

На правах рукописи

Хуршкайнен Татьяна Владимировна

**Выделение и исследование кислых компонентов липидов  
древесной зелени пихты (*Abies sibirica*)  
и ели (*Picea sibirica*)**

02.00.10 – Биоорганическая химия

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата химических наук**

Москва – 2004

Работа выполнена в лаборатории лесохимии Института химии Коми научного центра Уральского отделения Российской Академии Наук.

Научный руководитель: член-корреспондент РАН, доктор  
химических наук **А.В. Кучин**

Официальные оппоненты: доктор химических наук, **В.А. Козлов**,  
кандидат химических наук **Л.Б. Дмитриев**

Ведущая организация: Московский государственный  
университет, химический факультет

Защита состоится «\_\_» декабря 2004 г. в \_\_ часов на заседании  
диссертационного совета К 220.043.04 при Московской сельскохозяйственной  
академии имени К.А.Тимирязева по адресу: 127550, Москва, Тимирязевская  
улица, 49.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НЦБ МСХА.

Автореферат разослан «\_\_» ноября 2004 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета МСХА,  
кандидат химических наук



**Г.П.Токмаков**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Комплексное использование лесных ресурсов предусматривает переработку отходов древесной зелени, которые образуются в процессе лесозаготовок и лесопиления. Эти отходы являются потенциальным сырьем для производства лечебных и биологически активных препаратов.

Экстрактивные вещества, содержащиеся в зеленой и древесной частях хвойных растений, играют роль регуляторов целого ряда процессов, обеспечивающих жизнедеятельность растений. Так, хвоя и побеги пихты являются источником богатейшего набора тритерпеноидов, среди которых особенно ценные свойства проявили соединения кислотной природы. Биологические испытания тритерпеновых кислот пихты сибирской показали высокую эффективность воздействия их на сельскохозяйственные растения.

Технология экстракционной переработки древесной зелени заключается в извлечении из измельченного сырья различными растворителями биологически активных веществ. Недостаток экстракции органическими растворителями заключается в их пожароопасности и токсичности. Кроме того, при использовании органических растворителей выход экстрактивных веществ недостаточно высокий. Поэтому проблема разработки новых способов выделения экстрактивных веществ из древесной зелени актуальна.

Диссертационная работа выполнялась как раздел комплексной темы лаборатории лесохимии Института химии Коми НЦ УрО РАН «Химия и технология растительных веществ; научные основы переработки и использования низкомолекулярных компонентов из растительного сырья как источника химических продуктов для органического синтеза; изучение физиологических свойств полученных соединений» (№ 01.960.010008, № 01.2.00102727).

**Цель работы.** Разработка метода эмульсионной экстракции древесной зелени, изучение и анализ кислых компонентов пихты и перспективы их применения.

**Научная новизна и практическая ценность.** Предложен новый метод переработки древесной зелени хвойных пород с использованием водных растворов оснований. Проведены исследования закономерностей эмульсионного выделения низкомолекулярных компонентов из растительного сырья.

Разработан и запатентован способ выделения тритерпеновых кислот из древесной зелени пихты. На его основе получен новый высокоэффективный биопрепарат «Вэр'ва», обладающий ростстимулирующим и фунгицидным действием на растения. Нарботаны опытные партии биопрепарата и проведены успешные биологические испытания в НИПТИ АПК республики Коми, МСХА им. К.А.Тимирязева, в Саратовском институте биохимии и физиологии растений и микроорганизмов.

**Публикации и апробация работы.** Результаты исследований были доложены и обсуждены на 2-ом и 3-ем Всероссийском совещании «Лесохимия и органический синтез» (Сыктывкар 1996, 1998), 1-ой, 2-ой и 3-й Всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ» (Сыктывкар 2000, Казань 2002, Саратов 2004), на научно-технической конференции «Наука – производству. Внедрение новейших разработок научных и проектных организаций в промышленность» (Москва, 2001), XVII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (Казань, 2003).

По материалам диссертации опубликовано две статьи, тезисы семи докладов на Всероссийских конференциях, получено три патента РФ.

**Структура диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов, экспериментальной части, выводов, списка цитируемой литературы и приложений. Библиография включает литературные ссылки на 123 научные публикации.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Поиск новых способов выделения экстрактивных веществ из древесной зелени имеет немаловажное значение. Традиционный способ бензиновой экстракции, разработанный в Санкт-Петербургской лесотехнической академии, имеет много недостатков: многократная обработка высушенного сырья при

температуре 80°C с выходом экстрактивных веществ 1-3 % от веса абсолютно сухого сырья (а.с.с.). Способ выделения, разработанный в Новосибирском институте органической химии, основанный на экстракции древесной зелени пихты смесью этилацетата с бензином и метилтретбутиловым эфиром, позволяет извлекать кислых компонентов липидов до 5-6 % от веса а.с.с.

В предлагаемом в данной работе способе выделения липидов из хвои экстрагирующей эмульсией не используются органические растворители. Размолотая древесная зелень (ДЗ) обрабатывается водным раствором основания, при этом происходит образование водорастворимых солей смоляных и высших жирных кислот, содержащихся в ДЗ. Соли смоляных кислот являются поверхностно-активными веществами (ПАВ). Соли высших жирных кислот относятся к мицеллообразующим соединениям. Образующиеся мицеллы солибилизируют, т.е. растворяют в себе те вещества – в данном случае неполярные липиды древесной зелени, – которые в воде не растворимы. В процессе массобмена в реакционной суспензии образуется эмульсия «масло в воде». Таким образом извлечение кислых и нейтральных компонентов древесной зелени происходит в результате экстракции эмульсией.

