

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
Кежемский район

КРАЕВОЙ МОЛОДЕЖНЫЙ ФОРУМ
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ»

краевой отборочный этап номинации
«НАУЧНЫЙ КОНВЕНТ»

Направление конференции: **Химико-технологические
исследования**

*«Исследование влияния светового фактора на накопление
витамина С в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в
окрестностях д. Тагара (Нижнее Приангарье)»*

Шестакова Марина Владимировна,
МКОУ «Тагарская СОШ», 10 класс,
23.06.2000,
tasnas@mail.ru
Т. 89134463240

Кюбарт Ксения Викторовна,
МКОУ «Тагарская СОШ», 10 класс,
27.07.2000,
tasnas@mail.ru

Тазьмина Анастасия Владимировна,
МКОУ «Тагарская СОШ»,
Учитель химии и биологии,
Т. 89134463240

С условиями Конкурса ознакомлен(-а) и согласен(-а). Организатор конкурса оставляет за собой право использовать конкурсные работы в некоммерческих целях и без денежного вознаграждения автора (авторского коллектива) при проведении просветительских кампаний, а также полное или частичное использование в методических, информационных, учебных и иных целях в соответствии с действующим законодательством РФ.

г. Козьмодемьянск, 2017г.

Тезисы

В Кежемском районе - восточном лесоэкономическом регионе Красноярского края, необходима организация производств по комплексной переработке продуктов лесозаготовки, которые здесь пока не получили широкого развития [4]. Результаты ряда исследований [1-3] свидетельствуют, что вегетативные органы хвойных деревьев являются богатым источником многих биологически активных веществ.

Хвоя – один из видов лесосечных отходов. Среди физиологически важных веществ зеленой хвои наибольшее значение имеют витамины. Витамины – сложные биологически активные низкомолекулярные органические соединения, имеющие различное химическое строение. Они необходимы для нормального течения процессов обмена веществ [4]. Известно, что большинство витаминов не синтезируется в организме человека, и они должны регулярно в достаточном количестве поступать в организм с пищей или в виде витаминизированных добавок. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое сильно варьируется - от 95 до 585 мг на 100 г сухого вещества [3]. В связи с этим темой нашей работы является «Исследование влияния светового фактора на накопление витамина С в хвое сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагара (Нижнее Приангарье)».

Цель работы: Изучить влияния светового фактора на накопление витамина С в хвое сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагара (Нижнее Приангарье).

Методы исследований: теоретические: работа с научной литературой; экспериментальные: качественный анализ, титриметрический метод анализа; метод статической обработки результатов

Основные результаты исследования: установлено что в сосне обыкновенной наибольшее содержание витамина С в хвое верхней части кроны с южной стороны дерева (163 ± 6 мг%), наиболее освещенной солнцем. Результаты исследований могут быть использованы при заготовке хвои как источника витамина С.

Литература

1. Девис, М. Витамин С: Химия и биохимия / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж. - М.: Мир, 1999.-176 с.
2. Ефремов, А. А. Комплексный состав эфирных масел хвойных растений Сибири / А. А. Ефремов, И. Д. Зыкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 132 с.
3. Лобанов, В.В. Древесная зелень - источник ценной продукции: Монография. - Красноярск: СибГТУ, 2004. – 68 с.
4. Сайт « Kraskstate» (Современный Красноярский край) Современный Красноярский край. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krskstate.ru/80/kray>

I. Введение

Красноярский край занимает второе место в стране по запасам лесных ресурсов. По официальной статистике, общая площадь лесного фонда региона составляет 158,7 млн. гектаров, – это почти половина (42,6%) от площади лесного фонда Сибирского федерального округа [6]. Однако сырьевой потенциал до сих пор используется не на должном уровне: в субъекте есть все возможности для эффективного развития ЛПК, об этом говорится в Концепции промышленной политики Красноярского края до 2030 года.

