



Т.М. Панова
А.А. Щеголев

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Екатеринбург
2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра химической технологии древесины

Т.М. Панова
А.А. Щеголев

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Методические указания
по выполнению лабораторного практикума
для студентов очной и заочной форм обучения.
Направление 240100 «Химическая технология и биотехнология»

Екатеринбург
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЭФ
Протокол № 1 от 17 сентября 2009 г.

Рецензент канд. хим. наук доцент кафедры ФОХ и НТ Н.Н. Гулемина

Редактор О.В. Атрошенко
Компьютерная верстка Г.И. Романова

Подписано в печать 13.09.10.		Поз. 52
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 100 экз.
Заказ №	Печ. л. 0,93	Цена 5 руб. 68 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Данный лабораторный практикум формирует профессиональные знания и навыки в области химической, микробиологической и ферментативной переработки растительного сырья для рационального решения практических задач по химической технологии и биотехнологии растительной биомассы.

Практикум предусматривает два блока лабораторных работ. Первый блок (разд. 1) включает работы по химической и биохимической переработке крахмалосодержащего растительного сырья. Второй блок (разд. 2) – работы по химической технологии переработки недревесной биомассы растений для получения пищевой, медицинской и косметической продукции.

Для эффективного выполнения лабораторных работ студенты должны использовать различные виды растительного сырья (зерновые, крахмалосодержащие материалы, хвою, листья, плоды, кору и др.) и инструментальные методы химического и физико-химического анализа.

Раздел I БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Работа № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Исходные данные:

- анализируемая проба – крахмалосодержащее сырье (рис, пшеница, ячмень и др.);
- катализатор – раствор серной, соляной или фосфорной кислот;
- гидромодуль процесса ($ГМ$) – отношение массы раствора катализатора к навеске сырья:

$$ГМ = \frac{G_p}{m},$$

где G_p – масса раствора катализатора, г;

m – масса абсолютно сухой (а. с.) навески сырья, г.

По исходным данным рассчитывается количество и объем кислоты и воды для приготовления катализатора.

1.1. ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОЛИЗА

Анализируемую пробу, взвешенную на аналитических весах (около $2 \pm 0,0001$ г), помещают в колбу вместимостью 100 см^3 , добавляют водный раствор катализатора (предварительно рассчитанный по заданию преподавателя), перемешивают и проводят термическую обработку в течение заданного времени при кипении содержимого. Для этого колбу, соединенную с обратным холодильником, располагают над плиткой.

После обработки содержимое колбы охлаждают и количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3 . Если полученный раствор мутный, для осаждения веществ, мешающих анализу, в колбу добавляют по 10 см^3 $0,5$ моль/ дм^3 раствора сульфата цинка и 1 моль/ дм^3 раствора гидроксида натрия, доводят до метки, перемешивают и фильтруют.

В фильтрате определяют содержание редуцирующих сахаров $X_{p.г}$ (п. 1.3.3) и общее количество растворимых углеводов $X_{p.у}$ (п. 1.4.3).

В исходной пробе определяют содержание крахмала $X_{кр}$ (п. 1.2).

На основании полученных результатов рассчитывают:

- степень гидролиза крахмала Z_z , %:

$$Z_z = \frac{X_{p.у}}{X_{кр} k} \cdot 100,$$

где k – коэффициент, учитывающий изменение массы сахаров при гидролизе крахмала.

$$k = \frac{M_{гл} n}{M_{кр}},$$

где $M_{гл}$ – молярная масса глюкозы, г/моль;

n – степень полимеризации крахмала;

$M_{кр}$ – молярная масса крахмала, г/моль;

- выход редуцирующих сахаров от исходного крахмала, $Z_{p.г}$, %:

$$Z_{p.г} = \frac{X_{p.г}}{X_{кр}} \cdot 100.$$

1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА (В ЗЕРНЕ, МУКЕ И МУЧНИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ)

Методика основана на взаимодействии крахмала с йодом в присутствии йодида калия. Продукт адсорбции окрашен в интенсивно-синий цвет; оттенок окраски зависит от происхождения крахмала (картофельный, кукурузный, ячменный, пшеничный и т. д.). Длины волн, соответствующие максимуму поглощения, находятся в диапазоне $560 \dots 640$ нм.

