

## ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ БИЗНЕС - ПРОЕКТОВ.

Бендюкевич К.Г.

*Химического института К(П)ФУ им.А.М.Бутлерова, 2 курс*

*Научный руководитель: Бухарова А.В., г.Казань МАОУ «Гимназия №37», Учитель химии высшей кв. категории*

Главной проблемой при выборе темы проекта или исследований по химии, проводимых на базе обычной школьной лаборатории становится собственно «объект» исследований и возможности материально-технической базы. Тем интереснее рассматривать проблемы, лежащие на поверхности, и пытаться их разрешить. Например, покопаться в мусоре, буквально. Ведь проблема утилизации отходов, к сожалению, все еще актуальна.

В 2014 учебном году одна из учениц, Бендюкевич Ксения, рассказала о кратком видеосюжете, показывающем пример вторичной переработки отработанного кофе, которому нашли применение не только в качестве биотоплива, но и разработали технологию производства из него волокна для одежды.

Люди во всем мире делятся на тех, кто пьет чай, и тех, кто пьет кофе. Исторически сложилось, что около 94% населения России предпочитают первый напиток второму. Используемую заварку, как водится, потребители или выливают в канализацию, или выкидывают вместе с бытовым мусором. Это повышает и без того огромные объемы твердых бытовых отходов.

Что касается заварки, то ее вторичное использование ограничивается изготовлением красителя, между тем всем известно о множестве полезных микроэлементов в чае. В нашей работе мы предложили рассматривать использование «чайного мусора» как полезного сырья. Вот только для чего? Сначала это были попытки использовать чай как добавку при производстве бумаги. Не удачно, да и польза микроэлементов в данном случае никак не реализуется. А какие основные микроэлементы собственно там содержатся, и для чего они нужны. Ответом на первый вопрос стала исследовательская часть по рассмотрению содержания элементов К, Р, N – основных питательных элементов для растений. Ответ на второй вопрос – внесение спитого чая как удобрения и средства для мульчирования почв. Но это не креативно, а главное не несет в себе того самого рационального проектного зерна. Близкой к технологии производства бумаги, является производство торфяных горшочков для рассады. Вот это то, что надо!

Вашему вниманию предлагаются основные этапы данного проекта. Описание исследовательской части будет интересна и возможно сможет пригодиться при реализации других проектов.

### Оценка объема потребляемого чая как потенциального мусора

По данным агентства Росстат импорт чая в Россию ежегодно составляет 180 тыс. тонн, внутреннее производство наращивается и по итогам 2014 года составлял 176 тыс. тонн. Мы произвели расчеты, исходя из того, что весь этот чай выпивается и становится мусором.

Плотность сухого спрессованного чая составляет 0,84 г/см<sup>3</sup>, пакетированного чая 0,6 г/см<sup>3</sup>. Исходя из того, что продажи листового и пакетированного чая приблизительно равны, то объем листового чая составит  $V = 178 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ кг} / 840 \text{ кг/м}^3 = 0,2119 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , объем пакетированного чая составит  $V = 178 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ кг} / 600 \text{ кг/м}^3 = 0,2967 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ . Если представить этот спрессованный чайный мусор высотой 1м, то он займет площадь  $0,5086 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , или 0,5086 км<sup>2</sup>. Это 62 футбольных поля (110x75м<sup>2</sup>), 848 дачных участков (6 соток). Это данные по всей стране.

Многие могут нам возразить, что есть гораздо более «вредный» мусор, а чай сгниет и сам. Вряд ли это произойдет быстро, учитывая, что он смешан с другими отходами. Садоводы высыпают в почву использованную заварку. Однако они не могут точно объяснить за чем – для подпитки растений или для разрыхления (мульчирования) земли. Мы решили это уточнить. Выяснить, достаточно ли питательных веществ содержится в чае, сравнить данные с содержанием тех же веществ в торфяных горшочках.

### Торфяные горшочки

Хозяйственные супермаркеты предлагают в продажу так называемые торфяные горшочки. Ассортимент весьма велик, однако этикетки на них повторяются слово в слово. «Горшочки торфяные полье, выполнены из торфо-древесной массы; изготавливаются в соответствии с ТУ (технические условия) 0392-046-02997983-2002 (каждый производитель имеет свои внутренние ТУ

или регламент) из верхового сфагнового фрезерного торфа с добавками к нему древесной массы, мела. Горшочки обладают достаточной механической прочностью, как в сухом, так и в увлажненном состоянии; не содержат патогенной микрофлоры и семян сорняков; содержание токсичных химических веществ: тяжелых металлов, остатков пестицидов и бензпиренов – ниже предельно-допустимых концентраций, установленных для почвы, предназначенной для возделывания сельскохозяйственных культур». Однако потребители, опробовавшие эту продукцию, составили о ней собственное мнение, и указывают на ряд недостатков:

- семена всходят в них намного хуже
- земля в таких горшочках высыхает намного быстрее
- при частом поливе горшки плесневеют
- растения, которые все-таки вырастают, выглядят более хилыми, по сравнению с выращенными другим способом
- спрессованный торф, из которого сделан горшок, мешает поступлению воды из почвы и не пускает корни вглубь
- материал горшка не растворимый.