В Кежемском районе – в восточном лесозономическом регионе Красноярского края, целесообразна организация производств, которые здесь пока не получили широкого развития. Результаты исследований [3-5, 8] свидетельствуют, что вегетативные органы хвойных деревьев являются богатым источником многих биологически активных веществ.

Среди физиологически важных веществ зеленой хвои наибольшее значение имеют витамины. Витамины – сложные биологически активные низкомолекулярные органические соединения, имеющие различное химическое строение. Они необходимы для нормального течения процессов обмена веществ. Большинство входит в состав ферментов, являясь их коферментами [1]. Кроме того, большинство витаминов не синтезируется в организме человека, поэтому они должны регулярно и в достаточном количестве поступать в организм с пищей или в виде витаминизированных добавок. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое сильно варьируется – от 95 до 585 мг на 100 г сухого вещества [4].

Известно, что природно-климатические условия произрастания различных хвойных растений существенным образом сказываются на синтезе и накоплении отдельных компонентов. Однако сведений по содержанию витамина С в хвойных растениях, произрастающих в восточном лесозономическом районе Красноярского края мало. Условия внешней среды иногда являются решающим фактором в биосинтезе витаминов, так как они активируют действия ферментных систем, принимающих участие в синтезе и превращении витаминов, способствуют созданию веществ, из которых образуются витамины [7]. Поэтому необходимо получение данных о содержании веществ витаминной природы в различных природно-климатических условиях, методах их выделения и идентификации, приемах получения и использования выделенных компонентов для изготовления готовых продуктов для пищевых, медицинских, парфюмерно-косметических и технических целей.

Темой нашего исследования является: «Исследование влияния светового фактора на накопление витамина С в хвое сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагара (Нижнее Приангарье)».

Цель работы: изучить влияние светового фактора на накопление витамина С в хвое сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагара (Нижнем Приангарье).

Объект исследования: хвоя сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагара.

Предмет исследования: содержание витамина С в хвое сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*) в зависимости от степени освещенности.

Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1) провести анализ информационных источников по теме исследования для выявления состояния изученности проблемы и обоснованного выбора экспериментальных методов исследования;

2) отобрать представительные пробы хвои с разных частей кроны сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагары.

3) определить количественное содержание витамина С в хвое разных частей кроны сосны обыкновенной и выявить влияние на него степени освещенности.

Гипотеза исследования: наиболее ценным источником витамина С является хвоя сосны обыкновенной, собранная с южной верхней части кроны, потому что солнечные лучи выполняют важную роль в накоплении витамина С в кроне хвойных деревьев.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Теоретическая часть

Хвоя является одним из видов лесосечных отходов. Известно, что иглы хвойных деревьев содержат комплекс важнейших биологически активных веществ. Целебные свойства хвои были известны в XVI—XVIII вв., настои и отвары из хвои сравнительно широко применяли жители северных стран как одно из средств народной медицины.

Систематическое изучение хвои, ее состава и свойств, в частности лечебных и кормовых, в нашей стране началось в 30-е годы прошлого века. Изучение древесной зелени хвойных пород проводилось по нескольким направлениям: извлечение и использование водорастворимых веществ, жирорастворимых веществ, содержащихся в ней; комплексное использование хвои; изучение ее химического состава; возможность применения древесной зелени деревьев и кустарников в сельском хозяйстве в качестве кормового продукта животных и птиц.

Известно, что из водорастворимых биологически активных веществ хвои получают концентрат витамина С, дубильные вещества, лечебные экстракты. В работах Н. Е. Шепелевской, Е. Н. Алексеевой-Рукиной, А. А. Шмидта, П. К. Красильникова и др. подтверждено высокое содержание витамина С в хвое сосны и ели. На основе анализа противогинготных свойств хвои ее ставят в один ряд с лимоном и апельсином.