Выделение экстрактивных веществ из ДЗ состоит из следующих стадий (схема 1):

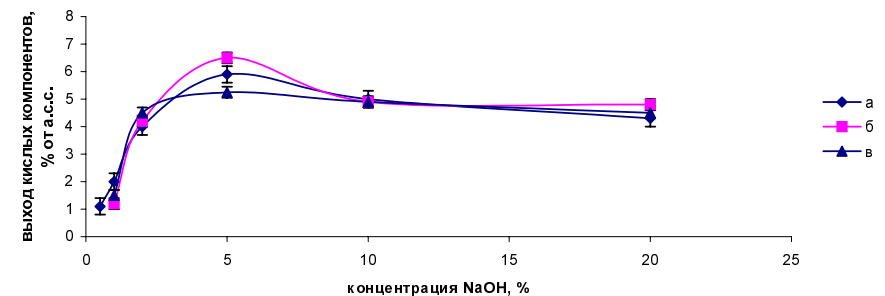


- 1) измельчение древесной зелени, что обеспечивает вскрытие клеток и тканей, способствует проникновению водно-щелочного раствора и ускорению процесса экстрагирования в целом;
- 2) смешение измельченного сырья с водным раствором щелочи (NaOH или KOH) или соды (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> или K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>);
- 3) стадия набухания - при использовании высушенного сырья;
- 4) перемешивание смеси и образование эмульсии;
- 5) фильтрация, отделение твердой фазы;
- 6) деэмульгирование;
- 7) экстракция нейтральных компонентов неполярным растворителем (петролейным эфиром);
- 8) подкисление водной смеси раствором минеральной кислоты для перевода натриевых солей кислых компонентов в кислоты;
- 9) экстракция кислот полярным растворителем (диэтиловым эфиром).

В качестве объектов изучения способа эмульсионной экстракции растительного сырья нами использовались ДЗ ели и пихты.

### 1. Влияние основания и других факторов на выход экстрактивных веществ

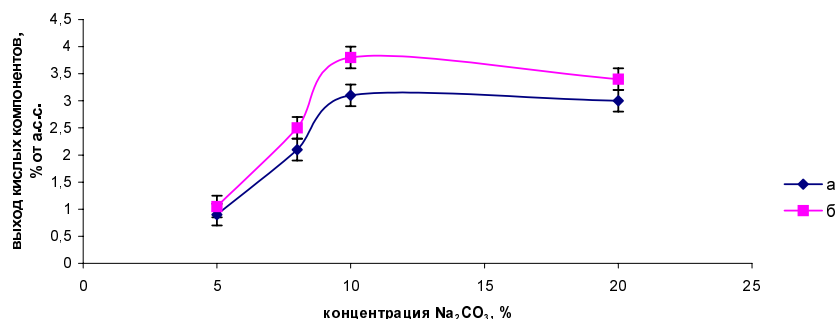
Влияние концентрации щелочных агентов на выход экстрактивных веществ из ДЗ пихты изучали в реакторе объемом 1 литр с механическим перемешиванием (скорость 300 оборотов в минуту). Концентрацию раствора щелочи NaOH варьировали от 0,5% до 20%. (рис. 1).



**Рис.1.** Зависимость выхода кислых компонентов из ДЗ пихты от концентрации раствора NaOH, а – гидромодуль 1/8, б-гидромодуль 1/10, в-гидромодуль 1/12.

В проведенных опытах использовали гидромодуль (отношение массы сырья к массе раствора) от 1/8 до 1/12. Как следует из полученных результатов, наиболее полное извлечение кислых компонентов имеет место при концентрации раствора NaOH 5 % и гидромодуле процесса 1/10. Выход кислых компонентов при концентрации раствора NaOH 10-20 % не зависит от гидромодуля и составляет 4,5-5 % от веса а.с.с.

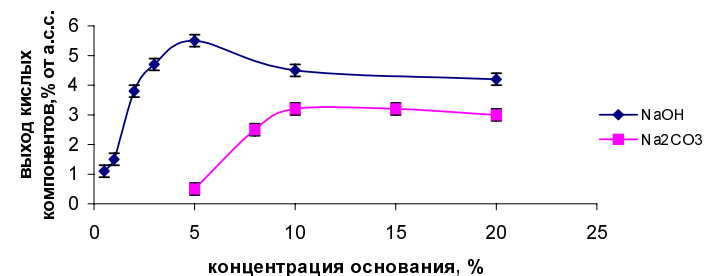
При использовании в качестве экстрагирующего агента раствора соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (рис. 2) выход экстрактивных веществ выше при гидромодуле процесса 1/10. Причем максимальный выход достигается при концентрации раствора соды 10 %.



**Рис. 2.** Зависимость выхода кислых веществ из ДЗ пихты от концентрации раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а-гидромодуль 1/8, б-гидромодуль 1/10.

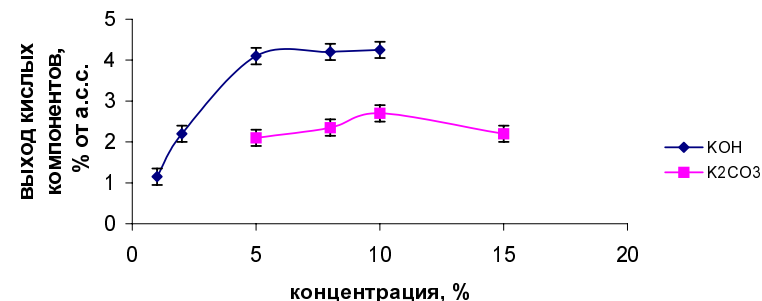
Проведенные эксперименты показали, что при использовании раствора щелочи NaOH выход экстрактивных веществ почти в два раза выше, чем при использовании раствора соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (рис.3). Разницу в выходах экстрактивных веществ в зависимости от использования растворов щелочи и соды можно объяснить тем, что в щелочном растворе в процессе интенсивного механического перемешивания происходит разрушение растительных тканей древесной зелени, что облегчает процесс извлечения кислых и нейтральных компонентов. Кроме этого в реакционной среде под действием раствора

щелочи протекает гидролиз сложных эфиров ДЗ, что также увеличивает выход кислых компонентов.