#### Экспериментальная часть

Основными питательными элементами для растений являются калий, азот и фосфор. В условиях школьной лаборатории возможно определить только азот и фосфор. Для проведения экспериментов нами были взяты образцы черного, зеленого листового чая, два вида черного пакетированного чая, торфяные горшочки 4-х производителей (1 – ООО «Волгоградская торфяная компания», 2 – Нидерланды, 3 – ООО «Экоторф» Нижегородская область, 4 – Газон-City, Можайский р-н Московская область). Все образцы были подвергнуты мокрому озолению.

#### Мокрое озоление растительной навески

Перед озолением мы размолотили чайники, предварительно подсушенные в термостате. Отсутствие в них гигроскопической влаги определяли визуально: хрупкие, легко разламывающиеся. Отбор производили методом квартования.

Принцип метода [2, с.28]: навеску вещества озолению подвергают концентрированной серной кислотой и перекисью водорода. В полученном растворе после озоления можно определить азот и фосфор.

Ход анализа: для сжигания навеску анализируемого вещества (около 0.2 г) перенесли в плоскодонную колбу емкостью 50 мл, прилили 1 мл перекиси водорода, затем через несколько минут, когда навеска намокла, добавили точно 2 мл серной кислоты (уд. вес 1.84) и перемешали круговыми дви-

жениями, стараясь, чтобы смесь возможно меньше попадала на стенки колбы. При этом началась бурная реакция, в результате которой навеска полностью растворилась, а содержимое колбы стало слабоокрашенным. Затем мы поставили колбу на заранее подогретую плитку и нагрели до побурения жидкости и выделения белых паров. После сняли ее с плитки, немного охладили и добавили 2 капли перекиси водорода (до обесцвечивания жидкости). Потом снова нагрели колбу на плитке (рис.1).

Но так как при выделении белых паров жидкость в колбе побурела, то мы еще раз добавили перекиси водорода и поставили нагревать на плитке. На этот раз при выделении белых паров жидкость не потемнела, что говорило об успешном завершении процесса озоления. После сжигания мы охладили колбу и разбавили ее содержимое дистиллированной водой до 50 мл.

#### Фотоколориметрическое определение

Концентрацию окрашенных веществ очень удобно определять фотоколориметрическим методом — по интенсивности поглощения света. Интенсивность поглощения света характеризуется оптической плотностью — десятичным логарифмом отношения интенсивности падающего светового потока к интенсивности потока, прошедшего через этот слой. При неизменной толщине слоя окрашенного вещества и при определенной длине волны света оптическая плотность прямо пропорциональна концентрации вещества (закон Бера). Следовательно, зная величину оптической плотности, можно определить концентрацию вещества в растворе [3, стр.35], [4, стр.12].

Сделать это можно используя метод градуировочного графика. Для этого готовят серию растворов окрашенного вещества разной концентрации и строят график зависимости оптической плотности от концентрации раствора (градуировочный график). Измеряют оптическую плотность анализируемой пробы и, используя градуировочный график, определяют концентрацию вещества в пробе. Для фотоколориметрического метода подбирают такую длину волны, чтобы поглощение было максимальным [5, стр.32].

#### Определение азота [2, стр.31]

При взаимодействии солей аммония с реактивом Несслера образуется комплексная соль желтого цвета. Интенсивность окраски раствора пропорциональна концентрации аммония и может быть измерена колориметрически. Реактив Несслера – щелочной раствор йодистой ртутнокалиевой

соли – образует с аммонийными солями в сильнощелочной среде йодистый меркураммоний.



Ход анализа.

2 мл раствора, получившегося озолением, перенесли в мерную колбу емкостью 50 мл. Для нейтрализации избытка серной кислоты в эту колбу добавили 2 мл 2,5%-ного NaOH. Налили в колбу дистиллированной воды до 45 мл, взболтали, добавили 2 мл реактива Несслера, долили водой до метки, перемешивали и колориметрировали.