К положительным свойствам хвои как сырья для промышленности относят сравнительно высокую устойчивость в ней витамина С при хранении: до двух месяцев зимой и пять-десять суток в другое время года. Эта устойчивость обусловлена низкой активностью аскорбиназы (окисляется 0,2...0,5 мг аскорбиновой кислоты на 1 г свежей ткани) (Сайт зооинженерного факультета МСХА <http://www.activestudy.info/vodorastvorimye-veshhestva-xvoi/>).

Витамин С извлекают из измельченной хвои экстракцией горячей или холодной водой. Экстракция витамина С из неповрежденных игл практически невозможна из-за их плотной воскообразной оболочки. Растирание или раздавливание хвои сопровождается разрушением клеток, что усиливает действие окислителей и ведет к значительным потерям витамина С. Считается, что лучший способ измельчения хвои для обеспечения эффективной экстракции витамина С водой— резка хвои сечкой на кусочки длиной 3...4 мм. При этом, чем мельче измельчена хвоя, тем больше витаминов переходит в настой. Если хвойные иглы измельчены до 2...4 мм, то оба способа экстракции при прочих равных условиях не дают существенной разницы в выходе витамина С. Однако при недостаточном измельчении горячая экстракция обеспечивает больший выход концентрата.

Поскольку в промышленных масштабах измельчение хвои является трудоемкой операцией, разработан способ изготовления настоя из целых игл, а также способ вальцевания, у которых также есть свои плюсы и минусы.

В ряде исследований выявлено, что процесс окисления витамина С замедляется, если хвою перед измельчением смачивать различными неорганическими кислотами. Однако для получения удовлетворительных результатов требуется высокая степень кислотности (например, 5%-ная H_2SO_4), что для производства нежелательно.

Данные о зависимости содержания витамина С от степени освещенности в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в Нижнем Приангарье, в литературных источниках не найдены.

На основе проведенного анализа были выбраны метод отбора представительных проб, способ подготовки проб и извлечения витамина С из хвои, а также методики качественного и количественного анализа хвойного экстракта на содержание витамина С.

2. Экспериментальная часть

2.1. Методы сбора проб и подготовки их к анализу

На рис. 1 представлена карта района лесозаготовок Приангарского Лесопромышленного Комплекса (ПЛПК). Вдоль берега р. Ангары в пределах 10-13 км от д.Тагара в январе 2017 г. нами были заложены учётные площадки размером $1m^2$ в 5-кратной повторности, из которых выбирались 10 модельных экземпляров хвойного лапника. Таким образом, нами были собраны образцы хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*) (лапник): с южной верхней части кроны, с южной нижней части кроны, с северной верхней части кроны и с северной нижней части кроны с 10 модельных деревьев. Для получения представительных проб хвоя отделялась от лапника и смешивалась в соответствии с указанными выше образцами.



Рис.1. Район лесозаготовок Приангарского Лесопромышленного Комплекса (ПЛПК) и места сбора соснового лапника для анализа

Для приготовления хвойного экстракта хвоя измельчалась на кусочки длиной 3...4 мм, чтобы замедлить окислительные процессы, хвою смачивали 0,05% соляной кислотой. Это повышало сохранность витамина С.

2.2. Качественный анализ на витамин С в хвое сосны обыкновенной

Качественные реакции на витамин С основаны на его способности легко вступать в окислительно-восстановительные реакции и восстанавливать, например метиленовую синь, 2,6-дихлорфенолиндофенол, гексацианоферрат (III) калия, нитрат серебра и др.

Оборудование, реактивы: термостат, пипетки с одной меткой на 1 мл, штатив лабораторный с пробирками; метиленовый синий (0,01%-ный); гексацианоферрат (III) калия (5%-ный); гидроксид калия (5%-ный); соляная кислота (10%-ная); хлорид железа (1%-ный); уксусная кислота (10%-ная).

Ход определения:

А). *Взаимодействие с метиленовой синью (МС).* К 1 мл хвойного экстракта в пробирке прибавляют 1 мл 0,01% раствора метиленовой сини, перемешивают и закрывают пробкой для предохранения от соприкосновения с кислородом воздуха. Пробирку помещают в термостат при 37° С. Через некоторое время жидкость в пробирке обесцвечивается за счет восстановления метиленовой сини (МС) в бесцветную лейкоформу и образования дегидроаскорбиновой кислоты (рис. 2).