1.2.1. Используемые реактивы:

а) раствор йода в йодистом калии. В фарфоровую чашку помещают 1 г кристаллического йода, химически чистого (х. ч.), и $1,5$ г йодида калия, х. ч.,

добавляют 10 см³ дистиллированной воды и растирают пестиком до полного растворения йода. Жидкость количественно переносят в склянку с пришлифованной пробкой, добавляют 200 см³ дистиллированной воды;

б) стандартный раствор крахмала. В колбу вместимостью 500 см³ помещают 0,25 г крахмала и 10 см³ дистиллированной воды, перемешивают, добавляют около 300 см³ теплой (50 °С) воды, нагревают колбу на водяной бане до 95 °С, охлаждают струей водопроводной воды. Раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, доводят водой до метки и перемешивают. В 1 см³ приготовленного раствора содержится 0,5 мг крахмала.

1.2.2. Построение градуировочного графика

В 6 химических стаканов последовательно помещают 0, 2, 4, 6, 8 и 10 см³ стандартного раствора крахмала. Его объем в каждом стакане доводят дистиллированной водой до 10 см³ (соответственно добавляют 10, 8, 6, 4, 2 и 0 см³) и перемешивают. Полученные растворы содержат в 10 см³ соответственно 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 мг крахмала. К каждому раствору добавляют 1,0 см³ раствора йода. На фотоэлектроколориметре в кюветах с длиной слоя 1 см измеряют оптическую плотность окрашенных в синий цвет растворов при длине волны от 400 до 650 нм через каждые 50 нм (для 2...3 растворов – по заданию преподавателя). Контрольным является раствор, не содержащий крахмала. В каждой пробе измерения проводят 3 раза.

По полученным результатам (средние из трех параллельных измерений) строят график в координатах: оптическая плотность раствора – длина волны, нм. По графику определяют длину волны, при которой наблюдается максимум поглощения (максимальное значение оптической плотности). При этой длине измеряют оптическую плотность оставшихся растворов. По полученным данным строят калибровочный график при оптимальной длине волны в координатах: содержание крахмала, мг/10 см³ – оптическая плотность.

1.2.3. Ход определения содержания крахмала в пробе

Навеску муки, содержащей 100...500 мг крахмала (для зерна и муки – $0,5 \pm 0,0002$ г), тщательно растирают в фарфоровой чашке. При необходимости добавляют 20 см³ дистиллированной воды и примерно 10 г речного песка.

При анализе зерна измельченную навеску количественно переносят в колбу вместимостью 500 см³, добавляют примерно 300 см³ теплой (50 °С) дистиллированной воды и нагревают на водяной бане до 95 °С. Струей водопроводной воды колбу охлаждают до комнатной температуры. Раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Полученный раствор отфильтровывают через бумажный фильтр высокой плотности («синяя лента»). К 10 см^3 прозрачного фильтрата добавляют 1 см^3 раствора йода. Измеряют оптическую плотность окрашенного в синий цвет раствора в кюветах с толщиной слоя 1 см при оптимальной длине волны (определенной ранее). Для контроля используют раствор из 10 см^3 дистиллированной воды и 1 см^3 раствора йода. По градуировочному графику находят содержание крахмала в анализируемом растворе, $\text{мг}/10 \text{ см}^3$.

Содержание крахмала в пробе $X_{кр}$ в % мас. рассчитывают по формуле

$$X_{кр} = \frac{g \cdot 100V}{m \cdot 1000 \cdot 10},$$

где g – найденное по градуировочному графику содержание крахмала, $\text{мг}/10 \text{ см}^3$;

V – общий объем раствора, см^3 ;

m – масса анализируемой а. с. пробы, г.

Контрольные вопросы по работе

На чем основано определение количества крахмала в крахмалосодержащих продуктах?

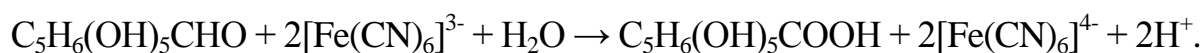
Какой фотометрический реагент применяют для определения содержания крахмала?

Каковы условия проведения реакции между крахмалом и раствором йода?

При каком диапазоне длины волн достигается максимум светопоглощения окрашенного соединения крахмала с йодом?

