

Разделение и распознавание органических веществ в растительных и пищевых объектах

К. т. н. Л.И. Маркитанова

Качество пищевых продуктов — это совокупность свойств, отражающих способность продукта обеспечивать органолептические характеристики, потребность организма в пищевых веществах, безопасность для здоровья, надежность при изготовлении и хранении. Качество пищевых продуктов имеет определяющее значение в жизни человека, так как влияет на здоровье, работоспособность, физиологическое состояние, обменные и другие процессы, протекающие в организме /1/.

В процессе технологической обработки пищевых продуктов существенным изменениям подвергаются белки, жиры, углеводы, фенольные соединения и минеральные вещества. Они подвергаются процессам гидролиза и гидратации, деструкции, окисления, полимеризации и т.д. В пищевой промышленности применяются пищевые добавки и стабилизаторы природного происхождения и получаемые искусственным путем для увеличения срока хранения пищевых продуктов. Например, устойчивость мяса после копчения обусловлена присутствием веществ фенольного характера и полициклических углеводородов. Так, при поджаривании мяса на древесном угле содержание бензопиренов составляет около 50 мкг/кг, а после поджаривания инфракрасным облучением 0,2 – 8 мкг/кг. В процессе изготовления вин образуются токсичные амиловые спирты, которые при попадании в организм человека удаляются из крови в результате метаболизма только через 15 – 30 ч /2/.

Появление в окружающей среде экотоксикантов, таких как полиароматические углеводороды, пестициды и диоксины также отражается на качестве пищевого сельскохозяйственного сырья и получаемой из него продукции. Именно с пищей попадают в организм основные количества диоксинов. Расчет допустимой суточной дозы по показателю онкотоксичности ведется так, чтобы за 70 лет жизни в организм поступило не больше $2 \cdot 10^{-2}$ мг диоксинов или 10^{-8} мг/кг в день. В США, Германии, Италии норматив по содержанию диоксинов принят $(1-5) \cdot 10^{-14}$ мг/м³ для воды и $(2-4) \cdot 10^{-11}$ мг/м³ для воздуха населенных мест. В России эти показатели составляют: для воды $2 \cdot 10^{-11}$ мг/м³, для воздуха $(1-4) \cdot 10^{-9}$ мг/м³. По нормам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) содержание всех ароматических веществ (это главным образом бензол) допускается не более $2 \cdot 10^{-7}$ мг/м³, в том числе бенз(а)пирена $(0,3-2) \cdot 10^{-9}$ мг/м³ /3/. Поэтому анализы по определению экотоксикантов проводят методами хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения. Стоимость одного анализа составляет многие тысячи рублей. Такие анализы выполняют специализированные лаборатории /4/.

При подготовке специалистов инженеров-экологов возникает задача организации лабораторных исследований органических веществ в растительных и пищевых объектах методами, доступными для существующей системы высшего образования. В лабораторном практикуме по дисциплине «Химия окружающей среды» в рамках темы «Разделение и распознавание органических веществ в растительных и пищевых объектах» предложены следующие работы.

Распознавание крахмала в листьях растений, муке и маргарине.

Крахмал относится к группе углеводов и дает синее окрашивание с раствором иода. Разбавленный раствор иода наливают в три пробирки. В одну из них вносят лист растения (можно предварительно экстрагировать хлорофилл из листа ацетоном или спиртом), в другую- 1-3 капли 1%-ного раствора крахмала, в третью наливают 0,1 – 1 мл водного слоя, который образуется внизу, под слоем жира, при расплавлении маргарине в фарфоровом тигле на водяной бане или малом огне газовой горелки. Во всех трех пробирках наблюдается синее окрашивание.

Распознавание холестерина по методу Сальковского.

Холестерин относится к группе полициклических спиртов – стероидов. Из яичного желтка экстрагируют холестерин диэтиловым эфиром или хлороформом. Под слой экстракта (1-2 мл вытяжки) вводят равный объем разбавленной (10%-ной) серной кислоты. Слой кислоты флуоресцирует зеленым цветом, а экстракт приобретает окраску от желтой до интенсивно красной.

Распознавание фенолов.

Фенольные соединения находятся в растениях, плодах и овощах. Например, в клубнях картофеля содержится тирозин (α -оксифенилаланин). При производстве крахмала тирозин, находящийся в клеточном соке, окисляется до диоксифенилаланина, который затем превращается в хинон, образующий красные гетероциклические соединения. От натертого картофеля центрифугированием или фильтрованием под вакуумом быстро отделяют клеточный сок и разливают в три пробирки по 1 мл. В первую пробирку добавляют 1 мл 1%-ного раствора сульфита натрия или пропускают диоксид серы в качестве антиоксиданта, во вторую- 1 каплю 5%-ного раствора хлорида железа (III). Для сравнения готовят 5%-е растворы фенола, м- и п-крезола, по 1 мл каждого из растворов помещают в пробирки и добавляют по 1 капле 5%-ного раствора хлорида железа (III). Хлорид железа (III) образует комплексные соединения с фенолами. Наблюдают интенсивное окрашивание: для фенола – фиолетовое, для м-крезола – красно-фиолетовое, для п-крезола – темно-синее, для клеточного сока в зависимости

от времени наблюдения за процессом окисления сока кислородом воздуха – розово-темно-фиолетово-красно-коричневое.

Распознавание белков.