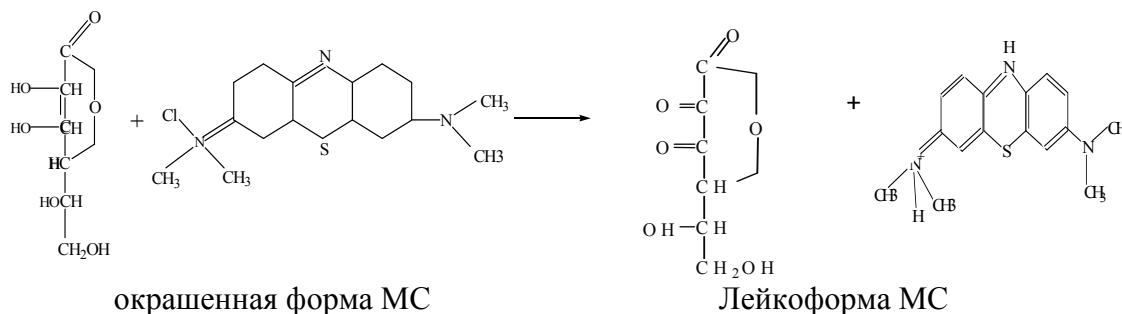
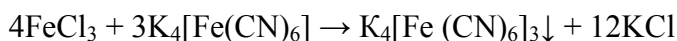
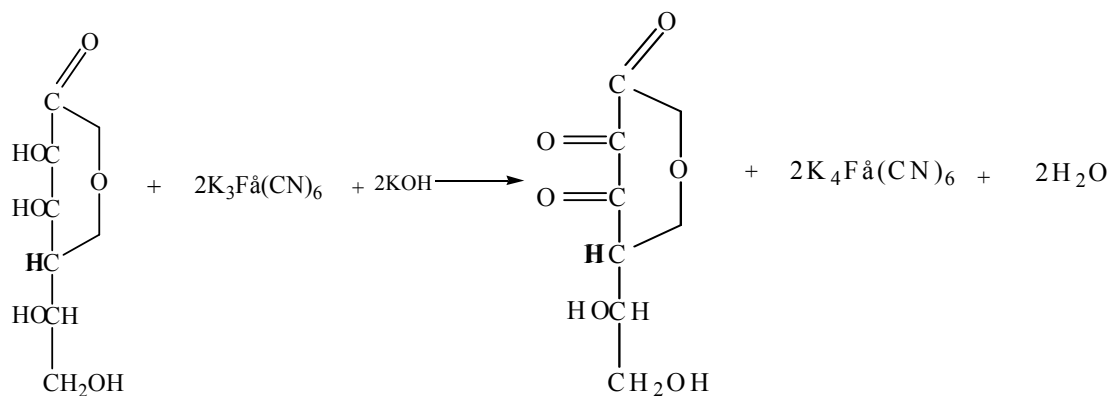


Рис. 2 . Восстановление метиленовой сини под воздействием аскорбиновой кислоты.

Если затем бесцветный раствор метиленовой сини энергично встряхнуть, не препятствуя поступлению воздуха в пробирку, то раствор вновь приобретает синий цвет.

Б) *Взаимодействие с гексацианоферратом (III) калия.* Аскорбиновая кислота, окисляясь, восстанавливает гексацианоферрат (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ до гексацианоферрата (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$, который с ионом железа в степени окисления 3^+ образует в кислой среде берлинскую лазурь.