1.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ

К редуцирующим сахарам относятся углеводы, содержащие карбонильную группу в свободном состоянии (глюкоза, фруктоза, лактоза и др.). Определение их содержания основано на взаимодействии редуцирующих сахаров с гексацианоферратом (III) калия в щелочной среде:



Гексацианоферрат (III) калия, раствор которого окрашен в желтый цвет, после восстановления обесцвечивается с образованием гексацианоферрата (II) калия. С повышением содержания редуцирующих сахаров в анализируемом продукте оптическая плотность фотометрируемого раствора уменьшается.

1.3.1. Используемые реактивы:

а) щелочной раствор гексацианоферрата калия (III) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В мерную колбу вместимостью 1000 см^3 помещают 8 г красной кровяной соли и 20 г гидроксида натрия, перемешивая, растворяют в дистиллированной воде и доводят до метки;

б) стандартный раствор глюкозы. Растворяют $1 \pm 0,0002$ г глюкозы в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 500 см^3 , доводят до метки и перемешивают. В 1 см^3 приготовленного раствора содержится 2 мг глюкозы.

1.3.2. Построение градуировочного графика

В 6 колб вместимостью 100 см^3 пипеткой вводят по 25 см^3 раствора гексацианоферрата (III) калия, последовательно добавляют 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5 стандартного раствора глюкозы. Объем доводят дистиллированной водой до 35 см^3 , для этого добавляют соответственно 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0; 0,5 см^3 воды. Получают растворы, содержащие 14, 15, 16, 17, 18 и 19 мг глюкозы. Растворы в колбах нагревают до кипения, кипятят точно 1 мин и сразу охлаждают струей водопроводной воды.

Чтобы определить максимум светопоглощения, для 2...3 растворов (по заданию преподавателя) находят оптическую плотность в кюветах с длиной слоя 1 см при длине волны от 360 до 520 нм через 40 нм. Контролем является дистиллированная вода. В каждой пробе измерение проводят 3 раза.

По средним значениям строят график в координатах: оптическая плотность – длина волны, нм. По графику определяют максимум светопоглощения (длина волны, при которой наблюдается максимальное значение оптической плотности). Затем при оптимальной длине волны проводят измерения в остальных стандартных растворах. По полученным данным строят градуировочный график в координатах: содержание глюкозы, мг/ 35 см^3 – оптическая плотность.

1.3.3. Ход определения содержания редуцирующих сахаров в пробе

В колбу вместимостью 50 см^3 помещают 25 см^3 раствора гексацианоферрата (III) калия, 8 см^3 прозрачного фильтрата и 2 см^3 воды, кипятят точно 1 мин, сразу охлаждают струей водопроводной воды.

Измеряют оптическую плотность окрашенного в желтый цвет раствора.

По градуировочному графику находят массу редуцирующих сахаров (мг) в анализируемой пробе в пересчете на глюкозу.

Содержание редуцирующих сахаров в пересчете на глюкозу (% мас.) рассчитывают по формуле

$$X_{p.г} = \frac{g V_1 \cdot 100}{V_2 m \cdot 1000},$$

где g – найденная по градуировочному графику масса глюкозы в водном растворе, мг;

V_1 – объем приготовленного водного раствора пробы, см^3 ;

V_2 – объем водного раствора, взятого для реакции с гексацианоферратом (III) калия, см^3 ;

m – масса а. с. пробы, взятой для анализа, г.

Контрольные вопросы по работе

Какие сахара называются редуцирующими и какой фотометрический реагент применяется для определения их содержания?

По уравнению какой реакции определяется содержание глюкозы?

От чего зависит выбор светофильтра при определении оптической плотности растворов редуцирующих сахаров?

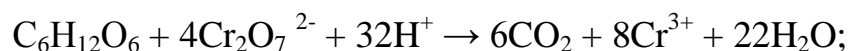
Каковы условия проведения реакции редуцирующих сахаров с гексацианоферратом (III) калия?

Как готовят контрольный раствор при определении содержания редуцирующих сахаров?

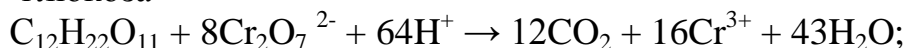
1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ

В группу растворимых углеводов входят моносахариды и низкомолекулярные олигосахариды (степень полимеризации 2...10).

