразия и ресурсов берез, произрастающих на Дальнем Востоке, исследование выхода, физико-химических характеристик, химического состава березовых эфирных масел, водомасляных продуктов и березовых соков, поиск сфер их использования. Для выполнения цели решались следующие задачи:

- 1 Выявить ресурсы, распространение и экологию березы плосколистной, б. ребристой и б. даурской.

2 Изучить сокопродуктивность березы плосколистной, б. ребристой и б. даурской, физико-химические характеристики березового сока, содержание макро- и микроэлементов.

3 Определить выход, физико-химические характеристики и химический состав эфирных масел и водомасляных березовых продуктов.

4 Выявить возможности использования березового водомасляного продукта в лесном хозяйстве.

Научная новизна. Изучена сезонная динамика, интенсивность соковыделения 3-х видов берез, физико-химические характеристики соков в период соковыделения. Изучен выход и состав эфирных масел из древесной зелени и почек березы плосколистной и б. даурской. Исследованы эфирные масла из почек дальневосточных видов берез хромато-масс-спектрометрией. Впервые получены водомасляные продукты из древесной зелени березы плосколистной, б. ребристой и б. даурской. Выявлено стимулирующее действие водомасляного продукта березы ребристой при проращивании семян ели аянской и лиственницы даурской.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведены испытания по проращиванию семян хвойных пород воздействием водомасляных продуктов и предложена методика обработки семян водомасляными березовыми продуктами. На основе экспериментальных исследований разработаны технические условия на «Сок березовый дальневосточный свежий» (ТУ 2455-022-00969497-2012).

Разработан и запатентован «Способ получения водомасляного продукта из древесной зелени лиственных растений» (патент № 2518281, 2014 г.). В апреле 2014 г. данная разработка на Международном Салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед» (г. Москва) награждена дипломом и серебряной медалью.

Материалы изученной литературы вошли в аннотированный библиографический указатель «Деревья-целители», изданный для научных сотрудников и студентов.

Результаты исследований березовых эфирных масел и водомасляных продуктов в течение вегетационного периода пополняют вклад в теорию биологии (физиологии) лиственных растений. Полученные результаты можно использовать в развитии лесного хозяйства. Методические рекомендации проращивания семян хвойных пород с березовыми водомасляными продуктами являются практическим руководством при выращивании полноценных сеянцев и создании лесных культур.

Степень достоверности и апробация работы обеспечивается использованием достаточного объема экспериментальных данных, использованием современных физико-химических приборов, методов статистики.

Результаты исследования и основные положения работы представлялись на 18 Всероссийских, региональных, межвузовских, международных научно-практических конференциях (Хабаровск, Одесса, Уссурийск, Архангельск, Санкт-Петербург, Москва-Браслав, Красноярск, Владивосток, Пущино, Днепрпетровск).

В конкурсах научных и опытно-исследовательских проектов аспирантов и молодых ученых, находящихся в ведении Рослесхоза (г. Москва) за 2011 по 2014 гг. автор занимала I, II, III, II места.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 статьи, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки Российской Федерации, аннотированный указатель и получен один патент № 2518281 на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 151 странице. Состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, включающего 302 источника, в том числе 31 на иностранных языках, иллюстрирована 49 рисунками, содержит 33 таблицы, 4 приложения.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приводится литературный обзор по общим вопросам изучения представителей рода *Betula* L., ареала распространения и экологии, биологически активных веществах, хозяйственном значении березовых лесов и продуктов, получаемых из растений рода. Анализ публикаций по изучению биологически активных веществ некоторых видов берез, среди которых наиболее значимыми являются работы Н.К. Фруентова (1972), А.И. Шретера (1975, 2000), Д.А. Муравьевой (1991), Л.В. Пастушенкова и др. (1995), О.Б. Максимова и др. (2002), П.А. Кьосева (2002), А.М. Шутяева (2003) показал, что отсутствуют сведения по содержанию, физико-химическим характеристикам, химическому составу, использованию в лечебной практике. О водомасляной березовой воде данных в литературе не имеется.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований – древесная зелень, кора, почки, березовый сок березы плосколистной, ребристой и даурской.

Отбор проб сырья (древесной зелени и коры) проводился в Хабаровском крае в Хехцирском и Мухенском лесничествах.

Отбор проб березовых почек в Хабаровском крае в Хехцирском и Кербинском лесничествах, а также в районе имени Полины Осипенко.

Отбор проб образцов березового сока проводился в Хабаровском крае, в Хехцирском лесничестве.

2.2 Методы исследований

Водомасляные березовые продукты получали путем перегонки с водяным паром на крупно-лабораторной установке в Дальневосточном научно-исследовательском институте лесного хозяйства ФБУ «ДальНИИЛХ». Получение березового эфирного масла, из древесной зелени и почек, осуществляли на аппарате Клевенджера. Химический состав эфирных масел определяли хромато-масс-спектрометрией в Новосибирском институте органической химии им. Н.Н. Ворожцова под руководством доктора химических наук, профессора А.В. Ткачева. Хромато-масс-спектрограммы регистрировались на приборе Agilent 5973N. Разделение осуществляли на кварцевой капиллярной колонке HP-5ms длиной 30 м.