**Рис.3.** Зависимость выхода кислых компонентов ДЗ пихты от концентрации гидроксида и карбоната натрия.

В опытах с применением растворов гидроксида калия и карбоната калия использовали гидромодуль процесса 1/10 (рис.4). При сравнении выхода экстрактивных веществ с использованием оснований натрия и калия следует, что при исследовании экстракции растворами NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  выход кислых компонентов выше. Поэтому в дальнейших опытах использовались растворы NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .



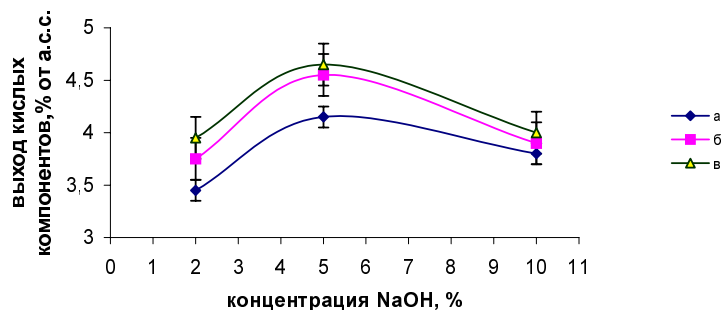
**Рис. 4.** Зависимость выхода кислых компонентов из ДЗ пихты от концентрации растворов KOH и  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

Разницу в выходах экстрактивных веществ при использовании растворов оснований натрия и калия можно объяснить влиянием ионной силы раствора.

Поскольку ионная сила растворов разная, то разным будет состав образующихся мицелл. Изменение состава мицелл ведет к изменению степени извлечения экстрактивных веществ.

Таким образом, исследования способа эмульсионной экстракции ДЗ пихты показали, что при использовании гидромодуля процесса 1/10 и 5%-ного раствора NaOH извлекается наибольшее количество кислых компонентов и составляет 6 % от веса а.с.с..

При изучении метода эмульсионной экстракции использовали также ДЗ ели (рис. 5).



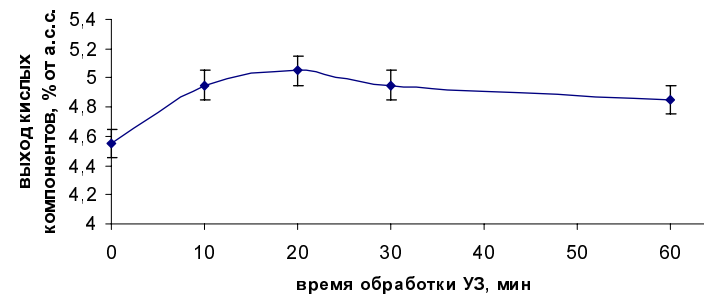
**Рис.5.** Зависимость выхода кислых компонентов из ДЗ ели от концентрации NaOH, а – гидромодуль 1/8, б-гидромодуль 1/10, в-гидромодуль 1/12.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что наибольший выход кислых компонентов из ДЗ ели достигается при концентрации раствора щелочи NaOH 5% и гидромодуле 1/10 и 1/12. При этом выход кислых компонентов из ДЗ ели составляет 4,5 – 4,8 % от веса а.с.с..

*Влияние продолжительности обработки ультразвуком на выход экстрактивных веществ.*

Известно, что при действии УЗ эффективность экстракции повышается. Учитывая строение растительного сырья, которое представляет собой разветвленную систему капилляров, при воздействии ультразвука вследствие изменения давления при сжатии и разряжении возникает эффект «губки», улучшающий проникновение экстрагента в капилляры ДЗ.

Эксперименты на ДЗ ели проводили с использованием прибора УЗДН-А при частоте генератора и излучателя  $22 \pm 1,65$  кГц. Проведенные опыты (рис. 6) показали, что оптимальным временем озвучивания является интервал от 10 до 20 минут. Увеличение времени обработки ультразвуком не приводит к повышению выхода экстрактивных веществ, что свидетельствует о полноте извлечения за 10-20 минут.

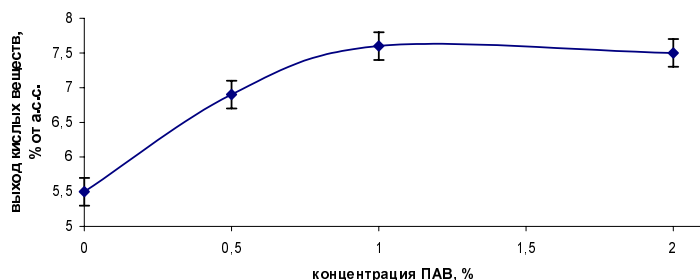


**Рис.6.** Зависимость выхода экстрактивных веществ ДЗ ели от продолжительности воздействия ультразвука

*Влияние поверхностно-активных веществ на выход экстрактивных веществ.*

Снижение поверхностного натяжения благотворно сказывается на процессе экстрагирования. На рисунке 7 приведены результаты ряда опытов по выделению кислых веществ из ДЗ пихты эмульсионными системами, содержащими от 0,5 до 2,0 % экзогенных ПАВ. В качестве ПАВ использовали коммерческий алкилбензол-сульфонат натрия для СМС.