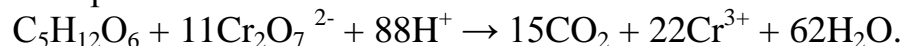
Методика основана на окислении углеводов дихроматом калия в сильноокислой среде:



глюкоза



сахароза



ксилит

Образующиеся соединения Cr^{3+} окрашены в сине-зеленый цвет, их количество пропорционально общему содержанию углеводов в анализируемой пробе.

1.4.1. Используемые реактивы:

а) раствор дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. В 300 см³ дистиллированной воды растворяют при нагревании 49 г соли. Отдельно к 300 см³ воды, медленно перемешивая, добавляют 300 см³ концентрированной серной кислоты (соблюдать осторожность!) и охлаждают. В мерную колбу вместимостью 1000 см³ сначала помещают раствор дихромата калия, затем – серную кислоту (строго соблюдать последовательность введения растворов!), доводят до метки, осторожно перемешивают;

б) стандартный раствор сахарозы. В дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 500 см³ растворяют $2 \pm 0,0002$ г сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, доводят до метки и перемешивают. В 1 см³ приготовленного раствора содержится 4 мг сахарозы.

1.4.2. Построение градуировочного графика

В 6 мерных колб вместимостью 100 см³ пипеткой вводят по 25 см³ раствора дихромата калия, последовательно добавляют 0, 2, 4, 6, 8 и 20 см³ стандартного раствора сахарозы. Объем доводят дистиллированной водой до 50 см³, для этого добавляют соответственно 25, 23, 21, 19, 17 и 15 см³ воды. Получают серию растворов, содержащих в 100 см³ соответственно 0, 8, 16, 24, 32 и 50 мг сахарозы.

Колбы нагревают на кипящей водяной бане 10 мин и охлаждают струей водопроводной воды, добавляют дистиллированную воду до метки и перемешивают. Оптическую плотность окрашенных в зеленый цвет растворов определяют на фотоэлектроколориметре.

Чтобы определить максимум светопоглощения, для 2...3 растворов (по заданию преподавателя) находят оптическую плотность в кюветах с длиной слоя 3 см при длине волны от 610 до 730 нм через 30 нм. Контролем является раствор, не содержащий сахарозы (№ 1). Для каждой пробы измерение проводят 3 раза. По полученным средним значениям строят график в координатах: оптическая плотность – длина волны, нм. По графику определяют максимум светопоглощения (длина волны, при которой наблюдается максимальное значение оптической плотности). Затем при оптимальной длине волны проводят измерения в остальных стандартных растворах (по 3 измерения в каждой точке). По полученным данным строят градуировочный график в координатах: содержание сахарозы, мг/100 см³ – оптическая плотность.

1.4.3. Ход определения общего содержания растворимых углеводов

В мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят 25 см³ раствора дихромата калия, 10 см³ прозрачного фильтрата и 15 см³ воды, нагревают 10 мин на кипящей водяной бане, охлаждают струей водопроводной воды, добавляют воду до метки и перемешивают. Далее определяют оптическую плотность окрашенного в зеленый цвет раствора. По градуировочному графику находят содержание растворимых углеводов в пересчете на сахарозу в мг/100 см³ раствора.

Содержание растворимых углеводов в продукте в % мас. определяют по формуле

$$X_{p.y} = \frac{g V_1 \cdot 100}{V_2 m \cdot 1000},$$

где g – найденное по градуировочному графику содержание растворимых углеводов в пересчете на сахарозу, мг/100 см³;

V_1 – объем раствора продукта после термической обработки, см³;

V_2 – объем фильтрата, взятого для реакции с дихроматом калия, см³;

m – масса а. с. навески анализируемого продукта, г.

Контрольные вопросы по работе

Какие органические соединения входят в группу растворимых углеводов?
Каковы условия проведения фотометрических реакций при определении общего количества растворимых углеводов?

Для чего добавляют раствор сульфата цинка в фотометрируемые растворы?

Работа № 2 АНАЛИЗ ПИВА

Работа проводится по методике, изложенной в указаниях¹.

По результатам исследования пива определяется его качество и соответствие требованиям ГОСТ Р 51174-98 «Пиво. Общие технические условия»².