Если раствор получался мутным, вследствие присутствия ионов кальция и магния, то перед добавлением реактива Несслера прилили 2 мл 50%-ного раствора сегнетовой соли.

Одновременно готовили образцовые растворы для построения калибровочной кривой. Образцовый раствор хлористого аммония, содержащий 5 мг  $NH_4^+$  в 1 л (0,0039 мг азота в 1 мл), готовили путем растворения химически чистой соли массой 0,37г в дистиллированной воде с доведением до метки 500 мл, 10 мл этого раствора разводили водой до 500 мл. Этот образцовый раствор содержит 0,005 мг  $NH_4^+$ . Для колориметрирования прилили в мерные пробирки емкостью 10 мл: 3,4,5,6,7,8,9,10 мл образцового раствора и довели до метки дистиллированной водой. Дальнейшая подготовка к колориметрированию такая же, как и у испытуемых.

После приготовления серию растворов окрашенного вещества разной концентрации (рис.2) произвели калибровку прибора и зафиксировали длину волны, на которой будут производиться измерения – 396,9 нм (рис.3).

Построили график зависимости оптической плотности от концентрации раствора - градуировочный график (рис.4).

Измеряли оптическую плотность анализируемой пробы и, используя градуировочный график, определили концентрацию вещества в пробе. Измерения проводились с помощью спектрофотокориметра SpectroVisPlus (Vernier) (рис.5).

Построение градуировочного графика и анализ данных осуществлялся с использованием программного приложения Loger Pro 3.8.6 [7].

Содержание аммонийного азота вычисляли по формуле:

$$N = (a * C * A * 100) / (H * b * 1000), \text{ где}$$

N – содержание аммонийного азота, %

a – количество раствора полученного озолением, мл (50 или 100 мл)

C – концентрация азота по калибровочному графику, мг/л

b – количество раствора, взятого в колбу для колориметрирования, мл (2 мл)

A – количество раствора, в котором производили колориметрирование

H – навеска вещества, взятая для озолениения, г (0,2г)

100 – для выражения в процентах

1000 – для пересчета граммов в миллиграммы

### Определение фосфора

Метод основан на частичном восстановлении  $Mo^{6+}$  фосфорномолибденовой гетерополикислоты до низших степеней валентности, в результате чего образуется «молибденовая синь», интенсивность окраски которой пропорциональна содержанию фосфорной кислоты в растворе. Восстановление молибдена может быть произведено различными восстановителями: хлоридом олова (+2), аскорбиновой кислотой.

Синяя окраска раствора пропорциональна содержанию фосфатов лишь в узких пределах кислотности и при определенном соотношении молибденовокислого аммония и восстановителя (в нашем случае хлористого олова).

Окрашивание раствора проводят в сернокислой среде как более индифферентной по отношению к молибденовой сини по сравнению с растворами других кислот [6, стр.152],[1, стр.227].

Мы приготовили серию эталонных растворов окрашенного вещества разной концентрации. Взяли 10 мерных пробирок емкостью 10 мл и в каждую из них прилили бюреткой нижеследующие количества рабочего (т. е. разбавленного) раствора  $KH_2PO_4$  (рис.6).

Произвели калибровку прибора и зафиксировали длину волны, на которой будут производиться измерения – 830,1 нм (рис.7). Построили график зависимости оптической плотности от концентрации раствора - градуировочный график (рис.8).

Измеряли оптическую плотность анализируемой пробы и, используя градуировочный график, определили концентрацию вещества в пробе.

Выполнение определения [1, стр.228]: с помощью пипетки мы взяли 10 мл раствора и поместили в химический стаканчик емкостью 100 мл. Затем добавили 1 мл 2,5%-ного раствора молибденовокислого аммония в серной кислоте и перемешали раствор круговыми движениями, после чего внесли 2 капли свежеприготовленного раствора хлористого олова, долили дистиллированной водой до метки, закрыли сухими чисты-

ми пробками и снова перемешали раствор 3 – 4-кратным перевертыванием колбы. Вследствие того, что испытуемые растворы содержат разное количество фосфатов, интенсивность окраски была различной, и нам приходилось дорабатывать растворы.

Сравнения окрасок испытуемых и эталонных растворов произвели через 5 – 10 мин после прибавления олова.

### Определение калия

Определение калия было проведено на базе Казанского Федерального университета Химического института им. Бутлерова. Определение осуществлялось методом ионообменной хроматографии на хроматографе DIONEX ICS-5000 с кондуктометрическим детектором. Температура 28С, элюент 30 мМ КОН, скорость потока 0.1 мл/мин, продолжительность анализа 30 мин, время удерживания ионов калия 16.3 мин.

