М. Т. Упадышев, член-кор. РАН, д. с.-х. н.,
С. М. Мотылева, ВНС, к. с.-х. н.,
В. И. Донецких, ВНС, к. ф.-м. н.
ФГБНУ ВСТИСП, г. Москва
vstisp@vstisp.org

УДК 634.22:577.13

DOI 10.31676/2073-4948-2018-55-147-150

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСТАВ МЕТАБОЛИТОВ МИКРОРАСТЕНИЙ *PIRUS COMMUNIS* L.

Резюме. В результате анализа спиртового экстракта микрорастений *Pyrus communis* L. после магнитно-импульсного воздействия идентифицировано методом газовой хромато-масс-спектрометрии 92 низкомолекулярных метаболита. Установлено, что синтез спирторастворимых веществ зависит от длительности периода после магнитно-импульсной обработки.

Ключевые слова: *Pyrus communis* L., микрорастения, магнитно-импульсная обработка, метаболиты.

Summary. As a result of the analysis of the alcohol extract of *Pyrus communis* L. microplants, 92 low molecular weight metabolites were identified by gas-chromatography-mass spectrometry method after the magnetic-pulse action. It is established that the synthesis of alcohol-soluble substances depends on the duration of the period after the magnetic-pulse treatment.

Keywords: *Pyrus communis* L., microplants, magnetic-pulse treatment, metabolites.

Введение

Многими исследователями подтверждено, что растения очень чувствительны к воздействию внешних низкочастотных импульсных магнитных полей (ИМП). Эти поля создают дополнительные электрические токи в тканях растений, изменяя величину мембранного потенциала клеток, оказывая стимулирующее или тормозящее влияние на процессы роста и развития [1-3]. Однако данных, касающихся влияния магнитного поля (МП) на синтез низкомолекулярных метаболитов микрорастениями *Pyrus communis* L., крайне мало.

Ранее нами показано, что магнитно-импульсная обработка (МИО) приводила к изменению фенольного состава у микрорастений малины и груши, увеличивая содержание хлорогеновой кислоты в тканях на 33% и в 14,5 раз соответственно по сравнению с контролем [4, 5]. При этом происходили и качественные изменения биохимического состава у микрорастений [6].

Цель исследований – установить изменения синтеза метаболитов в микрорастениях *Pyrus communis* L. под действием магнитно-импульсной обработки, используя метаболомный подход.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в 2016-2017 гг. в лабораториях вирусологии, физиологии и биохимии ФГБНУ ВСТИСП. Объектами исследований служили микрорастения груши подвоя Березка, культивируемые на модифицированной среде Мурасиге – Скуга (1962) с добавлением 6-БАП в концентрации 1 мг/л в стандартных условиях (фотопериод – 16 ч., температура – 22-25 °С, освещенность – 3000 лк). Микрорастения через 3 и 72 часа после магнитно-импульсной обработки прибором АМИС-8 с нарастающей частотой от 1 до 10 Гц (длительность 13 мин) экстрагировали 70%-ным этанолом, экстракт фильтровали, аликвоту (800 мкл) выпаривали досуха при 80 °С. Для определения веществ проводили дериватизацию с использованием силирующего агента N,O-бис (триметилсилил) трифторацетамида (БСТФА) по методике [7]. Качественный анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на хроматографе JMS-Q1050GC («JEOL Ltd», Япония). Использовали капиллярную колонку DB-5HT («Agilent», США; длина – 30 м, внутренний диаметр – 0,25 мм, толщина пленки – 0,52 мкм; газ-носитель — гелий). Температурный градиент – от 40 до 300 °С, температура инжектора и интерфейса – 280 °С, ионного источника – 200 °С. Скорость потока газа в колонке – 2,0 мл/мин, время анализа – 45 мин, режим ввода с делением потока, объем вводимой пробы – 1,5 мкл. Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки National Institute of Standards and Technology (NIST-5, США). Диапазон сканирования – 33-900 m/z.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что компонентный состав спиртового экстракта микрорастений груши представлен 92 веществами, из которых 34 являются органическими кислотами, 35 веществ углеводной природы, 5 относятся к группе фенольных соединений, 5 аминокислот и 2 производных аминокислот, пальмитиновая кислота, N-ацетилглюкозамин и 9 веществ из других биохимических групп. Многие органические кислоты и фенольные соединения обладают выраженным антиоксидантным действием. Сахарные спирты (эритрит, арабитол, рибитол) являются продуктами углеводного обмена. Интересным фактом является выявление спустя 3 часа после МИО монотерпена аукубина, обладающего антивирусной активностью.