Раздел II НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ, МЕДИЦИНСКОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Работа № 1 ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Цели работы:

– количественное определение аскорбиновой кислоты (витамина С) в различных видах растительного сырья (хвоя, листья, корни, фрукты, ягоды, овощи);

– изучение влияния микроволновой энергии на содержание витамина С в свежесобранной биомассе растений.

Реактивы и материалы:

- ступки фарфоровые (5 шт.);
- колбы конические вместимостью 50...100 см³;
- воронки стеклянные;
- бумажные фильтры средней пористости;

¹ Панова Т.М. Технология солода и пива: методические указания по выполнению лабораторного практикума для студентов очной и заочной форм обучения специальности 240406 «Технология химической переработки древесины» и направления 240100 «Химическая технология и биотехнология». Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 25 с. (12–22).

² Там же. См. табл. 3–5.

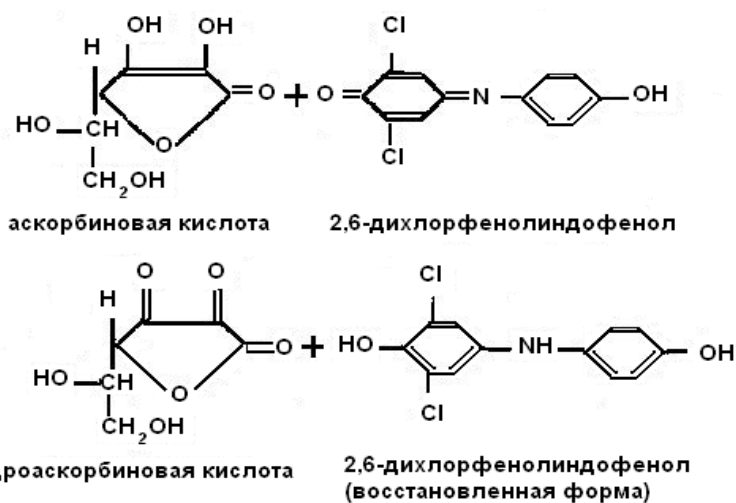
- мерные колбы вместимостью 100 см³ (5 шт.);
- пипетки вместимостью 20 см³;
- бюретки вместимостью 25 см³;
- водные растворы соляной или фосфорной кислоты – 5 % по объему;
- кислота аскорбиновая;
- свежеприготовленный реактив Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия).

1.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕАКТИВА ТИЛЬМАНСА

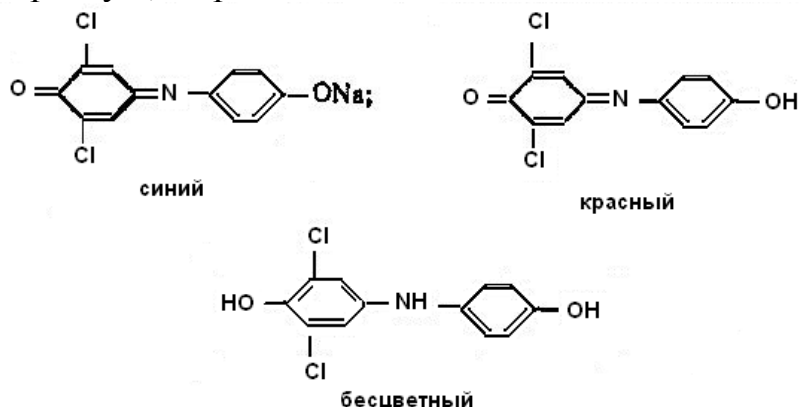
В воде в мерной колбе вместимостью 500 см³ растворяют 0,11 г препарата. Хранят в холодильнике в течение 7 суток.

1.2. МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол.



В щелочной среде 2,6-дихлорфенолиндофенол имеет синюю окраску, в кислой – красную, а при восстановлении обесцвечивается:



В ступке со стеклянным порошком (около 5 г) растирают 20 г целых или 10 г очищенных плодов, постепенно добавляя 300 см³ дистиллированной воды. Настаивают 10 минут, затем перемешивают, центрифугируют или фильтруют. В коническую колбу вместимостью 50...100 см³ вносят 1 см³ 2 %-го раствора соляной кислоты, затем 1 см³ полученного извлечения и 13 см³ воды. После этого содержимое колбы титруют из микробюретки 0,001 моль/дм³ раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30...60 с. Титрование должно проводиться не более 2 мин. Если обнаруживается интенсивная окраска центрифугата или фильтрата или высокое содержание аскорбиновой кислоты (расход раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия более 2 см³) при пробном титровании, содержимое перед титрованием разводят водой в 2 раза или более.