Концентрацию рассчитывали методом сравнения по стандартному образцу. В кювету заливали 4 мл образца и устанавливали в автодозатор. Объем вводимой пробы 100 мкл. Концентрация стандартного образца - 5 мг/л. Расчет проводили по высоте пика на хроматограмме. Высота пика стандартного образца в данных условиях эксперимента составила 3.5 мкСм. Пробы с концентрацией 250, 64, 459 мг/л были разбавлены перед проведением хроматографирования - в 20, 5 и 100 раз соответственно. Допустим, возьмем пробу «Торфяной горшочек 4». Для нее был получен пик высотой 3.85 мкм. Концентрация пробы равна:

$$Спробы = (Сст \times h_{пр}) / h_{ст} = 5 \times 3.85 / 3.5 = 5.5 \text{ мг/л}$$

Сст - концентрация стандарта  
 hпр - высота пика пробы  
 hст - высота пика стандарта

### Изготовление горшочков для рассады из спитого чая

В ходе работы нами были просмотрены различные, выложенные в открытом доступе ТУ по изготовлению торфяных горшочков, нашли даже патент, на изготовление горшочков из отходов табачного производства [8]. Производство горшочков включает в себя ряд базовых процедур: смешение компонентов (торфа, древесных опилок, песка, мела) с водой, многократное диспергирование, снижение влажности массы (отжим), формование под вакуумом, сушка. Интересен тот факт, что содержание торфа варьируется от 60 до 70%, остальное составляет либо макулатура, либо древесные опилки. Изготовление горшочков для рассады в домашних условиях мы свели к следующим процедурам:

- Просушка использованной заварки
- Составление смеси из заварки и макулатуры в соотношении 2:1 по массе (определено экспериментально)
- Замачивание смеси и вываривание в течение 1 часа
- Измельчение мокрой массы с помощью блендера
- Отжим массы
- Формование горшочков с использованием пластиковых перфорированных форм
- Просушка.

Изготовленные таким образом горшочки прочные, плотные, впитывают влагу, но не размокают сразу (рис. 9). Однако по сравнению с торфяными горшочками время их распада в почве будет меньше. При погружении образцов в воду распад горшочков из чая произошел через 3 недели, торфяных – через 7 недель.

Промышленное изготовление включает добавление мела, для снижения кислотности почвы до достижения значения pH = 6,5. Мы решили сверить значения pH в растворах замоченных торфяных горшочков и самодельных. Для измерения кислотности в нашей работе мы пользовались датчик pH «Vernier Software & Technology» (рис.10).

Результаты показывают, что расхождения в показаниях незначительные, а использование чая не требует добавления в формовочную смесь мела.

### Вывод

Результаты нашей работы показали, что вторичное использование чайной заварки в качестве материала для изготовления горшочков для рассады, может стать перспективным. Чайные горшочки имеют ряд преимуществ:

Быстрая разлагаемость горшочков способствует беспрепятственному развитию корневой системы при пересадке в грунт, а также разрыхлению почвы.

Добавление чая значительно привнесет в почву питательные вещества – азот, фосфор и калий. Учитывая результаты измерений, и содержание чая в чайных горшочках - 66,67% от общей массы, мы получили в среднем незначительное расхождение по содержанию азота и фосфора, превышение содержания калия, что подчеркивает ценность чайного сырья.

Многие жители мегаполисов знакомы уже с цветными контейнерами для сбора стекла, бумаги, пищевых отходов. Возможно, во дворах появятся и коричневые контейнеры для сбора заварки. И отходы станут доходами.

В надежде, что нашей идеей заинтересуются, мы поделились с результатами

работы, как с чиновниками, так и с представителями науки и бизнеса на конкурсе «УМНИК» (Участник молодежного научно-инновационного конкурса), проводимого при поддержке Фонда содействию развития малых форм предприятий в научно-технической сфере. Став одним из победителей конкурса, Ксения получила вместе с дипломом сертификат на право бесплатной консультации и оформление заявки на патент. Но, к сожалению, на момент проведения конкурса участнице не было 18 лет, поэтому

обещанного гранта на развитие идеи и проекта она не получила, и дело застопорилось.

На сегодняшний день идея этого проекта реализуется на базе нашей гимназии. В школе организован сбор отработанной сухой заварки, учащиеся – добровольцы в условиях школьной лаборатории вручную изготавливают горшочки, которые используются для проращивания рассады для пришкольного цветника. Станет ли это бизнес-проектом? Возможно, если за это возьмётся не учитель-химик, а специалист.