Плотность масел замерялась пикнометром и ареометром. Содержание борнилацетата определяли по ТУ 56-280-86; кислотное число – по ГОСТ 17823.1-72. Для исследования веществ, содержащихся в березовом водомасляном продукте, использовался электродный рН-метр, фотоэлектроколориметр ФЭК-М-56, нефелометр НФО-1, а также объемно-титрометрические методы анализа. Для определения макро- и микроэлементов использовался прибор ICP-MS Elan DRC II PerkinElmer (США) по методике выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Содержание каротина свежих листьев берез определялось на спектрофотометре UNIKO-2804 по ГОСТ 13496.17-95.

Обработка экспериментальных данных проводилась на персональном компьютере с помощью программного комплекса «Statistica».

Латинские названия растений приведены по С. К. Черепанову (1995).

ГЛАВА 3 ВИДОВОЙ СОСТАВ, БОТАНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ, РЕСУРСЫ БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

3.1 Систематический обзор

Приводится анализ литературных источников отечественных авторов (Ворошилов, 1966, 1982; Воробьев, 1968; Усенко, 1969, 2009; Ареалы деревьев и кустарников СССР, 1977-1986; Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 1985-1996; Недолужко, 1995) по изучению видового состава дальневосточных видов берез. В семействе таксономия берез пред-

ставляет наибольшую трудность, поэтому и сведения о числе видов противоречивы (Шемякина, 2013).

3.1.1 Таксономический обзор

Рассмотрен таксономический обзор распределения дальневосточных видов берез на территории Дальнего Востока. Согласно А.Л. Тахтаджяну, (1978) березовые насаждения распространены на российском Дальнем Востоке в Циркумбореальной (Охотско-Камчатской, Маньчжурской, Сахалино-Хоккайдской провинциях) и Восточно-Азиатской (Северо-восточная провинция) флористических областях.

3.2 Ботаническое описание

Приводится ботаническое описание дальневосточных видов берез.

Род *Betula* L. – род листопадных однодомных деревьев и кустарников семейства березовых. Деревья разных размеров, а также невысокие и стелющиеся кустарники.

3.2 Ресурсы березовых лесов по субъектам Дальневосточного Федерального округа

Площадь березовых насаждений по субъектам Дальневосточного Федерального округа (ДФО) на 01.01.2012 г. (по хозяйственной категории мягколиственные) составляет 13688,2 тыс. га, а запас древесины – 874,21 млн м³ (Государственный учет..., 2012.). Наибольшая площадь березняков приходится на Амурскую область (41 %), далее Хабаровский край (28 %), Приморский край (12 %). Показано распределение площадей и запасов древесины березовых лесов по группам возраста по субъектам Дальневосточного Федерального округа. Приведена сравнительная характеристика изменения учета лесного фонда 2009-2012 гг. березняков по группам возраста по субъектам Дальневосточного Федерального округа.

ГЛАВА 4 ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ БЕРЕЗОВОГО СОКА

4.1 Общие вопросы

Изучением сокопродуктивности березы, состава и свойств березового сока, проблем подсочки и переработки сока занимались исследователи, как в нашей стране: Ф.А. Медников (1955); И.С. Короляк и др. (1970); Н.А. Обозов (1971); В.И. Суханов, В.И. Попович (1971); В.В. Орлов (1974); Б.И. Штейнберг и др. (1974); Ю.Ф. Осипенко и др. (1975); Я.Г. Киба (1980); В.П. Рябчук (1981); Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова (2000, 2001, 2005, 2010), А.Г. Измоденов (2001), Т.В. Костырина (2013), так и зарубежом: L. Hori, G. Meshitsuka (2000); Rousi (2000); Matsuki (2005); Kitin (2005).

4.2 Основы технологии подсочки лиственных пород

Описываются способы извлечения сока лиственных пород с растущих деревьев и пней, в соответствии с указанными способами авторов (Рябчук, 1988; Тутьгин, 1992; Грязькин, 2005; Ефименко, 2008; Тагильцев и др, 2010).

4.3 Сезонная динамика интенсивности соковыделения

Наблюдения за выходом березового сока велись с 2011 по 2013 гг. Ежегодный выход сока отличается вариабельностью. В таблице 1 приведена трехлетняя сокопродуктивность 3-х видов дальневосточных берез.

Таблица 1 – Годичная динамика сокопродуктивности дальневосточных видов берез, л

Годы подсочки	Б. плосколистная				Б. ребристая		Б. даурская	
	M±m	P, %	M±m	P, %	M±m	P, %	M±m	P, %
	Емз		Дзр					
2011	283, 6±0,28	0,2	285,9±0,47	1,2	295,4±0,40	0,5	217,6±0,47	0,7
2012	270,9±0,34	0,2	279,8±0,18	1,1	289,1±0,34	0,7	215,4±0,56	0,9
2013	256,1±0,42	0,3	273,2±0,31	1,5	280,3±0,37	0,4	209,5±0,13	0,8
Среднее	270,7±0,08	0,9	279,7	0,8	288,4±0,10	0,4	214,2±0,06	0,3

За учетный период наибольшим соковыделением обладала береза ребристая, что согласуется с данными А. Г. Измоденова (2001).

Нами изучена суточная динамика сокопродуктивности по ступеням толщины в зависимости от типа леса для дальневосточных видов берез (таблица 2).