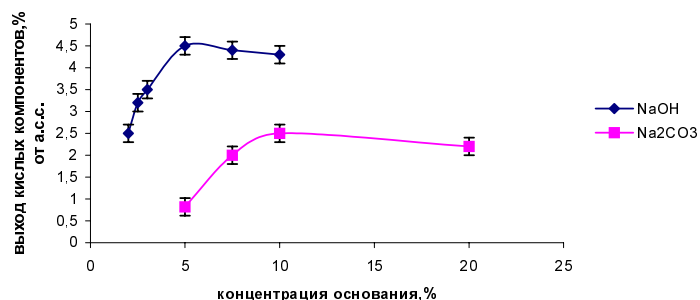
Как следует из полученных данных, добавление в реакционный раствор 1% ПАВ повышает выход кислых компонентов из ДЗ пихты на 2 % от веса а.с.с., дальнейшее увеличение количества ПАВ не приводит к существенному увеличению выхода экстрактивных веществ.



**Рис.7.** Зависимость выхода кислотных компонентов из ДЗ пихты эмульсионными системами, содержащими ПАВ.

*Выделение экстрактивных веществ в аппарате объемом 20 л.*

В процессе изучения способа эмульсионной экстракции для разработки технологии переработки древесной зелени пихты был использован аппарат объемом 20 л с механическим перемешиванием.



**Рис.8.** Выход экстрактивных веществ из ДЗ пихты в аппарате объемом 20 л, гидромодуль 1/10.

Выход экстрактивных компонентов (рис.8) в этом аппарате ниже, чем в лабораторном экстракторе, что можно объяснить изменением гидродинамических условий перемешивания. Максимальный выход кислотных компонентов ДЗ пихты при использовании 5 % раствора NaOH составил 4,7 % от веса а.с.с.

Таким образом был изучен новый способ эмульсионной экстракции ДЗ пихты и ели. Установлено, что оптимальными условиями выделения кислотных компонентов являются следующие:

- 1) 5%-ный водный раствор NaOH, гидромодуль 1/10.
- 2) Использование ультразвука в течение 10-20 мин.
- 3) Добавление 1 % ПАВ в раствор.

Главным преимуществом нового способа является то, что для выделения экстрактивных веществ из древесной зелени не используются пожароопасные и токсичные органические растворители. При этом степень извлечения экстрактивных веществ увеличивается по сравнению с бензиновой экстракцией в 1,5-1,8 раза. По сравнению со способом извлечения кислот древесной зелени, разработанным в Новосибирском институте органической химии выход кислот повышается в 1,2 раза. Необходимо также отметить, что для проведения эмульсионной экстракции нет необходимости в предварительном высушивании сырья, в отличие от экстракции органическими растворителями.

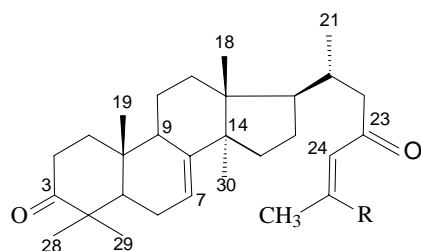
## 2. Исследование фракционного состава кислотных компонентов, выделенных эмульсионной экстракцией из ДЗ пихты.

Согласно литературным данным сумма компонентов кислой части экстракта ДЗ пихты сибирской представляет собой сложную смесь тритерпеновых кислот ланостанового и биогенетически родственных ему структурных типов. Тритерпеновые кислоты находятся в сырье в виде сложной смеси и наиболее эффективным оказывается их разделение адсорбционной хроматографией на силикагеле.

Обработкой суммы кислотных компонентов ДЗ пихты, полученных способом эмульсионной экстракции, насыщенным водным раствором бикарбоната натрия были выделены «сильные» кислоты. Далее сумма «сильных» кислот была разделена методом колоночной хроматографии на 4 фракции и исследована методами ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Во фракции I (7 %) суммы «сильных» кислот методом тонкослойной хроматографии при сравнении с эталоном обнаружены жирные кислоты. Состав жирных кислот был изучен методом ГЖХ их метиловых эфиров. Сумма жирных кислот состоит из пальмитиновой (23%), стеариновой (4%), олеиновой (18%), линолевой (35%), линоленовой (15%) кислот. По данным ЯМР-спектроскопии во фракции I содержится также дегидроабиетиновая кислота.

В спектрах ЯМР фракции II (выход 22,5%) при сопоставлении полученных данных с литературными можно выделить сигналы тритерпеновой дикетокислоты – фирмановой кислоты **1**.



**1** : R = COOH;

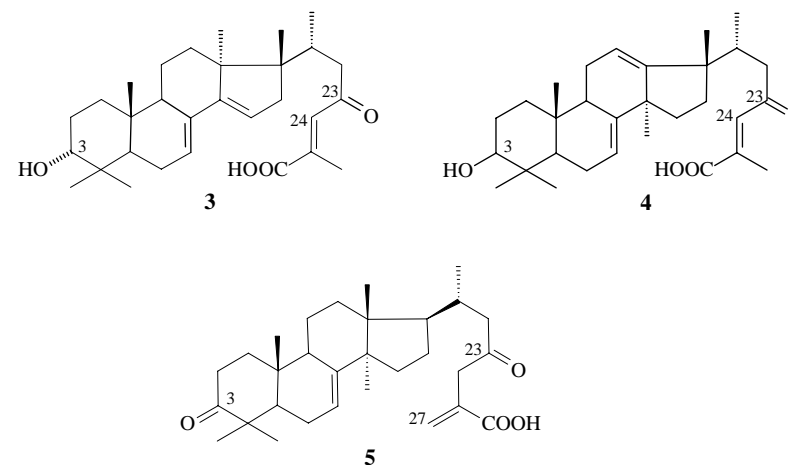
**2** : R = COOCH<sub>3</sub>

В спектре ЯМР <sup>13</sup>C соединения **1** наблюдаются сигналы атомов углерода C<sup>3</sup> (219 м.д.) и C<sup>23</sup> (202 м.д.). Сигнал третичного атома C<sup>7</sup> при двойной связи наблюдается в области 121,57 м.д..

