

УДК 543-4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛ АНТОЦИАНОВОГО РЯДА, СОДЕРЖАЩИХСЯ В КРАСНОЙ СВЕКЛЕ В КАЧЕСТВЕ КИСЛОТНО- ОСНОВНОГО ИНДИКАТОРА

Олег Дмитриевич Гусельников, Елена Юрьевна Ермишина

Кафедра общей химии

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения РФ

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. В наши дни производителям различных бытовых и пищевых жидкостей необходимо контролировать их кислотность, чтобы их продукция выполняла свое назначение. Для этого используются кислотно-основные индикаторы. Актуальность исследования заключается в поиске более дешевой замены универсальному индикатору по Богену. **Цель исследования** – доказать возможность использования молекул антоцианового ряда в качестве кислотно-основных индикаторов. **Материал и методы.** Был проведен качественный анализ на содержание антоцианов в красной кормовой свекле, теоретический эксперимент, подтверждающий у них наличие свойств кислотно-основных индикаторов и практический эксперимент, подтверждающий теорию. **Результаты.** Антоцианы красной свеклы могут использоваться, как кислотно-основный индикатор. Является сложностью точное определение pH из-за большого содержания молекул пигмента в растворе и перекрытия цветов, однако посредством уменьшения, или увеличения концентрации можно определить pH более точно. **Выводы.** Необходимо популяризовать знания о кислотно-основных индикаторах. С точки зрения соотношения цена-качество, свекольный сок гораздо доступнее, нежели универсальный индикатор.

Ключевые слова: красная свекла, кислотно-основный индикатор.

USING ANTOCYANIAN MOLECULES CONTAINED IN RED BEET AS AN ACID-BASE INDICATOR

Oleg D. Guselnikov, Elena Yu. Ermishina

Department of Common Chemistry

Ural state medical university

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. These days, manufacturers of various household and food liquids need to control their acidity in order for their products to fulfill their intended purpose. For this, acid-base indicators are used. The relevance of the study lies in the search for a cheaper replacement for the universal indicator according to Bogen. **The purpose of the study is** to prove the possibility of using anthocyanin molecules as acid-base indicators. **Material and methods.** A qualitative analysis was carried out for the content of anthocyanins in red fodder beet, a theoretical experiment confirming the presence of properties of acid-base indicators and a practical experiment confirming the theory. **Results.** Red beet anthocyanins can be used as an acid-base indicator. It is difficult to accurately determine the pH due to the high content of pigment molecules

in the solution and the overlap of colors, however, by decreasing or increasing the concentration, one can determine the pH more accurately. **Conclusions.** It is necessary to popularize knowledge about acid-base indicators. In terms of price-quality ratio, beetroot juice is much more affordable than a universal indicator.

Keywords: red beet, acid-base indicator.

ВВЕДЕНИЕ

В жизни человечества многое зависит от кислотно-основного баланса, практически каждая биологическая жидкость имеет свой показатель кислотности (pH). В наши дни производителям различных бытовых и пищевых жидкостей необходимо контролировать данный параметр, чтобы их продукция выполняла свое назначение. Для этого используются кислотно-основные индикаторы различного интервала перехода, однако существуют и универсальные индикаторы, работающие в полном диапазоне pH. Например, известен универсальный индикатор (по Богену) следующего состава: фенолфталеин (0,2 г), метиловый красный (0,4 г), диметиламинобензол (0,6 г), бромтимоловый синий (0,8 г), тимоловый синий (1,0 г), спирт этиловый (1 л), гидроксид натрия (до появления желтой окраски) [1]. Производство и приготовление такого индикатора требует множества финансовых и производственных затрат, которые окупаются высокой ценой закупки в промышленных масштабах.

Актуальность исследования заключается в поиске замены данному индикатору для использования его в быту, анализе средств бытовой и косметической химии, кроме того, для изучения плодородия почв, анализа и решения экологических вопросов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В рамках работы проведен анализ литературы, касающейся качественного состава сока свеклы *Beta vulgaris*, в том числе ее подвида – кормовой свеклы *Beta vulgaris subsp. vulgaris var. crassa*. Для анализа использовалась информация о соке растений, имеющих ярко выраженную красную окраску, что обуславливает большую концентрацию молекул антоцианового ряда в подобных корнеплодах [2]. После чего был проведен теоретический анализ конкретной группы молекул (беталаинов) на наличие у них кислотно-основных свойств, подтвержденный экспериментально в бытовых условиях.