Яичный белок или сыворотку крови (коровьей или свиной) разлить в пять пробирок по 1-2 мл. Первую пробирку нагреть до кипения, во вторую добавить равный объем спирта, в третью поместить несколько кристаллов соли тяжелого металла, например, нитрата свинца. Наблюдается образование осадка – коагуляция или свертывание белка. В четвертую пробирку добавляют несколько капель концентрированной азотной кислоты. Наблюдается, особенно при нагревании, желтая окраска, так как протекает ксантопротеиновая реакция образования нитросоединений из аминокислот белка, таких как тирозин и триптофан. В пятой пробирке проводят биуретовую реакцию: добавляют разбавленный раствор гидроксида калия или натрия, затем несколько капель раствора сульфата меди. Появляется вначале красноватая окраска, которая переходит в красно-фиолетовую и далее в сине-фиолетовую.

Распознавание гемина.

В отличие от хлорофилла, содержащего магний, в гемине содержится железо. Бензидиновая проба позволяет обнаружить незначительное количество крови. В 10 мл концентрированной уксусной кислоты растворяют 0,5 г бензидина и разбавляют раствор водой до 100 мл. К 1 мл полученного раствора приливают 3 мл 3%-ного раствора пероксида водорода и тотчас смешивают с очень разбавленной водной вытяжкой крови. Наблюдают зеленое окрашивание, быстро переходящее в синее.

Получение и распознавание фурфурола.

Поместить в пробирку 2 – 3 г отрубей или древесных опилок, прилить разбавленную (1:1) соляную кислоту или 10 – 15%-ную серную кислоту так, чтобы были смочены все отруби. Пробирку закрыть пробкой со вставленной стеклянной трубкой, нагреть на водяной бане и отогнать в другую пробирку 2 – 3 мл раствора, содержащего фурфурол. Отгон имеет характерный запах фурфурола. Отгон разлить в три пробирки по 0,7-1 мл и в каждую добавить немного соляной кислоты. Затем в первую пробирку добавим 1 – 2 капли анилина – возникнет ярко красная окраска. Во вторую пробирку добавим несколько крупинок флороглюцина и нагреем. При кипячении появится вишнево-красная окраска. В третью пробирку добавим каплю фенилгидразина, растворенного в уксусной кислоте. Выпадет осадок.

Разделение и распознавание красителей из растений.

Растереть несколько листьев, например крапивы, и экстрагировать красящие вещества 2 – 5 мл ацетона. Вырезать из фильтровальной бумаги полоску шириной 1 см, зауженную книзу. Карандашом нанести линию старта

на расстоянии около 2 см от нижнего края и капиллярной пипеткой по центру на линии старта нанести несколько капель вытяжки. пока не образуется зеленое пятно. Каждую следующую каплю наносить после того, как высохнет предыдущая. Затем повесить бумагу в пробирке так, чтобы узкий конец бумаги был погружен на 1 см в растворитель, налитый на дно пробирки. В качестве растворителя можно использовать петролейный эфир, толуол или бензин. С фронтом растворителя поднимается желтый или оранжевый каротин; за ним сине- зеленое пятно хлорофилла а; желтое пятно ксантофилла и медленнее всех желто –зеленое пятно хлорофилла в. Разделение красителей, содержащихся в вытяжке из листьев краснокочанной капусты, методом бумажной хроматографии покажет наличие красителей группы хлорофилла и антоцианинов.

Разделение и распознавание хлорорганических пестицидов.

Приготовить стандартные растворы смеси пестицидов (4,4¹-ДДТ, 4,4¹-ДДЭ, 4,4¹-ДДД, α и γ – изомеры ГХЦГ) в органическом растворителе (бензол и н-гексан). Из 5 - 10 мл молока или молочных продуктов (творога, сыра, сметаны и др.) экстрагировать н-гексаном пестициды. В очищенный экстракт добавить бензол и нанести раствор на пластинку для тонкослойной хроматографии, рядом нанести пятна стандартных растворов пестицидов. Пластинку поместить в камеру для хроматографирования (толстостенный химический стакан). На дно камеры налит подвижный растворитель (н-гексан). Закрывать камеру. После того, как фронт растворителя поднимется на 10 см, пластинку вынуть и оставить на 2 – 3 минуты для испарения растворителя. Затем пластинку опрыскать из пульверизатора проявляющим реактивом (раствор нитрата серебра с водным раствором аммиака и ацетоном) и облучить в течении 10 – 15 минут УФ- светом, держа на расстоянии около 20 см от ртутно-кварцевой лампы. При наличие в экстракте молока хлорорганических пестицидов на пластинке появляются пятна серо-черного цвета. Сравнивая площадь или диаметр пятна исследуемого экстракта с площадью или диаметром пятен стандартного раствора пестицидов можно определить содержание пестицидов в молоке или молочных продуктов. Метод может быть использован для количества пестицидов до 10 мкг в пробе.

Список литературы

1. Колодязная В.С. Пищевая химия: Учебное пособие.- СПб.: СПбГАХПТ, 1999.- 140 с.
2. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с., ил.
3. Пурмаль А.П. Антропогенная токсикация планеты // Соросовский образовательный журнал. 1998, № 9, с.39 – 51.
4. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных: Пер. с нем. – Л.: Химия, 1987. – 392 с., ил.
5. Шепелев А. Ф., Кожухова О. И. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов: Учебное пособие. – Ростов н/Д: изд. центр «МарТ», 2001. – 128 с.