После метилирования фракции II диазометаном из нее был выделен метиловый эфир фирмановой кислоты **2** (12% от суммы кислот), что было подтверждено данными ЯМР спектроскопии. По данным ПМР спектроскопии выделен цис-изомер метилового эфира фирмановой кислоты **2** – сигнал атома H<sup>24</sup> наблюдается в области 6,15 м.д. По литературным данным сигнал протона H<sup>24</sup> транс-изомера должен находится в более слабом поле (7,05 м.д.).

По данным спектра ЯМР <sup>13</sup>C во фракции III (45%) присутствуют 23-оксо-мариесовая кислота А (**3**), 23-оксо-мариесовая кислота Б (**4**), изофирмановая кислота (**5**), что согласуется с литературными данными. Для соединений **3** и **4** наблюдаются сигналы атома C<sup>3</sup> в области 76,58 м.д. и сигналы атома C<sup>23</sup> в области 202,04 и 202,50 м.д., сигнал атома C<sup>24</sup> – 133,00 м.д. и C<sup>25</sup> – 140,00 м.д. Наличие во фракции III соединения **5** подтверждается сигналом при 207,11 м.д.

в спектре ЯМР <sup>13</sup>C, характерным сигналу атома C<sup>23</sup> в этой кислоте. В ПМР спектре фракции III присутствуют сигналы атомов H<sup>27</sup> метиленовой группы при 5,55 м.д. и 6,25 м.д..



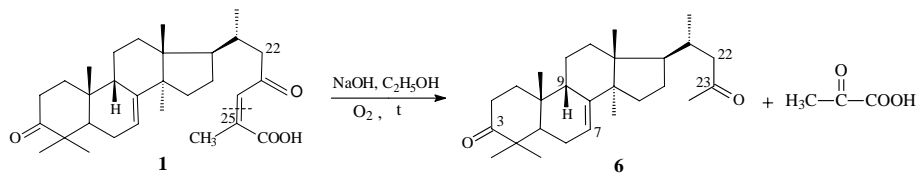
По данным ИК-спектроскопии во фракции IV (24 %), элюированной ацетоном, присутствуют фенольные кислоты. В спектре наблюдаются колебания OH-группы в области 3452 см<sup>-1</sup>, полосы поглощения 1622,1518, 1470, 918, 776 см<sup>-1</sup> относятся к колебаниям бензольного кольца. Кроме того наблюдаются валентные колебания связи C–O фенольной OH группы (полоса поглощения при 1224 см<sup>-1</sup>) и валентные колебания связи C–O спиртовой OH группы при 1020 и 1080 см<sup>-1</sup>.

Таким образом, «сильные» кислоты, выделенные эмульсионным способом из ДЗ пихты, примерно на 70% состоят из тритерпеновых кислот.

Из литературы известно, что тритерпеновые α-, β-ненасыщенные γ-кетокислоты в жестких условиях (действие горячего этанольного раствора щелочи) подвергаются реакции фрагментации и образуют нейтральные тринортритерпеновые производные.

При хроматографическом разделении нейтральных компонентов, выделенных из раствора, полученного эмульсионным способом переработки ДЗ пихты и концентрированного упариванием под вакуумом и при температуре 55°C, было выделено кристаллическое соединение. При сравнении

спектральных данных полученного вещества с литературными данными осадок был идентифицирован как дикетон **6** (25, 26, 27-тринор-9 $\beta$ -ланост-7-ен-3,23-дион), который является продуктом фрагментации фирмановой кислоты **1**:



При рассмотрении спектра ЯМР  $^{13}\text{C}$  установлено, что все сигналы атомов углерода циклической части молекулы до атома  $\text{C}^{22}$  совпадают с таковыми для фирмановой кислоты **1** (рис.9).

Необходимо отметить, что при изучении нейтральных компонентов ДЗ пихты, выделенных эмульсионной экстракцией без последующего концентрирования, соединение **6** не было обнаружено.

Реакция фрагментации в боковой цепи молекул тритерпеновых  $\alpha$ -,  $\beta$ -ненасыщенных  $\gamma$ -кетокислот представляет интерес как метод получения тетрациклических тринортритерпеновых производных, а также для идентификации компонентов смеси тритерпеновых кислот. Поэтому была проведена обработка всей суммы кислот пихты 5% раствором NaOH при температуре 70 $^{\circ}\text{C}$ . Полученная сумма нейтральных тритерпеновых производных проанализирована методом хроматомасс-спектрометрии.

По данным хроматомасс-спектрометрии сумма тритерпеновых производных состоит из 3 основных соединений **6** (32%), **7** (43%), **8** (5%) (схема 2). Причем соединение **7** является продуктом фрагментации 23-оксо-марисеиновой кислоты А (**3**), а соединение **8** – продуктом фрагментации марисеиновой кислоты С.