Установлены различия в синтезе метаболитов микрорастениями в зависимости от длительности периода после магнитно-импульсной обработки. Так, в микрорастениях через 3 часа после МИО синтезируется 67 метаболитов, а спустя 72 часа – всего 31 метаболит (табл.).

Таблица.

Число метаболитов, идентифицированных в спиртовом экстракте микрорастений груши в зависимости от длительности периода после магнитно-импульсной обработки

Класс метаболитов	Всего метаболитов	В том числе число метаболитов после МИО	
		через 3 ч.	через 72 ч.
Органические кислоты	34	27	15
Углеводы	35	29	12
Аминокислоты и их производные	7	7	0
Фенольные кислоты	5	3	3
Жирные кислоты	1	0	1
Аминосахара	1	1	0

В экстрактах обоих учетов общими были 11 соединений из группы органических кислот и 9 соединений из группы веществ углеводной природы. Можно предположить, что МИО активирует синтез соединений различной природы, но длительность этой активации незначительна во времени и ограничена несколькими сутками. Учитывая, что микрорастения груши были заражены латентными вирусами, нельзя исключить стимуляцию под действием МИО неспецифической устойчивости путем синтеза соединений с антиоксидантным и антивирусным действием.

Выводы

Установлен компонентный состав спирторастворимых метаболитов микрорастений *Pyrus communis* L., представленный 92 соединениями. Выявлено, что синтез спирторастворимых веществ, накапливающихся в микрорастениях груши, зависит от длительности периода после магнитно-импульсной обработки.

Список использованной литературы

1. Бинги В. Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. – М.: Милта, 2002. – 592 с.
2. Куликов И. М., Донецких В. И., Упадышев М. Т. Магнитно-импульсная обработка растений как перспективный приём в технологических процессах садоводства // Садоводство и виноградарство, 2015. – №4. – С. 45-52.
3. Донецких В. И., Бычков В. В., Упадышев М. Т., Тихонова К. О., Селиванов В. Г. Устройство магнитно-импульсного воздействия на посадочный материал садовых растений с управлением от персонального компьютера // Техника и оборудование для села, 2014. – № 8 (206). – С. 8-13.

4. Упадышев М. Т., Мотылева С. М., Мертвищева М. Е., Донецких В. И. Изменение фенольного метаболизма у микрорастений малины при оздоровлении от вирусов путем магнитно-импульсной обработки // Сб. матер. IX Междунар. симп. «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 20-25 апреля 2015 г.). – С. 447-452.

5. Упадышев М. Т., Мотылева С. М., Донецких В. И., Мертвищева М. Е., Метлицкая К. В., Петрова А. Д. Действие магнитного поля на изменение синтеза хлорогеновой кислоты у микрорастений рода *Pyrus* L. // Матер. X Междунар. симп. «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». – М.: ИФР РАН, 2018. – С. 366-370.

6. Донецких В. И., Упадышев М. Т., Мотылева С. М., Мертвищева М. Е. Действие магнитно-импульсной обработки на состав химических элементов у малины при оздоровлении от вирусов *in vitro* // Научные труды Межд. конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – СПб, 2015. – Т. 7. – С. 43.

7. Robbins R. J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003. – № 51. – P. 2866-2887 (doi: 10.1021/jf026182t).

M. T. Upadyshev, S. M. Motyleva, V. I. Donetskich
FSBSI ARHIBAN, Moscow, Russia

**EFFECT OF MAGNETICALLY PULSE IMPACT ON THE COMPOSITION
OF *PIRUS COMMUNIS* L. METABOLITES**