Таблица 2 – Суточная динамика сокопродуктивности дальневосточных видов берез, л

Вид березы, тип леса	Ступени толщины, см						
	12	16	20	24	28	32	36
Выход сока, л							
Береза плосколистная,	1,38	2,46	3,55	4,82	5,70	7,80	8,95
Береза даурская,	0,95	1,45	2,50	3,45	4,70	6,80	7,50
Береза ребристая	1,70	3,05	4,25	5,60	6,80	8,40	9,45

С увеличением диаметров деревьев повышается выход сока. Целесообразно вести подсочку, начиная с 20 см ступени толщины.

4.4 Физико-химические характеристики березового сока

Соки дальневосточных видов берез представляют собой бесцветные жидкости с плотностью 1,002-1,005 г/см³ и приятным сладковатым вкусом, свойственному березовому соку, без постороннего привкуса и запаха. Приводился анализ измерения плотности, рН, показателя преломления, коэффициента яркости сока 3-х видов берез в зависимости от периода соковыделения за учетный период (Шемякина, 2012; 2013). Установлено, что

эти физико-химические характеристики изменяются незначительно. В таблице 3 приведены статистические показатели физико-химических характеристик сока березы ребристой.

Таблица 3 – Результаты статистической оценки физико-химических характеристик сока березы ребристой

Физико-химические характеристики	Статистические показатели										
	M	V	P	A	m _A	E	m _E	δ	m	t _A	t _E
Плотность, г/см ³ при 20 °С	1,00	0,11	0,04	-0,41	1,0	-1,43	2,0	0,001	0,0001	-0,40	-0,72
Показатель преломления, при 20 °С	1,33	0,01	0,06	0,37	1,0	-1,37	2,0	0,002	0,0008	0,37	-0,68
Активная кислотность, рН	6,0	3,85	1,45	0,56	0,93	-1,39	1,85	0,23	0,08	0,60	-0,75
Кислотное число, мг КОН на 1 г продукта	0,06	103,48	1,24	1,18	1,0	-0,39	2,0	0,06	0,02	1,18	-0,19
Коэффициент яркости	0,04	84,27	3,40	0,78	1,0	-1,31	2,0	0,004	0,002	0,78	-0,65
Пеуцеданин, %	0,49	50,92	0,79	0,35	1,0	-1,99	2,0	0,25	0,10	0,34	-0,99

Примечание: М-среднее арифметическое; N-количество наблюдений; V-коэффициент вариации; Р-показатель точности; А-асимметрия; m_A-ошибка асимметрии; Е-эксцесс; m_E-ошибка эксцесса; δ- среднеквадратическое отклонение; m-ошибка среднего; t_A- достоверность асимметрии; t_E-достоверность эксцесса.

ГЛАВА 5 ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАСЛА ЭФИРНОГО БЕРЕЗОВОГО И ВОДОМАСЛЯНЫХ БЕРЕЗОВЫХ ПРОДУКТОВ

5.1 Технология получения эфирного масла и водомасляных продуктов

Исследовалось влияние измельчения сырья (неизмельченное сырье, измельченное до размеров 1-2 см, измельченное до размеров 3-5 см) древесной зелени берез на выход водомасляного продукта. В результате исследований установлено, что измельчение сырья эффективно для древесной зелени березы до 1-2 см, что увеличивает выход для березы плосколистной на 11,4 %; ребристой – на 14,0; даурской – на 9,0.

Предварительная обработка сырья 1 %-ным спиртовым раствором увеличивала выход водомасляных продуктов, в среднем, до 10,0 %.

Выбор оптимальной температуры проводился с учетом наличия в водомасляных продуктах биологически активных веществ. В таблицах 4–6 представлены данные по содержанию в водомасляных березовых продуктах биологически активных веществ и макро- и микроэлементов при различных температурах процесса перегонки.

Таблица 4 – Влияние температуры режима перегонки на содержание биологически активных веществ и макро- и микроэлементов в водомасляном продукте из древесной зелени березы плосколистной

Наименование компонентов (%) и макро- микроэлементов (мг/дм ³)	Температурный режим перегонки		
	95 °С	105 °С	110 °С
α-пинен,	0,45	3,00	0,01
β-кариофиллен	0,05	0,39	Сл*
β-бетуленал	0,15	0,84	0,05
α-гумулен	0,12	0,51	0,03
Флавоноиды	0,01	0,03	0,01
Каротиноиды	1,25	3,50	0,87
Фосфор	0,04	0,10	Сл*
Калий	0,30	0,70	0,27
Медь	0,68	0,75	0,18
Железо	0,02	0,20	0,18
Марганец	1,25	2,50	Сл*
Кальций	705,0	763,70	25,0
Магний	224,0	351,70	9,7
Сера	20,0	70,95	11,2
Сл* (следы) – содержание компонентов менее 0,01 %			

Таблица 5 – Влияние температуры режима перегонки на содержание биологически активных веществ и макро- и микроэлементов в водомасляном продукте из древесной зелени березы ребристой

