

Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал для педіатрів та сімейних лікарів

Здоров'я[®] ДИТИНИ

Том 18, № 6, 2023

ISSN 2224-0551 (print), ISSN 2307-1168 (online)

ПЕРЕДПЛАТНИЙ ІНДЕКС
95264
www.mif-ua.com

ZASLAVSKY[®]
Publishing house

Том 18, № 6, 2023

ЗДОРОВ'Я ДИТИНИ



Дніпровський державний медичний університет
Донецький національний медичний університет



Здоров'я дитини
Child's Health

Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал
Заснований в липні 2006 року
Періодичність виходу: 8 разів на рік

Том 18, № 6, 2023

Включений в наукометричні і спеціалізовані бази даних

Scopus,

НБУ ім. В.І. Вернадського, «Україніка наукова», «Наукова періодика України», JIC index, Ulrichsweb Global Serials Directory, CrossRef, WorldCat, Google Scholar, ICMJE, SHERPA/RoMEO, NLM-catalog, NLM-Locator Plus, OpenAIRE, BASE, ROAD, DOAJ, Index Copernicus, EBSCO, OUCI



mif-ua.com



Open Journal System

Зміст

Оригінальні дослідження

- Аряев М.Л., Сеньківська Л.І., Бірюков В.С., Павлова В.А., Стрельцов М.С., Кенгелян Т.Р.
Географічна інформаційна система в моніторингу орфанних та соціально значущих захворювань у дітей 6
- Белова О.Б., Конопляста С.Ю.
Функціональні можливості орально-артикуляційного праксису в дітей старшого дошкільного віку з логопатологією 17
- Farhad Shaker Armishty, Ronahi Younis Ibrahim, Adam J. Adam, Racheen S. Haji, Zeen Khalil Ghazi, Parwar I. Tahir
Ожиріння серед дітей шкільного віку з міста Заху (Курдистан, Ірак) пов'язане з переглядом мультимедіа 18
- Лембрик І.С., Шлімкевич І.В., Стефанишин А.Б., Жилияк О.В., Костирко Н.І.
Особливості перебігу пієлонефриту у дівчат-підлітків на тлі анемічного синдрому 24
- Щербак В.В., Крючко Т.О., Бубир Л.М., Ізмайлова О.В., Пода О.А.
Зміни імунологічних біомаркерів у педіатричних пацієнтів із сезонним алергічним ринітом 31
- Дитятковський В.О., Кривуша О.Л., Токарева Т.М.
Розвиток моноорганних та поліорганних фенотипів бронхіальної астми у дітей: роль комбінованих одонуклеотидних варіацій 39
- Волосовець О.П., Науменко О.М., Цимбалюк Р.С., Кривопустов С.П., Грищенко Н.В., Мозирська О.В., Логінова І.О., Шевцова Т.І., Черній О.Ф., Салтанова С.Д., Ковальчук О.Л., Кривопустова М.В.
Досвід підготовки та атестації з педіатричних дисциплін здобувачів освіти за спеціальністю 222 «Медицина» 47

Лікаря, що практикує

- Березна Т.Г., Синоверська О.Б., Фоменко Н.М.
Білярний сладж-синдром, індукований цефалоспоринами, у дітей: клініко-діагностичні маркери, тактика лікування 54

Contents

Original Researches

- M.L. Aryayev, L.I. Senkivska, V.S. Biryukov, V.A. Pavlova, M.S. Streltsov, T.R. Kengelyan
Geographic information system in monitoring the orphan and socially significant diseases in children 6
- O. Bielova, S. Konopliasta
Functionality of oral and articulatory praxis in older preschool children with logopathology 17
- Farhad Shaker Armishty, Ronahi Younis Ibrahim, Adam J. Adam, Racheen S. Haji, Zeen Khalil Ghazi, Parwar I. Tahir
Obesity among school-age children from Zakho (Kurdistan, Iraq) is linked to viewing screen media 18
- I.S. Lembryk, I.V. Shlimkevych, A.B. Stefanyshyn, O.V. Zhyliak, N.I. Kostyrko
Features of pyelonephritis course in adolescent females with co-existing anaemic syndrome 24
- V.V. Shcherbak, T.O. Kryuchko, L.M. Bubyr, O.V. Izmailova, O.A. Poda
Changes of immunological biomarkers in pediatric patients with seasonal allergic rhinitis 31
- V.O. Dytiatkovskiy, O.L. Krivusha, N.M. Tokareva
Development of monoorganic and polyorganic phenotypes of bronchial asthma in children: the role of combined single-nucleotide variants 39
- O.P. Volosovets, O.M. Naumenko, R.S. Tsymbaliuk, S.P. Kryvopustov, N.V. Grischenko, O.V. Mozyrska, I.O. Loginova, T.I. Shevtsova, O.F. Chernii, S.D. Saltanova, O.L. Kovalchuk, M.V. Kryvopustova
Experience of training and certification in pediatric disciplines of students majoring in 222 "medicine" speciality 47