Исследование проводилось на базе МАОУ гимназии № 35 города Екатеринбурга, а результаты исследования анализировались визуально для подтверждения доступности использования нашего индикатора.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Чтобы доказать наличие свойств кислотно-основных индикаторов у беталаинов, было изучено их строение. На основе строения и литературных данных, описывающих химические свойства подобных соединений [4], мы вывели механизмы реакций данных соединений с кислотами и основаниями. После этого мы провели практический эксперимент с целью подтверждения наличия свойств кислотно-основных индикаторов у беталаинов. Свежевыжатый концентрированный сок красных плодов *Beta vulgaris subsp. vulgaris var. crassa* при добавлении к нему различных соединений проявил свойства кислотно-

основных индикаторов без каких-либо дополнительных манипуляций по экстракции беталаинов из него. Данная жидкость может использоваться в качестве состава для кислотно-основного индикатора, работающего в полном диапазоне рН (от 0 до 14 при стандартных условиях). В кислой среде (рН=0-4) свекольный сок приобретает темно-красный цвет, в слабокислой среде (рН=5-6) раствор приобретает ярко-красный цвет, в нейтральной (рН=7) – светло-красный, в слабощелочной (рН=8-9) – фиолетовый цвет, а в щелочной (рН=10-14) – желтый. Является сложностью точное определение рН из-за большого содержания молекул пигмента в растворе и перекрытия цветов, однако посредством уменьшения, или увеличения концентрации можно определить рН более точно.

ОБСУЖДЕНИЕ

В полученном концентрате свекольного сока содержалось большое количество веществ, качественный анализ не проводился, так как качественный состав свекольного сока, в том числе и содержание различных пигментов, было описано. Нас интересовал конкретный класс молекул антоцианового ряда – беталаины. Чтобы доказать наличие у этих молекул кислотно-основных свойств, необходимо было доказать возможность химических реакций с кислотами и основаниями, а для того, чтобы доказать наличие у этих молекул свойств кислотно-основных индикаторов, требовалось найти качественный признак у данных реакций [3].

Одно вещество из семейства беталаинов, которое является основной пигментной составляющей свекольного сока, представлено на Рис. 1:

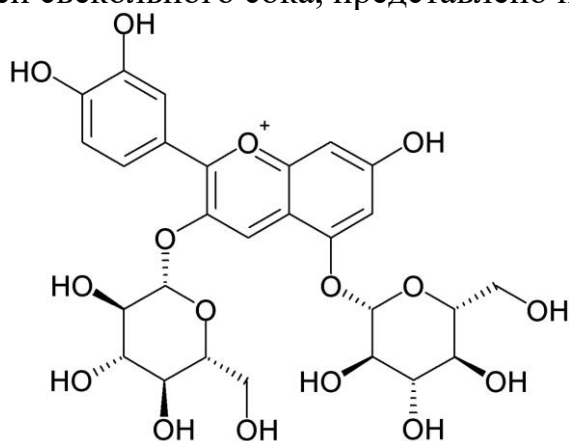


Рис. 1 Цианидин-3,5-О-диглюкозид

В структурной формуле данной молекулы мы выделили три части: основную, отвечающую за цвет данного соединения (цианидин), и две факультативных (остатки глюкозы). Мы не изучали подробности влияния остатков глюкозы на систему бензольных колец, обращая внимание только на цианидиновую часть молекулы, так как, помимо данного соединения, в свекольном соке содержатся другие его производные, которые также придают этой жидкости различные оттенки красного цвета.

На рисунках 2 и 3 представлены реакции цианидиновой основы с кислотой и основанием соответственно, реакции написаны при помощи справочной литературы [4]. В качестве кислоты была взята трихлоруксусная

кислота, обладающая высокой силой и кислой реакцией среды, в качестве основания был взят гуанидин, органическое основание:

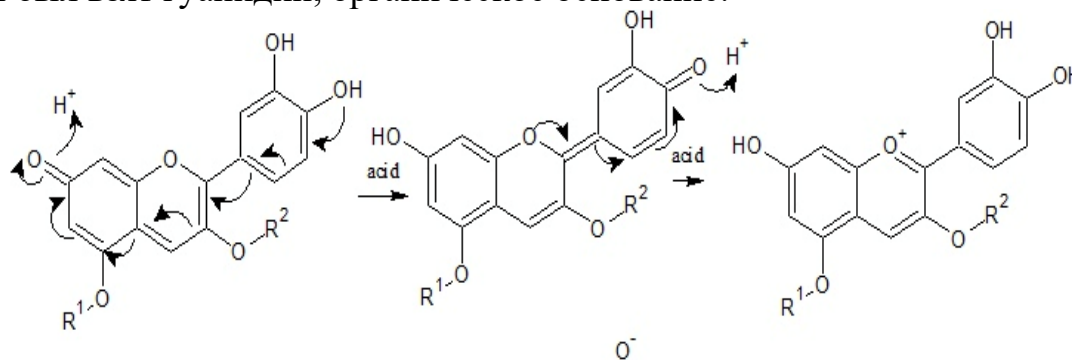


Рис. 2 Реакция цианидина с кислотой (трихлоруксусная)