Берлинская лазурь

Рис. 3. Качественная реакция на витамин С с гексацианоферратом (III) калия

К 1 мл экстракта прибавляют 2 капли 5% -ного раствора гидроксида калия, 2 капли раствора гексацианоферрата калия и энергично встряхивают содержимое пробирки. Затем в пробирку добавляют 6-8 капель 10%-ного раствора соляной кислоты и 1-2 капли раствора хлорида железа (III). При наличии в экстракте аскорбиновой кислоты выпадает (зеленовато-синий) осадок берлинской лазури.

Нами проведен качественный анализ проб хвои с различных частей кроны сосны обыкновенной, произрастающей в окрестностях д. Тагара, на витамин С с использованием метиленовой сини и гексацианоферратом (III) калия. Результаты представлены в табл. 1и 2.

Таблица 1. – Качественный анализ на витамин С в хвое сосны обыкновенной в зависимости от уровня освещенности с метиленовой синью

Названия фактора	Витамин С
Хвоя с южной нижней части кроны	++
Хвоя с южной верхней части кроны	+++
Хвоя с северной с нижней части кроны	++
Хвоя с северной верхней части кроны	+++

Примечание: +++ интенсивная реакция на наличие витамина

++ окраска средней интенсивности

+ бледное окрашивание

Таблица 2. – Качественный анализ на витамин С в хвое сосны обыкновенной в зависимости от уровня освещенности с гексацианоферратом (III) калия

Названия фактора	Витамин С
Хвоя с южной нижней части кроны	++
Хвоя с южной верхней части кроны	+++
Хвоя с северной с нижней части кроны	++
Хвоя с северной верхней части кроны	+++

Примечание: +++ интенсивная реакция на наличие витамина

++ окраска средней интенсивности

+ бледное окрашивание

Как следует из табл. 1 и 2, содержание витамина С больше в верхней части кроны сосны обыкновенной по сравнению с нижней частью, что на качественном уровне подтверждает влияние освещенности на накопление витамина С в хвое.

2.3. Количественное определение витамина С в хвое сосны обыкновенной с йодноватистым калием

Приготовление вытяжек. Навеску исследуемого материала в 10 г (в зависимости от содержания аскорбиновой кислоты) заливают в ступке 20 мл 1% соляной кислоты и быстро растирают в присутствии кислоты до образования гомогенной массы. Процесс растирания не должен длиться больше 10 мин. При анализе грубых тканей растирают их в присутствии небольшого (всегда одинакового) количества свободного от железа кварцевого песка (за отсутствием его – толченого стекла).

Полученную массу сливают из ступки (через стеклянную палочку и воронку) в мерную колбу на 100 мл. Ступку споласкивают несколько раз 2% метафосфорной кислотой, которую выливают в ту же мерную колбу. Содержимое колбы доводят до метки 2% метафосфорной кислотой, колбу закрывают пробкой, сильно встряхивают и оставляют стоять на 5 мин. Затем содержимое колбы выливают на сухой фильтр в воронку и отфильтровывают часть экстракта (около 50 мл) в сухой стакан или колбу.

Соляная кислота извлекает из растительной ткани как свободную, так и связанную аскорбиновые кислоты. Метафосфорная кислота осаждает белки и улучшает стойкость аскорбиновой кислоты в экстрактах.

Оборудование, реактивы: 2 колбы конические для титрования, пипетки на 10 мл и 5 мл, лабораторный штатив, микробюретка для титрования, дистиллированная вода; 1% – ный раствор крахмала; кристаллы иодида калия; 0,001 N иодноватокислый калий. Ход определения:

1. *Приготовление титранта - 0,001 N иодноватокислого калия* [9]. Взвесили 3,567 г химически чистого препарата растворили в 1 л дистиллированной воды – получили 0,01 N раствор KJO_3 . Затем разбавили раствор в 10 раз – поместили аликвоту в 10 мл (пипетка) в мерную колбу на 100 мл и добавили дистиллированной воды до метки. Установили поправочный коэффициент К титрованием с использованием тиосульфата натрия, приготовленного из фиксаля. Он оказался равным 1,15.