Наименование компонентов (%) и макро- микроэлементов (мг/дм ³)	Температурный режим перегонки		
	95 °С	105 °С	110 °С
1	2	3	4
α-пинен	0,38	2,50	0,12
β-кариофиллен	0,09	0,25	0,01
β-бетуленал	0,15	0,78	0,10
β-бетуленал	0,15	0,78	0,10
α-гумулен	0,05	0,44	0,08
Флавоноиды	0,01	0,025	Сл*
Каротиноиды	0,11	0,70	0,09
Фосфор	0,42	0,84	Сл*
Калий	0,40	0,80	0,13
Медь	Сл*	0,20	Сл*
Железо	0,85	1,65	0,19
Марганец	0,04	3,00	0,01
Кальций	353,0	596,50	12,45
Магний	182,0	242,73	6,40
Сера	65,0	130,35	17,8
Сл* (следы) – содержание компонентов менее 0,01 %			

Таблица 6 – Влияние температуры режима перегонки на содержание биологически активных веществ и макро- и микроэлементов в водомасляном продукте из древесной зелени березы даурской

Наименование компонентов (%) и макро- микроэлементов (мг/дм ³)	Температурный режим перегонки		
	95 °С	105 °С	110 °С
α-пинен	0,76	1,80	0,29
β-кариофиллен	0,12	0,20	0,06
β-бетуленал	0,29	0,62	0,11
α-гумулен	0,22	0,35	0,14
Флавоноиды	0,01	0,02	Сл*
Каротиноиды	0,21	0,90	0,12
Фосфор	0,28	0,49	0,18
Калий	0,26	0,70	0,16
Медь	0,01	0,15	Сл*
Железо	Сл*	0,10	Сл*
Марганец	0,64	6,50	0,18
Кальций	270,0	542,83	33,0
Магний	115,0	232,82	16,7
Сера	20,8	85,80	13,6
Сл* (следы) – содержание компонентов менее 0,01 %			

Из данных таблиц 4-6 следует, что оптимальной температурой перегонки исследуемых пород является температура + 105 °С. При данной температуре водомасляный продукт содержит наибольшее количество биологически активных веществ, макро- и микроэлементов. При данной температуре давление поддерживается на уровне 0,05 МПа, длительность процесса перегонки не превышает пяти часов.

5.2 Содержание эфирных масел в разном растительном сырье берез

Эфирные масла из древесной зелени и почек извлекались в аппарате Клевенджера. Изучался выход эфирных масел из указанного сырья, результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Выход эфирных масел из березы плосколистной и даурской

Наименование сырья	Выход масла, %
Почки Бпл	0,20-1,35
Почки Бд	0,10-0,20
Кора Бпл	0,05-0,10
Древесная зелень Бпл	0,05-0,65
Древесная зелень Бд	0,05-0,60

Примечание: Бпл-береза плосколистная, Бд-береза даурская

Анализируя экспериментальные материалы, можно отметить, что выход эфирного масла из листьев березы плосколистной составил 0,05-0,65 %, что составляет величину, близкую к литературным данным 0,05 % (Супрунов, Горовой, Панков, 1972). Наибольший выход масла оказался из почек березы плосколистной, по сравнению с почками березы даурской.

5.3 Химический состав масел эфирных березовых

Данные о содержании идентифицированных компонентов 2-х видов берез представлены в таблице 8. Компоненты, содержание которых < 0,1 % не удалось идентифицировать

Таблица 8 – Содержание идентифицированных компонентов в масле эфирном из почек березы плосколистной и даурской

Эфирное масло березы плосколистной			Эфирное масло березы даурской		
Время удерживания (мин)	Компоненты	Содержание, %	Время удерживания (мин)	Компоненты	Содержание, %
1	2	3	4	5	6
22.766	α -копаен	1.984	7.541	α -пинен	0.578
24.503	β -копаен	0.237	8.010	камфен	0.148
25.449	аромадендрен	0.914	22.801	α -копаен	0.872
25.918	γ -муролен	3.645	25.463	аромадендрен	0.444
26.052	α -аморфен	0.645	25.939	γ -муролен	1.618
26.507	γ -муролен	0.233	26.072	α -аморфен	0.384
26.661	α -муролен	1.914	26.521	γ -аморфен	0.163
27.074	γ -кадинен	4.290	26.682	α -муролен	1.278
27.425	транс-каламенен	1.174	27.095	γ -кадинен	2.111
28.385	сальвиadiens	0.780	27.432	транс-каламенен	0.688
29.134	кариофиллен-эпоксид	8.550	28.167	элеомол	18.645
29.506	β -Бетуленал	1.180	29.134	кариофиллен-эпоксид	2.868
29.912	гумулен-6,7-эпоксид	3.365	29.520	β -Бетуленал	0.523
30.178	юненол	1.995	29.919	гумулен-6,7-эпоксид	1.965
30.458	1-эпи-кубенол	1.360	30.192	юненол	1.159
30.851	Т-кадинол + Т-муролол	4.812	30.451	1-эпи-кубенол	0.704
30.963	δ -кадинол	2.038	30.549	γ -эвдесмол	5.470
31.208	α -кадинол	6.588	30.844	Т-кадинол + Т-муролол	3.747
31.453	цис-10-гидроксикаламенен	2.235	30.970	δ -кадинол	0.876
31.699	транс-10-гидроксикаламенен	2.379	31.082	β -эвдесмол	12.927
33.205	гумулен-2,3;6,7-диэпоксид	1.089	31.215	α -эвдесмол + α -кадинол	8.990
42.173	генэйкозан	3.513	31.509	цис-10-гидроксикаламенен	1.205
44.422	докозан	0.037	31.762	транс-10-гидроксикаламенен	1.233
46.510	трикозан	3.093	42.173	генэйкозан	2.478
48.570	тетракозан	0.146	44.415	докозан	0.038