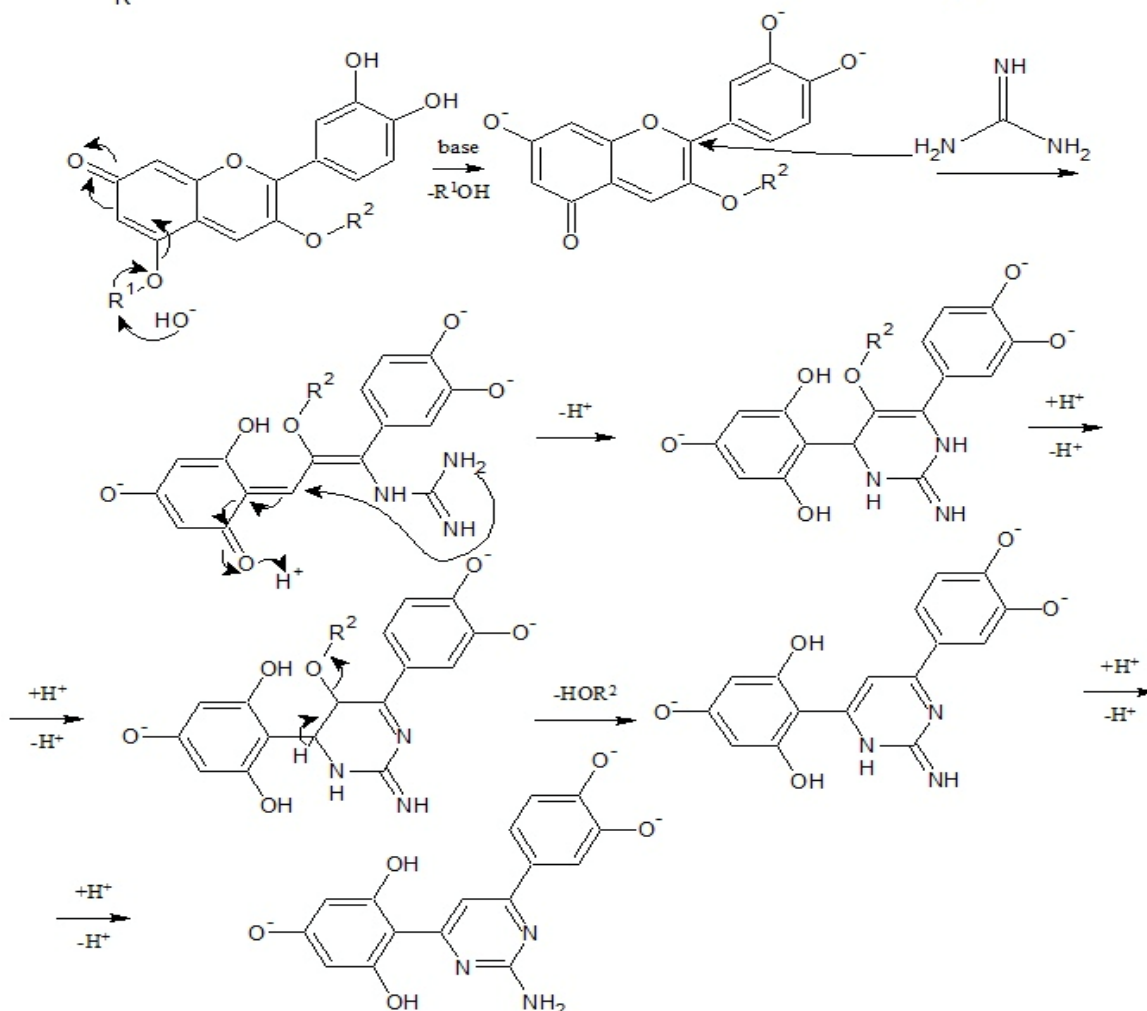


Рис. 3 Реакция цианидина с основанием (гуанидин)

Итоговые молекулы:

1. Реакция с кислотой: 2-(3,4-дигидроксифенил)-3,5-О-диглюкозид-7-гидроксибензопириллий (темно-фиолетовый цвет)

2. Реакция с основанием: 2-амино-4-(3,4-дигидроксифенил)-6-(2,4,6-тригидроксифенил)-пиримидин (желтый цвет)

Проведя теоретический эксперимент, получив понимание, что данная молекула имеет свойства кислотно-основного индикатора, был проведен практический эксперимент с целью сравнить возможность замены