Объему в 1 см³ 0,001 моль/дм³ раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия соответствует 0,000088 г аскорбиновой кислоты.

Процентное содержание аскорбиновой кислоты X в пересчете на абсолютно сухое сырье вычисляют по формуле

$$X = \frac{VF \cdot 0,000088 V_1 \cdot 100 \cdot 100}{mV_2(100 - w)},$$

где V – объем 0,001 моль/дм³ раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованного на титрование, см³;

F – поправка на титр 0,001 моль/дм³ раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия;

V_1 – общий объем извлечения, см³;

m – масса навески сырья, г;

V_2 – объем извлечения, взятого на титрование, см³;

w – влажность сырья, %.

Работа № 2 КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И КАРОТИНОИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Цели работы:

- получение и очистка ацетоновых экстрактов зеленых частей растений (хвоя, листва);
- измерение оптической плотности экстракта на фотометре КФК-3-01;
- расчет содержания хлорофилла и каротиноидов;
- сравнение полученных результатов со справочными значениями.

Реактивы и материалы:

- фарфоровые ступки;
- 100 %-й ацетон;
- карбонат кальция или магния;
- колбы конические вместимостью 50...100 см³;
- воронки стеклянные;
- весы аналитические;
- мерные цилиндры вместимостью 100 см³ (5 шт.);
- фотометр КФК-3-01 или спектрофотометр СФ-26.

2.1. ХОД РАБОТЫ

В ступке со стеклянным порошком тщательно растирают 0,2...1,0 г свежего растительного материала и добавляют 5 см³ 100%-го ацетона. Для нейтрализации органических кислот вносят небольшое количество карбоната кальция или магния. После настаивания (2...3 мин) содержимое ступки переносят на стеклянный фильтр № 3 и фильтруют в вакууме. Материал на фильтре обрабатывают ацетоном до исчезновения окраски стекающего фильтрата. Объем ацетонового экстракта измеряют.

Для сухого материала экстракцию можно проводить этиловым эфиром.

2.2. СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЦЕТОНОВОГО ЭКСТРАКТА ПИГМЕНТОВ

Содержание хлорофилла а, b и каротиноидов определяют в полученном экстракте без их предварительного разделения. Для этого измеряют оптическую плотность экстракта при двух длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофилла а и b в красной области спектра и при длине волн абсорбционного максимума каротиноидов.

Оптическую плотность экстракта, его экстинцию E, измеряют на спектрофотометре или фотометре в кювете с толщиной слоя 1 см при следующих длинах волн: 440, 644, 662 нм. Для контроля используют чистый растворитель.

Концентрацию пигментов (C, мкг/см³) рассчитывают по уравнениям, составленным на основании экспериментально полученных удельных коэффициентов поглощения.

Для 100 %-го ацетона:

$$C_{\text{хл. а}} = 9,784E_{662} - 0,990E_{644};$$

$$C_{\text{хл. b}} = 21,426E_{644} - 4,650E_{662};$$

$$C_{\text{хл. а+хл. b}} = 5,134E_{662} + 20,436E_{644};$$

$$C_{\text{кар}} = 4,659E_{440,5} - 0,268C_{\text{хл. а+хл. b}}.$$

Для 80 %-го раствора ацетона:

$$C_{\text{хл. а}} = 11,63D_{665} - 2,39D_{649};$$

$$C_{\text{хл. б}} = 20,116D_{649} - 5,180D_{665};$$

$$C_{\text{хл. а+хл. б}} = 6,45D_{665} + 17,72D_{649}.$$

Для этилового эфира:

$$C_{\text{хл. а}} = 9,93E_{660} - 0,777E_{642,5};$$

$$C_{\text{хл. б}} = 17,6E_{642,5} - 2,81E_{660};$$

$$C_{\text{хл. а+хл. б}} = 7,12E_{660} + 16,8E_{642,5};$$

$$C_{\text{кар}} = (1000E_{440,5} - 0,52C_{\text{хл. а}} - 7,25C_{\text{хл. б}})/226.$$

Содержание каждого пигмента (после расчета концентрации пигментов в вытяжке) с учетом объема экстракта и навески определяют по формуле

$$F = \frac{cV}{1000P},$$

где F – содержание пигмента в растительном материале сухой или сырой массы, мг/г;

c – концентрация пигмента, мкг/см³ или мг/см³;

V – объем экстракта, см³;

P – навеска растительного материала, г.