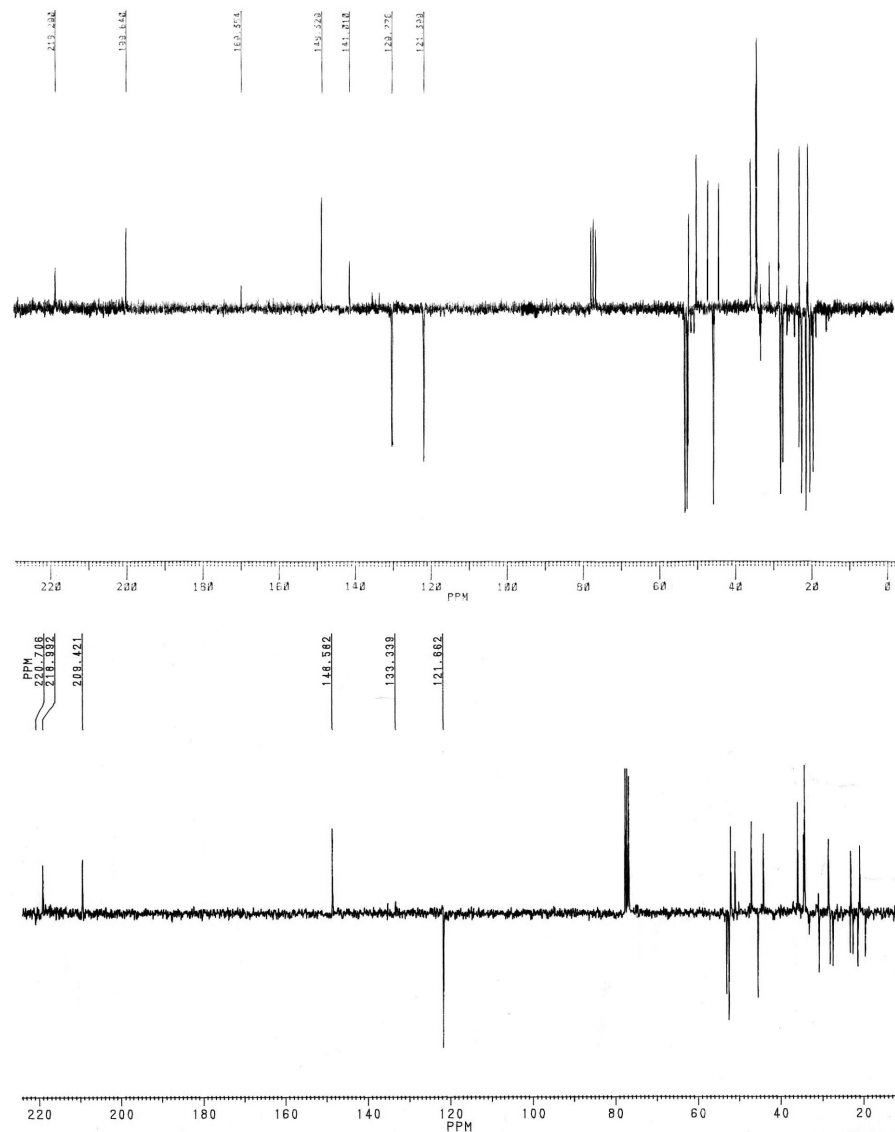


Рис.9. Спектры ЯМР  $^{13}\text{C}$  метилового эфира фирмановой кислоты **2** и дикетона **6**.

Таким образом, при исследовании экстракта кислых компонентов ДЗ пихты, выделенных способом эмульсионной экстракции, установлено присутствие в нем тритерпеновых кислот **1**, **3**, **4**, **5**. По данным хроматомасс-



спектрометрии основными компонентами смеси являются фирмановая кислота (1) и 23-оксо-мариесивовая кислота А (4).

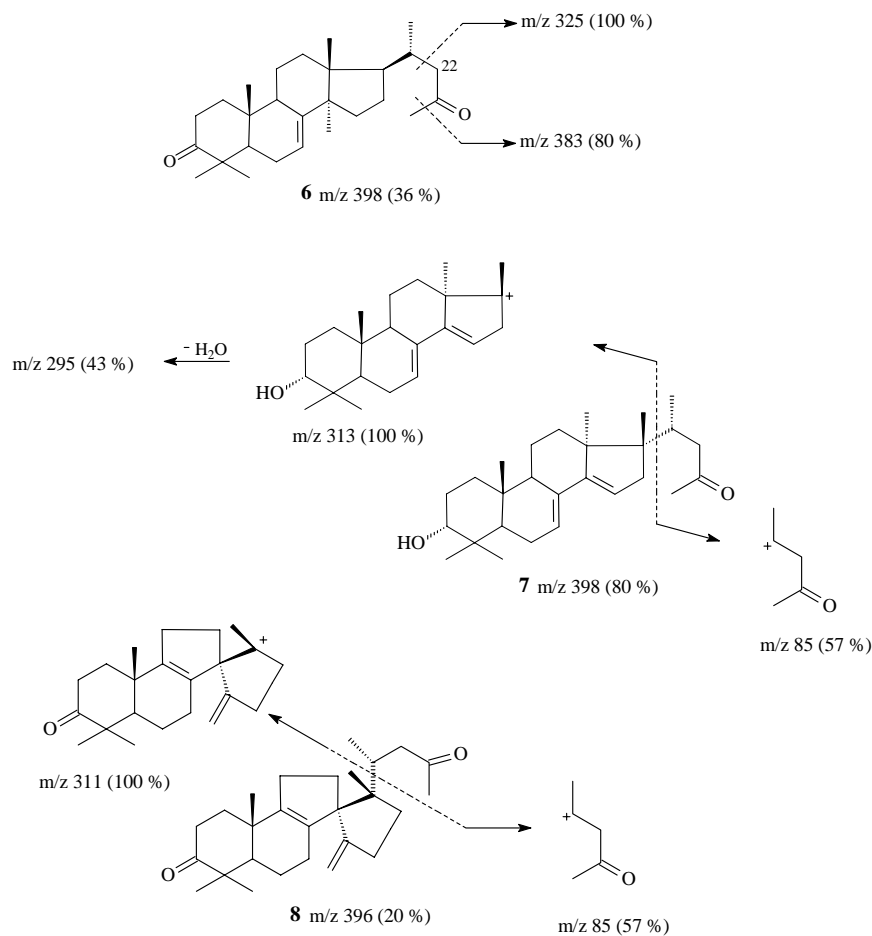


Схема 2. Фрагментация соединений 6, 7, 8.

