

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ НА ВЫХОД ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ВЫТЯЖЕК ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В.Д. Иванова, Н.С. Каряка

Национальный университет пищевых технологий, Киев (Украина), e-mail: victdzani@ukr.net

В последнее время происходит бурное развитие индустрии здорового питания, увеличивается выпуск продуктов лечебно-профилактического профиля. В связи с этим ведется активный поиск сырьевых источников биологически активных веществ (БАВ), обладающих антиоксидантной активностью. Перспективным для использования в пищевых технологиях является растительное сырье, из которого можно получить различные виды функциональных добавок и ингредиентов пищевых продуктов. Соединения-антиоксиданты, содержащиеся в лекарственном растительном сырье, способны не только противостоять действию свободных радикалов, но и восстанавливать нарушенные функции организма, предотвращая развитие заболеваний, замедляя процессы старения [1].

Экстракты являются вытяжками из сырья и содержат широкий спектр БАВ (гликозиды, дубильные вещества, флавоноиды, сахараиды, терпены) с различной физиологической активностью. При их получении основной задачей является максимальное извлечение соединений и сохранение их биологической активности. Известно, что эффективность извлечения зависит от многих факторов, главными из которых являются природа экстрагента, температура и продолжительность проведения процесса. Для интенсификации процесса разработаны раз-

личные способы (перемешивания, вибрации, пульсации и т.п.), в основу которых положен принцип поддержания максимально возможной разности концентраций БАВ в сырье и в экстрагенте.

Целью исследования явилось определение оптимальных условий извлечения соединений, обладающих антиоксидантной активностью, из выбранных видов растительного сырья. При выборе сырья учитывали данные литературы относительно физиологического действия его БАВ на организм человека, ареал распространения растений на территории страны, легкость при заготовливании и переработке.

В экспериментах использовали листья черной смородины (*Ribes nigrum*), земляники лесной (*Fragaria vesca*), малины обыкновенной (*Rubus idaeus*), собранные в течение июня-июля в Киевской области. Все отобранные для исследования растения используют как в традиционной, так и в народной медицине при лечении многих заболеваний, сопровождающихся снижением общей реактивности организма. Они в значительных количествах содержат комплекс фенольных соединений, обладают схожей фармакологической активностью. Сырье высушивали при температуре 40 °С, измельчали до размера частиц 2–3 мм, перемешивали, составляя композиции.

В качестве основных параметров, влияющих на экстрагирование БАВ, изучены тип растворителя, соотношение сырье : экстрагент, продолжительность и температура (°С) процесса. Критерием оценивания было общее содержание экстрактивных веществ (ЭР, суммы БАВ) и суммы фенольных соединений в экстрактах.

Экстракцию проводили на водяной бане при периодическом перемешивании. Содержание ЭВ измеряли каждые 10 мин после начала извлечения. Экстрагирование считали завершенным, когда содержание сухих веществ не изменялось в течение следующих 10 мин. После фильтрования определяли количество экстрактивных веществ – по общепринятой методике [2], содержание фенольных соединений – спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Дениса [3]. Для исследования антиоксидантных свойств экстрактов применяли метод, основанный на взаимодействии 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich, США) [4]. Все эксперименты проводили в трехкратной повторности, результаты представляли как среднее.

В качестве экстрагентов апробированы вода и водно-спиртовые растворы концентрацией 30, 40 и 50%. Экстракцию проводили при соотношении сырье : экстрагент 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 30 при 50 °С. Установлено, что оптимальным соотношением сырье : экстрагент в случае использования всех растворителей является 1 : 10. При меньшем гидромодуле (1 : 5) наблюдается уменьшение количества экстракта из-за значительных его потерь с сырьем. К тому же такой экстракт содержал большое количество взвешенных частиц, что затрудняло процедуру его очистки. При гидромодуле 1 : 30 содержание сухих веществ и суммы фенольных соединений было меньшим.

Для установления оптимальных режимов экстрагирования изменяли температуру и продолжительность процесса. Экстрагировали водно-спиртовыми растворами при комнатной температуре (23 °С) и 50 °С, водой – при комнатной температуре (23 °С), 50, 70 и 90 °С. Как при экстрагировании водой, так и растворами спирта, при температурах 23 и 50 °С, наблюдается одинаковый выход экстрактивных веществ (2,5 и 4,0% соответственно), однако при увеличении температуры до 50 °С ускоряется достижение максимальной концентрации БАВ и фенольных соединений в вытяжках. При увеличении температуры до 70 °С наблюдается возрастание количества суммы БАВ в водном экстракте до 3,0%. Наибольшим был выход ЭВ и фенольных соединений в водный экстракт при температуре 90 °С (3,8% и 257±1,25 мг/100 мл).

Для установления оптимальной длительности процесса определяли содержание суммы БАВ в экстрактах, полученных 10-, 20-, 30-, 40-, 50- и 60-минутной экспозицией. Установлено, что максимальное содержание экстрактивных веществ в водном экстракте достигается за 20 мин. В течение всего этого времени содержание фенольных соединений практически не меняется, оставаясь на уровне 257±1,25 мг / 100 мл экстракта.

Показано, что содержание суммы БАВ в водно-спиртовых экстрактах достигает своего максимального значения (4,0%) тем быстрее, чем больше содержание этанола в экстрагенте: через 10 мин – при использовании 50%-го раствора, через 20 мин – 40%-го и через 50 мин – 30%-го раствора. При этом с увеличением концентрации спирта увеличивается выход в экстракт фенольных веществ.

Поскольку антиоксиданты фенольного типа являются акцепторами радикалов, активность экстрактов исследовали в реакции взаимодействия со стабильным хромоген-радикалом дифенилпикрилгидразилом (ДФПГ). Показано, что все образцы проявляют высокую антирадикальную способность, при этом активность экстрактов из листьев растений (85%) относительно радикала ДФПГ выше, чем контрольного раствора галовой кислоты (71%). Достоверной разницы между значениями антирадикальной активности экстрактов, полученных при различных условиях экстрагирования, не обнаружено.

В результате проведенных исследований установлено, что оптимальными параметрами извлечения суммы фенольных соединений из композиции листьев черной смородины, земляники лесной и малины обыкновенной является соотношение сырье : экстрагент 1 : 10, температура и продолжительность – в зависимости от типа экстрагента: 20 мин при 90 °С, если экстрагент – вода; 10 мин при температуре 50 °С, если экстрагент – 50%-й водно-спиртовой раствор. При этих условиях антиоксидантная активность экстрактов остается высокой.