Количество пигментов выражают в миллиграммах на единицу сырой или сухой массы, на единицу площади листа и в % от сухой (сырой) массы.

Обычно в нормальных зеленых листьях содержание хлорофилла колеблется от 0,5 до 3 мг на 1 г сырой массы при $a/b = 2,5 \dots 3,0$. Содержание каротиноидов равно 0,1...0,5 мг/г сырой массы.

Работа № 3

ГИДРОДИСТИЛЛЯЦИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ИЗ БИОМАССЫ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД (ХВОЯ, ПОЧКИ БЕРЕЗЫ, ПОЧКИ ТОПОЛЯ) НА АППАРАТЕ КВЕЛЕНДЖЕРА

Цели работы:

– стандартизация коммерческих эфирных масел по физико-химическим показателям;

– определение кислотного числа, числа омыления, расчет эфирного числа;

– расчет массовой доли борнеолацетата в пихтовом масле.

Данные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями³.

³ Щеголев А.А. Практикум по биохимии терпеноидов: методические указания. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 23 с.

Работа № 4
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ В НЕДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ
(ПЛОДЫ, ХВОЯ, ЛИСТЬЯ, ПОЧКИ, КОРА, СЕМЕНА)

Экстрактивными веществами растительного сырья условно называют комплекс органических и неорганических веществ, извлекаемых из растительного сырья соответствующим растворителем и определяемых количественно в виде сухого остатка.

Содержание экстрактивных веществ в растительном сырье – важный числовой показатель, определяющий его доброкачественность. Особое значение он имеет для тех видов сырья, у которых количественно не определяют действующие вещества.

Действующие и сопутствующие вещества переходят в извлечение в зависимости от химического состава растительного сырья и используемого растворителя.

Растворитель, который следует использовать для определения экстрактивных веществ, указан в соответствующей нормативно-технической документации на данный вид сырья. Чаще всего для этой цели применяют 40 или 70 %-й этиловый спирт или воду.

4.1. МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

В коническую колбу помещают 1 г сырья, измельченного и просеянного сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм, добавляют 50 см³ растворителя. Колбу закрывают пробкой, взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и оставляют на 1 ч. Затем колбу соединяют с обратным холодильником, нагревают до кипения и поддерживают слабое кипение жидкости в течение 2 ч. После охлаждения колбу с содержимым вновь закрывают той же пробкой, взвешивают и потерю в массе дополняют тем же растворителем. Содержимое тщательно взбалтывают и фильтруют через сухой бумажный фильтр в сухую колбу вместимостью 200 см³. Переносят 25 см³ фильтрата в фарфоровую чашку диаметром 7...9 см, предварительно высушенную при 100...105 °С до постоянной массы и взвешенную на аналитических весах. Выпаривают на водяной бане досуха, сушат при температуре 100...105 °С в течение 3 ч, затем охлаждают в эксикаторе и быстро взвешивают.

Процентное содержание экстрактивных веществ X в абсолютно сухом сырье вычисляют по формуле

$$X = \frac{m \cdot 200 \cdot 100}{25(100 - w)},$$

где m – масса сухого остатка, г;

w – влажность сырья, %.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Никитин, В.М. Химия терпенов и смоляных кислот [Текст]: моногр. / В.М. Никитин. М.: Наука, 1952. 348 с.

Щеголев, А.А. Исследование природных органических соединений методом газожидкостной хроматографии [Текст]: метод. указ. по учебно-исследовательскому практикуму / А.А. Щеголев, А.Б. Шаевич. Свердловск: УЛТИ, 1987. 36 с.

Щеголев, А.А. Криохимическая технология переработки биомассы растений с получением комплекса биоорганических соединений медицинского назначения [Текст] / А.А. Щеголев // Новые материалы для медицины. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. С. 151–163.