50.349	пентакозан	6.783	46.517	трикозан	1.203
51.463	гексакозан	0.105	48.570	тетракозан	0.066
52.374	гептакозан	2.480	50.356	пентакозан	2.197
			51.470	гексакозан	0.056
			52.374	гептакозан	1.142

Из таблицы 8 видно, что в масле эфирном из почек березы даурской обнаружен элемол, который отсутствует в эфирном масле из почек березы плосколистной. Наибольший процент компонентов в эфирном масле березы плосколистной приходится на долю следующих компонентов: кариофиллен-эпоксид (8,5 %), пентакозан (6,7 %), α -кадиол (6,5 %). В эфирном масле березы даурской наибольший процент приходится – на элемол (18,6 %), β -эвдесмол (12,9 %), α -эвдесмол + α -кадиол (8,9 %), γ -эвдесмол (5,4 %).

5.4 Физико-химические характеристики водомасляных березовых продуктов

Сведения о водомасляном березовом продукте в литературе отсутствуют.

Водомасляные березовые продукты представляют собой бесцветные прозрачные жидкости без механических примесей, опалесцирующие, со специфическим слегка вязущим вкусом и приятным запахом. В данных продуктах определялись физико-химические характеристики: плотность, показатель преломления, pH, содержание эфирных масел, флавоноиды, содержание макро- и микроэлементов. В ходе исследований установлено, что водомасляные продукты не содержат тяжелых металлов, таких как ртуть, мышьяк, кадмий, свинец. В водомасляных березовых продуктах содержатся значительные количества элементов, таких как натрий, калий, кальций, марганец, железо, цинк, медь (Шемякина, 2013; 2014).

ГЛАВА 6 ИСПЫТАНИЯ ВОДОМАСЛЯНЫХ ПРОДУКТОВ

6.1 Испытание воздействия водомасляных продуктов при проращивании семян дальневосточных хвойных пород

Водомасляные продукты берез: ребристой, даурской и плосколистной использовались в лабораторных опытах по проращиванию семян ели аянской (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr) и лиственницы даурской (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) в пятикратной повторности. Наибольшее стимулирующее действие оказал водомасляный продукт березы ребристой (Шемякина, 2012).

Данные представлены на рисунках 1, 2, 3.