2. Титрование вытяжек. В колбу для титрования на 50 мл брали пипеткой по 5 мл полученного экстракта хвойного материала и добавляли кристалл иодида калия и несколько капель 1% - ного раствора крахмала. Затем оттитровывают аскорбиновую кислоту, содержащуюся в вытяжке из микробюретки 0,001 N иодноватокислым калием.

Даже в интенсивно розовых растворах ясно заметна фиолетовая окраска, появляющаяся от одной капли титранта. Для сравнения окраски третья колба должна стояла рядом. Результаты титрования, пример расчета см ниже записывали и повторяли с новой порцией того же экстракта. На основании средней величины титрования (таблица 3), полученной из 3 определений вычисляли количество витамина С.

Содержание витамина С рассчитывают по формуле: X – количество аскорбиновой кислоты в растении, мг%.

$$X = (V_1 \times V_2 \times K \cdot 0,088 \times 100) / (V \times m), \quad (1)$$

где V_1 – объем йодата калия, затраченный на титрование отобранной аликвоты (cm^3); V_2 – общий объем вытяжки (cm^3); V – объём вытяжки (cm^3), взятой на титрование (cm^3); m - масса навески, г; 0,088 – аскорбиновой кислоты в мг, соответствующее $1 cm^3$ 0,001 моль/ dm^3 KJO_3 .

Таблица 3 – Объемы йодата калия, затраченные на титрование вытяжек из хвои сосны обыкновенной

Образцы хвои	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
хвоя с южной нижней части кроны	6,4	6,2	6,4
хвоя с южной верхней части кроны	8	10	7
хвоя с северной нижней части кроны	5	5,2	5
хвоя с северной верхней части кроны	7,4	7,2	7,4

Пример расчета содержания витамина С на основе результатов титрования вытяжки из хвои сосны обыкновенной с южной нижней части кроны в соответствии с формулой (1) приведен ниже:

$$X_1 = \frac{6,4\text{мл} * 100\text{мл} * 1,15 * 0,088\text{см}^3 * 100}{5\text{мл} * 10\text{г}} = 129,5\text{мг} \%$$

Полученные по результатам титрования результаты содержания витамина С в хвое были обработаны статистическим методом (Приложение 1). В учетом правил округления, а также значащей цифры, окончательные результаты представлены в табл.4

Таблица 4 - Содержание витамина С, мг% в разных частях кроны сосны обыкновенной

Содержание витамина С, мг% в хвое сосны обыкновенной в зависимости от уровня освещенности			
хвоя с южной нижней части кроны	хвоя с южной верхней части кроны	хвоя с северной нижней части кроны	хвоя с северной верхней части кроны
130±6	163±6	103±6	148±6

Как следует из данных табл. 4, наиболее богата по содержанию витамина С хвоя сосны обыкновенной, собранная с верхней кроны дерева с южной стороны. Таким образом, освещенность солнечными лучами играет значимую роль в накоплении витамина С в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в окрестностях д. Тагара.

III. Заключение

1. На основании анализа литературных источников выявлено, что хвойные деревья являются источником витамина С, который можно эффективно использовать в промышленных масштабах. Проанализированы методы качественного и количественного анализа на витамин С, используя которые можно определить его содержание в хвое сосны обыкновенной.

2. С учетом особенности подготовки представительных проб, а также цели данного исследования собраны пробы хвои с разных частей кроны сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*), произрастающей в окрестностях д. Тагары.

3. С использованием титриметрических методов анализа установлено, что в хвое сосны обыкновенной наибольшее содержание витамина С в верхней южной части кроны дерева (163 ± 6 мг%), наиболее освещаемой солнцем.

Таким образом, наша гипотеза подтвердилась, и для извлечения витамина С из хвои предпочтительно использовать верхнюю часть кроны дерева.