### 3. Биопрепарат из ДЗ пихты.

Изучение влияния различных биопрепаратов на жизнедеятельность растений показывает, что, как правило, они оказывают положительное влияние на ростовые процессы при использовании в малых концентрациях. Биологические испытания суммы тритерпеновых кислот ДЗ пихты показали

высокую эффективность воздействия их на сельскохозяйственные растения. Сотрудниками Новосибирского института органической химии разработан биопрепарат «Силк», действующим веществом которого являются тритерпеновые кислоты пихты. «Силк» получают экстракцией древесной зелени пихты метилтретбутиловым эфиром.

На основе эмульсионного способа переработки древесной зелени разработана технология получения нового высокоэффективного натурального биопрепарата «Вэр'ва» (аналога препарата «Силк»). Химический состав активной части препарата «Вэр'ва» представляет собой смесь натриевых солей тритерпеновых кислот, выделенных из ДЗ пихты способом эмульсионной экстракции. Биопрепарат «Вэр'ва» в отличие от препарата «Силк» содержит также нейтральные (монотерпеноиды, полипренолы, каротиноиды) компоненты. Для изучения влияния кислых компонентов пихты на сельскохозяйственные растения были проведены испытания самого биопрепарата, а также четырех фракций кислот, описанных выше, и дикетона 6.

По результатам исследования влияния биопрепарата «Вэр'ва» и его компонентов на энергию прорастания семян овса сделаны следующие выводы:

- 1) самая эффективная ростстимулирующая доза действующего вещества (ДВ) биопрепарата – 2,5 мг/л;
- 2) все фракции кислых компонентов оказывают стимулирующее воздействие на энергию прорастания и всхожесть семян овса;
- 3) дикетон 6 не влияет на энергию прорастания и всхожесть семян овса, но стимулирует рост растений.

*Изучение действия биопрепарата «Вэр'ва» на сельскохозяйственные растения.*

Биопрепарат «Вэр'ва» испытывался в течение пяти лет в Научно-исследовательском и проектно-технологическом институте агропромышленного комплекса республики Коми на посевах картофеля, капусты, моркови, многолетних трав. Основной способ использования препарата – опрыскивание

растений в фазу вегетации водными растворами «Вэр ва», а также замачивание семян в растворе биопрепарата перед посадкой.

Цель исследований: изучение влияние различных доз биопрепарата на рост, развитие, продуктивность, устойчивость к болезням сельскохозяйственных культур. Для сравнения растения обрабатывали также биопрепаратом «Силк».

Результаты испытания биопрепарата на посевах картофеля в период 2000-2003 г.г. показали, что обработка клубней и растений в период вегетации способствовала достоверному повышению ранней урожайности на 12-20 % и общей урожайности на 15-20 % (табл. 1).

**Таблица 1**

Продуктивность картофеля сорта Детскосельский

Дозировка ДВ препарата, г/га	Урожайность на 65-й день		Урожайность в период уборки	
	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
0,5	26,4	117	34,5	118
5	26,9	120	35,0	120
10	25,1	112	34,0	116
«Силк»	26,5	118	34,6	118
Контроль	22,5	100	29,0	100
НСР <sub>0,5</sub> *	3,1		3,8	

\* НСР<sub>0,5</sub> – наименьшая существенная разница.

Исследованиями установлено, что обработка картофеля биопрепаратом снизила пораженность картофеля болезнями. В 2001-2003 г.г. во время вегетации не отмечено поражения фитофторозом, ризоктониозом и кольцевой гнилью

Использование биопрепарата «Вэр ва» положительно повлияло на облиственность, размер и массу моркови. Более интенсивный рост корнеплодов обеспечил более высокую урожайность (табл. 2).

Урожайность капусты увеличилась на всех растениях, обработанных биопрепаратом (табл.3), самый высокий урожай 50,1 т/га, что на 22% больше, чем в контроле.

**Таблица 2**

Урожайность моркови сорта Нандрин (средняя за 2001-2003 г.г.)

Дозировка ДВ препарата, г/га	Ранняя урожайность (на 10.08 - 15.08)		Общий урожай		Товарность, %
	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	
0,6	17,3	114,2	57,4	105,7	92,3
6	18,2	122,1	64,9	119,2	91,2
12	18,9	122,3	63,6	118,3	83,9
Силк	17,5	114,4	60,6	111,6	85,1
Контроль	15,3	100	54,3	100	82,7
НСР <sub>0,5</sub>	1,0		5,7		

**Таблица 3**

Урожайность капусты белокочанной сорта Краутман

в зависимости от обработки биопрепаратом (средняя за 2000-2003 г.г.)

Дозировка ДВ препарата, г/га	Урожайность, т/га	% к контролю	Товарных кочанов, %
0,08	48,2	118	91,8
0,8	50,1	122	91,3
1,6	47,3	116	92,3
Силк	48,7	119	86,2
Контроль	40,9	100	85,8
НСР <sub>0,5</sub>	2,9		

Необходимо отметить, что в неблагоприятном по метеорологическим условиям 2000 году (холодная погода в мае, отсутствие осадков с 19 июня по 25 июля, резкое похолодание в августе и недостаточное количество осадков в сентябре) урожайность капусты составила 200 % к контролю, а вес кочанов был в 2 раза выше по сравнению с контролем.

Биопрепарат испытывался также на посевах многолетних трав. В 1999 году семенная продуктивность клевера лугового была в 2-5 раз выше за счет увеличения количества семян и их веса на 10-12% по сравнению с контролем.

Таким образом, показано, что в результате биологических испытаний биопрепарат «Вэр ва» обнаружил комплекс полезных свойств. Он увеличивает

урожайность сельскохозяйственных растений, повышает иммунитет растений к различным заболеваниям, уменьшает потери урожая при хранении.