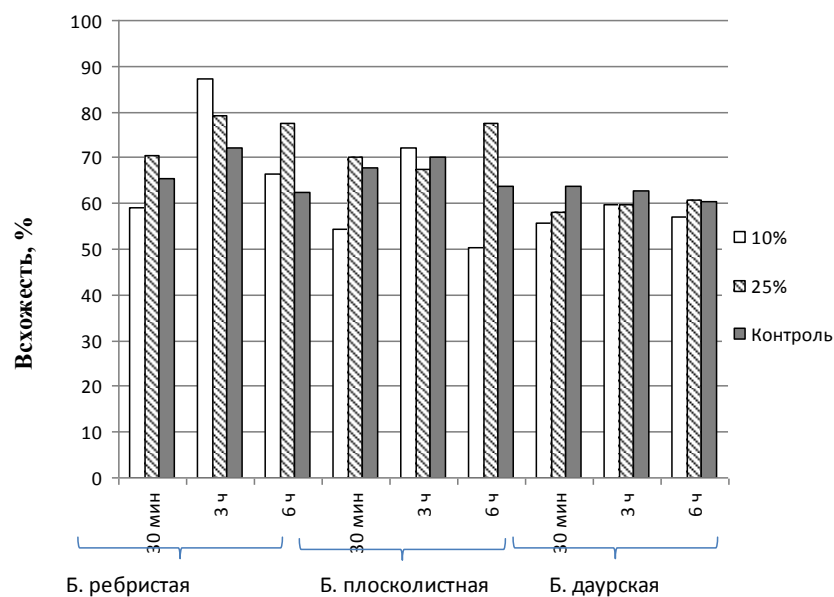


Рисунок 1 - Всхожесть семян лиственницы даурской

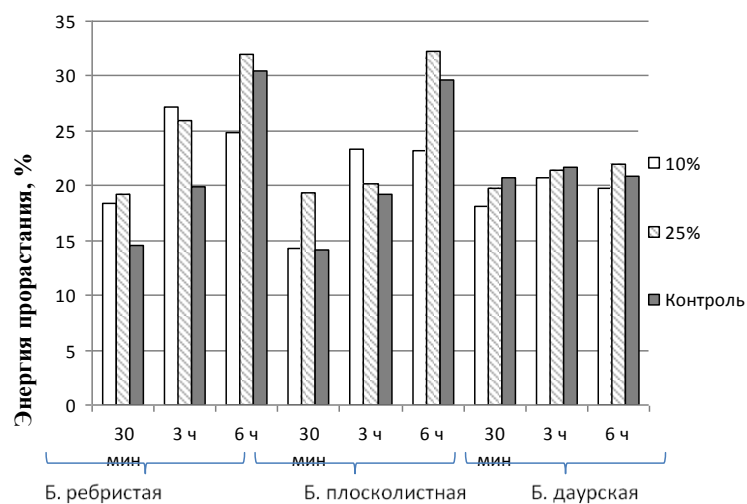


Рисунок 2 – Энергия прорастания семян лиственницы даурской

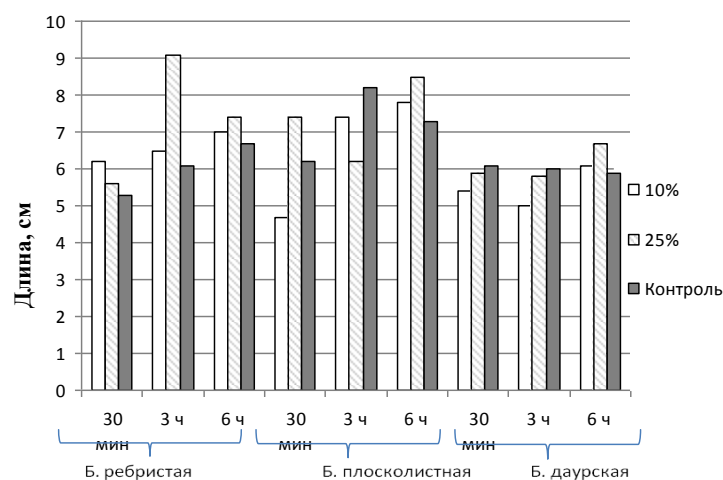


Рисунок 3 – Длина проростков семян лиственницы даурской

Водомасляный продукт березы плосколистной оказывал на семена лиственницы стимулирующее действие только при 10 процентной концентрации замачивания на 3 ч, 25 процентной концентрации замачивания на 30 мин и на 6 ч. Водомасляный продукт березы даурской в большинстве случаев в опытах проявлял ингибирующее действие на проращивание семян. Статистическая обработка проращивания семян в водомасляном продукте березы ребристой приведена в таблице 9 (числитель – лиственница даурская; знаменатель – ель аянская).

Таблица 9 – Результаты исследований водомасляного продукта березы ребристой на проращение семян лиственницы даурской и ели аянской

Показатель	L _{пр} , см	Всхожесть, %	E _{пр} , %	Длительность прорастания, дни	Нср. гриб., шт.
25 % -й раствор. Замачивание на 3ч.					
<u>Min зн.</u>	<u>7,5-10,9</u>	<u>70,4-87,8</u>	<u>18,7-33,1</u>	<u>9,4-15,7</u>	<u>3,9-7,0</u>
<u>Max зн.</u>	<u>6,5-8,7</u>	<u>73,5-88,2</u>	<u>22,4-48,5</u>	<u>9,9-13,8</u>	<u>2,4-6,0</u>
M±m	<u>9,1±1,42</u> <u>7,4±0,93</u>	<u>79,2±2,14</u> <u>80,6±1,17</u>	<u>25,9±0,18</u> <u>35,6±0,12</u>	<u>12,4±0,09</u> <u>11,7±0,13</u>	<u>5,7±1,36</u> <u>4,0±1,19</u>
V	<u>6</u> <u>8</u>	<u>15</u> <u>16</u>	<u>72</u> <u>62</u>	<u>7</u> <u>5</u>	
P	2,21	0,37	0,68	0,34	1,38
Контроль. Замачивание на 3 ч.					
<u>Min зн.</u>	<u>5,2-7,1</u>	<u>55,2-89,7</u>	<u>13,6-26,3</u>	<u>10,2-15,3</u>	<u>4,7-8,6</u>
<u>Max зн.</u>	<u>5,3-7,2</u>	<u>55,9-85,6</u>	<u>29,8-46,9</u>	<u>10,9-17,3</u>	<u>6,9-8,8</u>
M±m	<u>6,1±2,21</u> <u>6,1±2,4</u>	<u>72,0±2,11</u> <u>70,9±1,43</u>	<u>19,9±0,92</u> <u>38,8±0,74</u>	<u>12,6±1,49</u> <u>14,1±1,29</u>	<u>6,8±1,17</u> <u>7,9±1,28</u>
V	<u>7</u> <u>6</u>	<u>12</u> <u>11</u>	<u>59</u> <u>48</u>	<u>4</u> <u>3</u>	
P	2,91	2,64	1,39	1,40	2,37

Примечание: $\frac{Min_{зн}}{Max_{зн}}$ - минимальные и максимальные значения; V-коэффициент вариации; P-показатель точности; L_{пр} – длина проростков, см; E_{пр}, %-энергия прорастания, %; Нср. гриб., шт.- среднее количество семян, пораженных плесневыми грибами, шт.

6.2 Исследование влияния водомасляного продукта на пищевое поведение гусениц сибирского шелкопряда

Анализ показал разную антифидантную активность водомасляных продуктов берез ребристой и плосколистной при использовании выборного теста. Результаты тестов свидетельствуют, что водомасляные продукты могут существенно изменить антифидантную активность, как в сторону повышения, так и в сторону понижения. Применение водомасляного березового продукта в борьбе с сибирским шелкопрядом можно рекомендовать к технологии наземных работ, которые проводят при помощи специальных

машин и простейших орудий. Водомасляный березовый продукт наносят на защищаемые деревья, посадочный материал и непосредственно на самих насекомых.

ВЫВОДЫ

1 Наиболее сокопродуктивной породой является береза ребристая. Выход сока за подсочный сезон составил около 300 л, что на 27 % больше по сравнению с березой даурской и на 20 % по сравнению с березой плосколистной.

