

О. С. Игнатовец, канд. биол. наук, доц.,
З. Пхьо Хтун, магистрант,
Н. С. Михасев, студ., (БГТУ, г. Минск);
В.В. Ревин, д.т.н., проф.
(ФГБОУ «МГУ им. Н.П.Огарева», г. Саранск)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ АНТОЦИАНОВ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Антоцианы широко распространены в растительном мире, но особенно высокое их содержание отмечается в плодах аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa*), что делает этот вид перспективным объектом для исследований в области фармакологии, нутрициологии и пищевой промышленности.

Черноплодная рябина – растение семейства розоцветных, плоды которой используются в пищевых и медицинских целях. Суммарное содержание антоциановых пигментов в зрелых плодах достигает до 6,4%. Структура антоцианов представляет собой сложную молекулярную систему, состоящую из агликонного фрагмента, сахарозного остатка и различных заместителей. Агликонный фрагмент антоцианов называется антоцианидином и представляет собой полициклическую ароматическую систему, содержащую в своей структуре хиноновое кольцо, связанное с двумя фенольными кольцами. Сахарозный остаток, связанный с антоцианидином, может быть глюкозой, галактозой или ксилозой. Химический состав антоцианов аронии черноплодной варьируется в зависимости от многих факторов, включая сорт аронии черноплодной, условия выращивания, степень зрелости плодов и методы извлечения. Также в аронии черноплодной обнаружены ацил-антоцианы и метил-антоцианы, которые могут влиять на ее биологическую активность [1]. Идентификация и количественное определение антоцианов в растительных материалах представляют собой сложную задачу, требующую применения современных аналитических методов. Поэтому, разработка эффективных методов идентификации и количественного определения антоцианов является важной задачей, которая имеет как научное, так и практическое значение. Результаты исследований могут быть применены для повышения качества и эффективности использования растительных ресурсов, что соответствует современным тенденциям в области фармакологии, нутрициологии и пищевой промышленности.

Целью данной работы является идентификация и количествен-

ное определение антоцианов в плодах *Aronia melanocarpa*. Объектом исследования являлись замороженные плоды аронии черноплодной сорта «Надзея», сорта «Вениса» и дикорастущих растений, культивируемые в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь (Минская область). На первом этапе с помощью метода ортогонального центрально-композиционного планирования были установлены оптимальные параметры экстракции антоцианов из плодов аронии черноплодной: экстрагент – 80 %-ный этиловый спирт, отношение массы сырья к объему экстрагента – 1 : 40, температура – 47–54 °С, продолжительность процесса экстракции 78–84 мин [2]. Определение суммарного содержания антоцианов в экстрактах проводили методом рН-дифференциальной спектрофотометрии, адаптированного под образцы плодов аронии черноплодной [3]. Для первичного скрининга спектра антоцианов в плодах аронии черноплодной подбирали условия ТСХ разделения изучаемых биологически активных веществ. В качестве подвижной фазы для определения качественного состава использовали две системы растворителей. Подвижная фаза №1: этилацетат : ледяная уксусная кислота : муравьиная кислота : вода (100 : 10 : 10 : 26). Подвижная фаза №2: бутанол : муравьиная кислота : вода (65 : 19 : 16). На пластину наносили экстракт антоцианов из плодов аронии черноплодной в объемы 5-7 мкл. Пластины проявляли при дневном свете.

При использовании подвижной фазы № 1 наблюдалось хорошее разделение антоцианов, при этом наблюдали четкие три пятна, характерные производным исследуемых соединений. Рассчитаны значения R_f для индивидуальных антоцианов экстракта плодов аронии черноплодной: $R_{f1} = 0,16$; $R_{f2} = 0,27$; $R_{f3} = 0,34$. Результаты качественного анализа при использовании подвижной фазы №2: бутанол : муравьиная кислота : вода (65 : 19 : 16) методом ТСХ отличались от полученных в предыдущем эксперименте. На пластине детектировались две размытые полосы с нечеткими контурами. В связи с этим, был сделан вывод, что для качественного определения антоцианов аронии черноплодной рекомендуется использовать подвижную фазу этилацетат : ледяная уксусная кислота : муравьиная кислота : вода (100 : 10 : 10 : 26). Для контроля качества растительного сырья, содержащего антоцианы, существуют различные методы анализа, наиболее универсальным из которых является метод ВЭЖХ-МС. Данный метод позволяет за минимально короткое время достоверно определить качественный и количественный состав БАВ. На следующем этапе разработали методику хромато-масс-спектрометрического разделения антоцианов аронии черноплодной. На рисунке представлена хроматограмма экстракта аронии черноплодной сорта «Вениса».

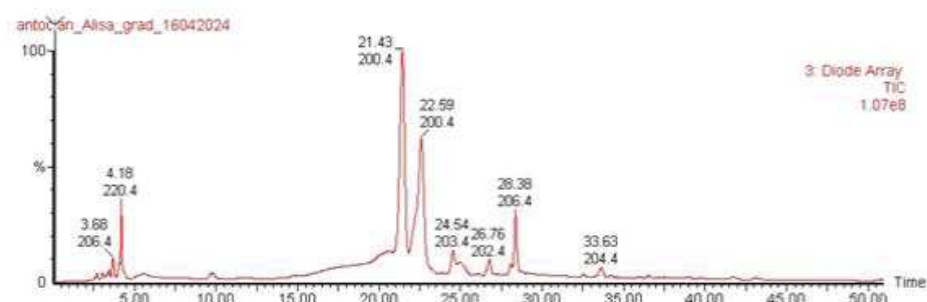


Рисунок 1 – Хроматограмма экстракта аронии черноплодной сорта «Вениса»

Идентификацию индивидуальных соединений проводили на основании масс- и электронных спектров, полученных с помощью жидкостного хромото-масс-спектрометра «Waters». По результатам проанализированных экстрактов двух сортов аронии черноплодной, установлено, что в экстракте сорта «Вениса» содержатся цианидин-3-галактозид, цианидин-3-О-арабинозид и цианидин. В экстракте сорта «Надзеля» идентифицированы цианидин-3-арабинозид и цианидин. В плодах дикорастущей аронии черноплодной обнаружены все перечисленные антоцианы.

В результате проведенных исследований подобрана подвижная фаза для качественного анализа антоцианов аронии черноплодной методом ТСХ. С помощью метода в составе экстрактов изучаемых сортов хромото-масс-спектрометрии идентифицированы цианидин-3-галактозид, цианидин-3-О-арабинозид и цианидин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Composition and antioxidant activity of anthocyanins from *Aronia melanocarpa* extracted using an ultrasonic-microwave-assisted natural deep eutectic solvent extraction method / S. Lin [et al.] // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2022. – Vol. 89.

2. Условия экстракции антоцианов плодов аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa*) / Е.В. Дегис [и др.] // «Технология органических веществ»: материалы 87-ой науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием) – Минск: БГТУ, 2024. – С. 279–283.

3. Продукция соковая. Методы определения антоцианов. ГОСТ 32709–2014. – Введ. 01.01.16. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2014. – 20 с.