Список использованной литературы

1. Девис, М. Витамин С: Химия и биохимия / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж. - М.: Мир, 1999.-176 с.
2. Ермаков, И.А. Методы биохимических исследований растений / И.А. Ермаков, В.В. Ара-симович, М.И. Смирнова-Иконникова, И.К. Мурри. – М.- Л.: Сельхозгиз, 1952. – 520 с.
3. Ефремов, А. А. Комплексный состав эфирных масел хвойных растений Сибири/ А. А. Ефремов, И. Д. Зыкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 132 с.
4. Зубарева, Е.В. Сезонная изменчивость содержания витамина С в хвое сосны обыкновенной в условиях // Вестник КрасГАУ.– 2013.–№ 4.–70-73 с.
5. Лобанов, В.В. Древесная зелень – источник ценной продукции: Монография. - Красноярск: СибГТУ, 2004.– 68 с.
6. Сайт « Krskstate» (Современный Красноярский край) Современный красноярский край. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krskstate.ru/80/kray>.
7. Солодкий, Ф.Т. Витамины из лесного сырья. –Гослесотехническое изд-во, ЛГУ: М-Л, 1947. – 57 с.
8. Ушанов, В.С. Прогнозирование содержания биологически активных веществ в древесной зелени хвойных. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т,2000.-175с
9. Филиппович, Ю.Б. Практикум по общей биохимии. Учеб. пособие для студентов хим. специальностей пед. ин – тов./ Под ред. Ю.Б. Филиппович. – М: Просвещение.– 1975.–318 с.

Статистическая обработка результатов анализа

Для оценки точности и надёжности результатов аналитических определений использовались методы статистической обработки результатов и вычислялись следующие величины: среднее арифметическое X , средняя квадратичная ошибка S , коэффициент нормирования отклонений t_α и доверительный интервал Σ_α по формулам:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

где n – число измерений,

X_i – отдельное единичное измерение.

$$S = \frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}$$

где X_i – единичное значение измерения,

X – среднее из всех,

n – число всех измерений,

$(n - 1)$ или R – число степеней свободы.

Средняя квадратичная ошибка S и коэффициент нормирования отклонений t_α характеризует воспроизводимость метода. Чем меньше S , тем более воспроизводима аналитическая методика.

Численное значение коэффициента нормирования отклонений t_p выбрано для уровня доверительной вероятности $p = 0,95$. Доверительной вероятностью и надёжностью называют долю случаев, в которых среднее арифметическое лежит в определённых пределах. Таким образом, наиболее вероятное значение искомой величины $a = X \pm \Sigma_\alpha$.

Для получения истинных, надёжных результатов анализа отдельные измерения не должны отличаться друг от друга больше чем на величину, равную $\delta \cdot 2$. Эта величина является критерием для выявления данных, которые можно рассматривать как грубые ошибки, и поэтому они должны быть отброшены. Результаты анализа и расчёт доверительного интервала определения эфирного масла в хвойных породах деревьев

Таблица 5. - Результаты расчёта доверительного интервала значения содержания витамина С в различных частях кроны сосны обыкновенной

Исследуемый образец	Объем титранта, пошедший на титрование, мл	X_i Масса витамина С, мг%	\bar{X}	$\bar{X} - X_i$	$\sum(\bar{X} - X_i)^2$	$S = \sqrt{\frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{n-1}}$	$\delta = \frac{T_{p,k} \cdot S}{\sqrt{n}}$
хвоя с южной нижней части кроны	6,4	129,5	128,1	-1,4	10,68	2,3	5,7
	6,2	125,5		2,6			
	6,4	129,5		-1,4			
хвоя с южной верхней части кроны	8,0	161,9	163,3	1,4	11,21	2,4	5,9
	8,2	166,0		-2,7			
	8,0	161,9		1,4			
хвоя с северной нижней части кроны	5,0	101,2	102,5	1,3	10,67	2,3	5,7
	5,2	105,2		-2,7			
	5,0	101,2		1,3			
хвоя с северной верхней части кроны	7,4	149,8	148,4	-1,4	11,21	2,4	5,9
	7,2	145,7		2,7			
	7,4	149,8		-1,4			