2 При изучении биологической сокопродуктивности березы ребристой установлено, что распределение деревьев по сокопродуктивности подчиняется закону нормального распределения. Выявлено пять групп (категорий) сокопродуктивности деревьев: очень низкая – 2 %, низкая – 10, средняя – 59, высокая – 25, и очень высокая – 4 %. Деревья последней категории представляют интерес для селекции и создания высокопродуктивных насаждений.

3 Изучены физико-химические характеристики и их изменчивость в зависимости от периода соковыделения, наблюдаемая в течение трех лет (плотность, водородный показатель, кислотное число, сахаристость, содержание макро- и микроэлементов). Плотность сока изменяется у березы плосколистной в пределах – 0,998 - 1,010 г/см³; у б. ребристой – 0,998 - 1,004; б. даурской – 0,997 - 1,004; сахаристость сока меняется у березы плосколистной от 0,8 до 1,1 %; ребристой – от 1,0 до 1,3; даурской - от 0,7 до 1,5 %. С учетом этих показателей разработаны технические условия на «Сок березовый дальневосточный свежий», необходимые для определения качества сока при поставке его для дальнейшей переработки (консервирования).

4 Выявлены различия в выходе эфирных масел из древесной зелени и почек 2-х видов берез. Выход масла эфирного из почек березы плосколистной составляет 0,20-0,30 %, даурской – 0,10-0,20. Выход масла эфирного из древесной зелени березы плосколистной – 0,65 %; березы даурской - 0,60.

5 Установлено, что химический состав эфирных масел из почек берез плосколистной и даурской по данным хромато-масс-спектрометрии сложен и разнообразен. В эфирном масле из почек березы плосколистной идентифицировано 28 компонентов, доминирующими среди которых являются кариофиллен-эпоксид (8,5 %), α -кадинол (6,6 %). В масле эфирном из почек березы даурской идентифицировано 30 компонентов, доминиру-

ющими являются – элемол (18,6 %), β -эвдесмол (12,9 %), α -эвдесмол+ α -кадинол (8,9 %).

6 Разработан способ получения водомасляного продукта из древесной зелени лиственных растений (патент № 2518281). Выбраны оптимальные режимы перегонки для получения водомасляного продукта, обогащенного биологически активными веществами, макро- и микроэлементами. Оптимальные параметры: температура – + 105 °С, давление – 0,05 МПа, продолжительность перегонки – 5 часов.

7 Исследована динамика физико-химических характеристик за 3-х летний период водомасляных березовых продуктов. Изменения показателя плотности для водомасляного продукта березы плосколистной находятся в пределах 0,981 - 1,027 г/см³; ребристой – 0,998 - 1,023; даурской – 0,998 - 1,028; показатель преломления для водомасляного продукта березы плосколистной – 1,3330 - 1,3337; ребристой – 1,3330 - 1,3385; даурской – 1,3326 - 1,3336. Эти показатели возможно использовать при разработке технических условий на этот новый продукт.

8 Установлено стимулирующее действие водомасляных продуктов при проращивании семян хвойных пород. Наибольший стимулирующий эффект оказался при замачивании семян ели аянской и лиственницы даурской на 3 часа в растворе березы ребристой 25 % концентрации. Целесообразно использовать указанный раствор при выращивании посадочного материала.

9 Определен индекс антифидантной активности водомасляных продуктов березы ребристой и березы плосколистной. Для неразбавленных продуктов (100 %) березы ребристой и плосколистной индекс антифидантной активности равняется соответственно 52 и 50 %, что дает основание использовать эти продукты, как отпугивающие средства от сибирского шелкопряда.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1 **Шемякина А.В.** Соки дальневосточных видов рода *Betula* L. // Естественные и технические науки. 2012. № 4(60). С. 132-133. (ВАК)

2 Береза даурская - *Betula davurica* Pall, на российском Дальнем Востоке (распространение, экология, использование) / **А.В. Шемякина**, А.Ю. Дегтярева, Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова // Естественные и технические науки. 2013. № 4(66). С. 103-107. (ВАК)

3 **Шемякина А.В., Штарева А.В.** Результаты анализа макро- и микроэлементов березовых водомасляных продуктов // Естественные и технические науки. 2014. № 1(69). С. 72-75. (ВАК)

4 Пат. 2518281 Российская Федерация, МПК А 61 К 36/185, С 11 В9/02. Способ получения водомасляного продукта из древесной зелени

лиственных растений / Колесникова Р.Д., Тагильцев Ю.Г., Цюпко В.А., Дятярёва А.Ю., Шемякина А.В., Изотов Д.В., Смелянская Л.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение «Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». № 2012134557/15; заявл. 13.08.12; опубл. 10.06.14, Бюл. № 16.

5 Биологически активные вещества соков дальневосточных видов берез / Р.Д. Колесникова, Ю.Г. Тагильцев, Л.А. Смелянская, **А.В. Шемякина** // Леса и лесное хозяйство в современных условиях: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, Хабаровск, 4-6 октября 2011 г. Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2011. С. 170-173.

6 Грек В.С., **Шемякина А.В.** Соковые растения Хабаровского края и их сокопродуктивность // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы IX Междунар. симпоз. Пушино, 14-18 июня 2011 г. Пушино-М.: Изд-во РУДН, 2011. Т. III. С. 52-55.