универсального индикатора свекольным соком. При добавлении соляной кислоты (HCl) цвет универсального индикатора - ярко-малиновый, цвет свекольного сока - темно-красный. При добавлении гидроксида натрия (NaOH) цвет универсального индикатора - ярко-синий, цвет свекольного сока - желтый. При добавлении нитрата серебра (AgNO₃) цвет универсального индикатора - розовый, цвет свекольного сока – ярко-красный. При добавлении хлорида кальция (CaCl₂) цвет универсального индикатора - желтый, цвет свекольного сока – бледно-красный. При добавлении карбоната натрия (Na₂CO₃) цвет универсального индикатора - ярко-синий, цвет свекольного сока - фиолетовый. Таким образом, мы подтвердили наличие свойств кислотно-основных индикаторов у свекольного сока.

ВЫВОДЫ

1. Молекулы антоцианового ряда, содержащие в своей основе цианидин, могут быть использованы в качестве кислотно-основных индикаторов.

2. При получении данного индикатора не требуется никаких дополнительных процедур для его получения, кроме как экстракция сока из красного плода кормовой свеклы *Beta vulgaris subsp. vulgaris var. crassa*.

3. Данный индикатор более доступен, чем универсальный индикатор по Богену, как с финансовой точки зрения, так и с производственной. Пусть он и дает менее точный результат с точки зрения цветового различия, но данный результат можно интерпретировать разными методами, в том числе, инструментальными (титриметрически), получая более и более точный результат.

4. С точки зрения соотношения цена-качество, свекольный сок гораздо доступнее, нежели универсальный индикатор.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 2014143892 Российская Федерация, МПК G01N 33/48(2006.01). Способ и реагент-индикатор для рН-метрии вагинальной жидкости : № 2014143892/15 : заявл. 30. 10. 2014 : опубл. : 27. 05.2016 / Юрьев.С.Ю., Дорошенко А. С., Сазонов А. Э.

2. Природные кислотно-основные индикаторы на основе антоцианов / Каримов О.Х., Муравьева Е.А., Мифтахова Г.М., [и др.] // INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED STUDIES IN MEDICINE AND BIOMEDICAL SCIENCES. – 2019. - № 2. – С. 21-24.

3. Химические индикаторы. Текст электронный. // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/khimicheskie-indikatory-977921>

4. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – 1989. – таблица 19, 21-29. – С. 160, 182-231.

Сведения об авторах

О.Д. Гусельников* – студент

Е.Ю. Ермишина – кандидат химических наук, доцент

Information about the authors

O.D. Guselnikov* – student

E.Yu. Ermishina – Candidate of Sciences (Chemistry), Associate Professor

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

УДК 615.011.5

АНАЛИЗ ЛИПОФИЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГНИЯ И ЛЕВОФЛОКСАЦИНА

Кристина Сергеевна Ерыкалова, Павел Андреевич Машьянов, Алёна Николаевна Минеева, Виктор Михайлович Бахтин, Надежда Владимировна Изможерова

Кафедра фармакологии и клинической фармакологии
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Ранее считалось, что комплексы левофлоксацина с магнием нерастворимы в воде. Дальнейшие исследования доказали их растворимость и способность проникать через клеточные мембраны, определяющуюся зарядом формирующихся частиц. Заряд комплексных соединений зависит от соотношения их компонентов, в связи с чем образующиеся комплексы могут обладать разной липофильностью. **Цель исследования** – оценка липофильности комплексных соединений левофлоксацина с магнием. **Материал и методы.** Оценка липофильности левофлоксацина производилась методом жидкостной экстракции. Экстракция комплексных соединений из приготовленных растворов проводилась в н-бутаноле в делительных воронках. Степень экстракции оценивалась трилометрическим методом. Концентрация ионов магния рассчитывалась по закону эквивалентов. **Результаты.** С увеличением соотношения концентраций левофлоксацина и магния ионы металла продолжали связываться с лигандами, что свидетельствует о повышении липофильности образующихся комплексов. **Выводы.** Левофлоксацин образует липофильные комплексные соединения с магнием. С увеличением соотношения концентраций левофлоксацина и магния липофильность образующихся комплексов возрастает.

Ключевые слова: магний, левофлоксацин, липофильность.

ANALYSIS OF MAGNESIUM AND LEVOFLOXACIN COMPLEX COMPOUNDS LIPOPHILICITY

Kristina S. Yerykalova, Pavel A. Mashyanov, Alyona N. Mineeva, Viktor M. Bakhtin, Nadezhda V. Izmozherova
Department of Pharmacology and Clinical Pharmacology
Ural state medical university
Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Previously, it was believed that levofloxacin complexes with magnesium are insoluble in water. Further studies have proven their solubility and the ability to penetrate cell membranes, determined by the charge of the forming