*Экономический эффект от использования биопрепарата «Вэр'ва»*

В таблице 4 приведен расчет экономического эффекта от применения биопрепарата «Вэр'ва» на посевах картофеля. Расчетная себестоимость 1 кг (по действующему веществу) биопрепарата 13 тыс. рублей. Экономическая эффективность от применения биопрепарата на посевах картофеля по отношению к необработываемым участкам составляет 2,37 тысячи рублей прибыли с 1 гектара.

**Таблица 4**

Показатели экономической эффективности от применения биопрепарата «Вэр'ва»

<i>Показатели</i>	<i>Контроль</i>	<i>Биопрепарат</i>
Площадь посева, га	100	100
Урожайность, т/га	29	35
Объем производства, т	2900	3500
Дополнительный урожай, т	0	600
Цена реализации, руб./т	4000	4000
Валовой доход, тыс руб.	11600	14000
Дополнительный доход, полученный от применения биопрепарата, тыс. руб.	-	2400
Дополнительные затраты на применение биопрепарата, руб. в том числе:	-	30,9
Стоимость препарата, тыс. руб.*	-	19,5
Затраты на применение, тыс. руб.	-	11,4
Дополнительные затраты на уборку урожая (прибавки), тыс. руб.	-	1
Чистая прибыль, тыс. руб.	-	2369
В том числе на 1 га посевов, тыс руб.	-	2,369

\*При трехкратной обработке картофеля дозой 5г/га

**ВЫВОДЫ**

1. Предложен новый эмульсионный способ извлечения низкомолекулярных компонентов из растительного сырья. Подобраны оптимальные условия выделения кислых компонентов из древесной зелени пихты и ели, позволяющие выделять экстрактивные вещества на 20-40 % больше по сравнению с известными методами.
2. Исследован состав кислых компонентов древесной зелени пихты и доказано, что в процессе эмульсионной экстракции выделяются тритерпеновые кислоты. Основными тритерпеновыми кислотами являются фирмановая кислота и 23-оксо-мариесиовая кислота А.
3. Показано, что при концентрировании раствора натриевых солей тритерпеновых кислот при температуре 55°C под вакуумом, происходит образование нейтрального продукта фрагментации фирмановой кислоты (25, 26, 27-тринор-9β-ланост-7-ен-3,23-диона).
4. Запатентован способ выделения тритерпеновых кислот из древесной зелени пихты. На основе выделенных компонентов предложен новый высокоэффективный биопрепарат «Вэр'ва» (аналог препарата «Силк»).
5. Испытания биопрепарата «Вэр'ва» на различных сельскохозяйственных культурах показали, что при опрыскивании растений в период вегетации и замачивании семян перед посадкой урожайность повышается на 20-25 %, снижается заболеваемость растений, уменьшаются потери урожая при хранении.
6. При включении биопрепарата «Вэр'ва» в список разрешенных к применению на территории России пестицидов, рекомендуется использовать его в качестве регулятора роста на посевах картофеля, моркови, капусты, многолетних трав и других растений. Экономический эффект от применения биопрепарата на посевах картофеля составляет 2,37 тыс. руб. прибыли с одного гектара.

**Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:**

1. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Кучин В.А. Экстракция водным раствором основания как основа новой технологии получения фунгицидов и стимуляторов роста растений // "Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения". 2002. №7. - С. 61-64.
2. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Сычев Р.Л. Выделение липидов из хвойной зелени // «Лесохимия и органический синтез». Труды Коми НЦ УрО РАН. 1996. - № 144. - С. 53-60.
3. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Сычев Р.Л. Эмульсионный способ выделения липидов. Патент РФ № 2117487, 1998.
4. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Сычев Р.Л. Способ выделения липидов с использованием ультразвука. Патент РФ № 2119347, 1998.
5. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П. Способ выделения биологически активной суммы кислот из древесной зелени пихты. Патент РФ № 2161149, 2000.
6. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П. Кислоты из древесной зелени ели // 2-е Всероссийское совещание «Лесохимия и органический синтез»: Тез. докладов. – Сыктывкар. 1996. – С. 37.
7. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П. Выделение кислот из древесной зелени хвойных пород (Picea, Pinus, Abies) и березы (Betula). 3-е Всероссийское совещание «Лесохимия и органический синтез»: Тез. докладов. – Сыктывкар. 1998. – С. 51.
8. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Чудаков В.В. Природные терпеноиды и пигменты // 1-ая Всероссийская конференция «Химия и технология растительных веществ»: Тез. докладов. – Сыктывкар. 2000. – С. 80.
9. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Чудаков В.В. Новый высокоэффективный натуральный биопрепарат – стимулятор роста и защиты растений // Научно-техническая конференция «Наука – производству. Внедрение новейших разработок научных и проектных организаций в промышленность»: Тез. докладов. – Москва. 2001. – С. 70.
10. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Кучин В.А. Экстракция водным раствором основания как основа новой технологии получения фунгицидов и стимуляторов роста растений // 2-ая Всероссийская конференция «Химия и технология растительных веществ»: Тез. докладов. – Казань. 2002. – С. 10.
11. Хуршайнен Т.В., Кучин А.В., Карманова Л.П., Королева А.А., Кучин В.А. Новая технология переработки растительного сырья // 2-ая Всероссийская конференция «Химия и технология растительных веществ»: Тез. докладов. – Казань. 2002. – С. 8.
12. Хуршайнен Т.В., Королева А.А., Кучин В.А., Карманова Л.П., Кучин А.В. Химия и технология получения биорегуляторов. XVII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Казань, 2003. Тез. докладов. - С.243.
13. Хуршайнен Т.В., Скрипова Н.Н., Кучин А.В. Эффективная технология получения продуктов переработки древесной зелени хвойных // 3-я Всероссийская конференция «Химия и технология растительных веществ»: Тез. докладов. – Саратов. 2004. – С. 289.

Заказ № 53  
100 экз.

Объем 1,25 п.л.

Тираж

---

Участок оперативной полиграфии Коми научного центра УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48