7 Перспективы использования биологически активных веществ березы белой на Дальнем Востоке / **А.В. Шемякина**, А.Ю. Дегтярева, Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова // Сборник научных трудов SWord. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 20011». Вып. 4. Т. 34. Одесса: Черноморье, 2011. ЦИТ: 411-0248. С. 66-69.

8 **Шемякина А.В.** Биологически активные вещества некоторых дальневосточных видов берез // Биоразнообразие и проблемы экологии Приамурья и сопредельных территорий: материалы регион. науч. конф. с междунар. участием, Хабаровск, 21-23 ноября 2011 г. Хабаровск: Изд-во ДВГГУ, 2012. С. 189-192.

9 **Шемякина А.В., Дегтярева А.Ю.** Биологически активные вещества *Betula costata* Trautv (березы ребристой) на Дальнем Востоке // Сборник научных трудов SWorld. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012», Одесса, 20-31 марта 2012 г. Т. 31. Биология, геология. – Одесса: Изд-во Купrienko, 2012. Вып. 1. ЦИТ: 112-157. С. 4-6.

10 **Шемякина А.В.** К вопросу использования березового водомасляного продукта при проращивании семян ели аянской и лиственницы даурской // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Сб. ст. студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 17-18 мая 2012 г. Красноярск: СибГТУ, 2012. Т. 1. С. 28-31.

11 **Шемякина А.В.** Перспективы использования биологически активных веществ для проращивания семян дальневосточных древесных растений // Вестник развития науки и образования. 2012. № 4. С. 11-16.

12 **Шемякина А.В.** Сезонная динамика сокопродуктивности дальневосточных видов рода *Betula* L // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: материалы Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 145-летию со

дня рождения проф. Г.Ф. Морозова. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. С. 120-121.

13 **Шемякина А.В.** Соки дальневосточных видов рода *Betula* L.: научные наблюдения и практическое использование // Леса российского Дальнего Востока: материалы V Всерос. конф., Владивосток, 18-20 сентября 2012 г. Владивосток: ЛАИНС, 2012. С. 219-221.

14 **Шемякина А.В.** Химические элементы нового продукта из дальневосточных видов берез // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке: материалы XI молодежной конф. с элементами науч. шк., Владивосток, 24-26 октября 2012 г. Владивосток: Дальнаука, 2012. Вып. 9. С. 87-89.

15 Изотов Д.В., **Шемякина А.В.** Исследование влияния биологически активных веществ из древесной коры на пищевое поведение гусениц сибирского шелкопряда // Состояние лесов и актуальные проблемы лесоправления: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, Хабаровск, 10-11 октября 2013 г. Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2013. С. 334-337.

16 Новые биологически активные продукты из дальневосточных видов рода *Betula* L. и перспективы их использования / **А.В. Шемякина**, Ю.Г. Тагильцев, Н.В. Выводцев, А.Ю. Дегтярева, В.А. Цюпко // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы X междунар. симп., Пущино, 17-21 июня 2013 г. М.: Изд-во РУДН, 2013. Т. 2. С. 344-347.

17 **Шемякина А.В., Выводцев Н.В.** Дальневосточные лиственные древесные растения рода *Betula* L. на примере озеленения г. Хабаровска / **А.В. Шемякина**, Н.В. Выводцев // Рослини та урбанізація: матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції, Дніпропетровськ, 19-20 березня 2013 р. Дніпропетровськ: ТОВ ТВГ «Куніца», 2013. С. 72-74.

18 **Шемякина А.В., Колесникова Р.Д.** Динамика изменения физико-химических свойств водомасляного продукта в течение вегетации // Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: материалы Всерос. конф. молодых ученых, Улан-Удэ (Россия), 16-21 сентября 2013 г. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. С. 202-204.

19 **Шемякина А.В.** К вопросу о систематике дальневосточных видов *Betula* L. // Состояние лесов и актуальные проблемы лесоправления: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, Хабаровск, 10-11 октября 2013 г. Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2013. С. 432-435.

20 **Шемякина А.В.** Методы изучения биологически активных веществ основных видов берез Дальнего Востока / **А.В. Шемякина** // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы Междунар. науч.-практ. форума, Хабаровск, 25-26 октября 2012 г. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. С. 248-251.

21 **Шемякина А.В.** Соки дальневосточных видов *Betula* L. // Инновации и технологии в лесном хозяйстве -2013: материалы III Междунар.

науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22-24 мая 2013 г. СПб.: ФБУ «СПб-НИИЛХ», 2013. Ч. 2. С. 275-284.

22 Ткачев А.В. О химическом составе эфирных масел дальневосточных берез / А.В. Ткачев, **А.В. Шемякина**, Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: матер. Всеросс. конф. с междунар. участием, посвященной 75-летию образования Дальневосточного научно-исследоват. инст-та лесного хозяйства. - Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. – С. 192-195.

23 **Шемякина А.В.** Березы семейства *Betulaceae* S.F. Gray / а.в. Шемякина // в кн. Недревесные лесные продукты Дальнего Востока России (десятилетия труда и вдохновения). К 75-летию Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства. – Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. – С.158-186.

24 **Деревья** – целители (Аннотированный библиографический указатель) / Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова, В.М. Тарханов, А.В. Шемякина, Л.А. Смелянская. Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. 59 с.