Practicing Physician

- T.G. Berezna, O.B. Synoverska, N.M. Fomenko
Biliary sludge syndrome induced by cephalosporins in children: clinical and diagnostic markers, management 54

Боярчук О.Р., Антонюк І.М.
 Пацієнт-орієнтований підхід до ведення
 дітей з рідкісними захворюваннями:
 роль співпраці лікарів, медичних сестер
 і пацієнтів..... 59

Огляд літератури

*Страшок Л.А., Рак Л.І., Даниленко Г.М.,
 Єщенко А.В., Кашіна-Ярмак В.Л., Завеля Е.М.,
 Ісакова М.Ю.*
 Вплив стресу на підлітків під час статевого
 дозрівання (частина 2) 66

*Ola Hassouneh, Haytham Al-Oran, Eman Al-Smadi,
 Eman Qzih*
 Передопераційне голодування
 в дітей 75

Випадок із практики

Крючко Т.О., Таняньська С.М.
 Клінічний випадок діагностики некомпактного
 міокарда лівого шлуночка у дитини 80

*Прокопів О.В., Лищенко С.А., Жуковський В.С.,
 Кармазин Г.М.*
 Труднощі діагностики хвороби котятих
 подряпин у дітей 84

Сторінки історії

K. Antonovičs, A. Lejnieks, J. Salaks
 Внесок професора Олександра Бієзінша
 в дитячу хірургію: аналіз клінічної та академічної
 діяльності за кордоном
 90

Теоретична медицина

Абатуров О.Є., Бабич В.Л.
 Регуляція мікроРНК за допомогою продуктів
 харчування. Частина 1. Продукти харчування
 рослинного походження 96

O.R. Boyarchuk, I.M. Antoniuk
 A patient-centered care for the management
 of children with rare diseases: collaboration
 between physicians, nurses,
 and patients..... 59

Review of Literature

*L.A. Strashok, L.I. Rak, H.M. Danylenko,
 A.V. Yeshchenko, V.L. Kashina-Yarmak,
 E.M. Zavelya, M.Yu. Isakova*
 Impact of stress on adolescents during puberty
 (part 2) 66

*Ola Hassouneh, Haytham Al-Oran, Eman Al-Smadi,
 Eman Qzih*
 Preoperative fasting among children
 who undergoing surgery 75

Case Report

T.O. Kryuchko, S.M. Tanianska
 Clinical case of diagnosis of left ventricular
 non-compaction in a child..... 80

*O.V. Prokopiv, S.A. Lyshenyuk, V.S. Zhukovskyi,
 H.M. Karmazyn*
 Difficulties in diagnosing cat scratch disease
 in children 84

History pages

K. Antonovičs, A. Lejnieks, J. Salaks
 Pediatric surgical contributions
 of Professor Aleksandrs Biezins:
 an analysis of clinical and academic
 activities abroad..... 90

Theoretical Medicine

A.E. Abaturov, V.L. Babych
 Regulation
 of microRNA with food.
 Part 1. Food of plant origin..... 96



Регуляція мікроРНК за допомогою продуктів харчування. Частина 1. Продукти харчування рослинного походження

Резюме. У науковому огляді наведено механізми регуляції біологічних процесів організму людини мікроРНК за допомогою продуктів харчування рослинного походження. Для написання статті здійснювався пошук інформації з використанням баз даних Scopus, Web of Science, MedLine, PubMed, Google Scholar, EMBASE, Global Health, The Cochrane Library. Отримані відомості про мікроРНК продуктів харчування організовані в базу даних DMD (Dietary MicroRNA Databases, <http://sbbi.unl.edu/dmd/>), що є репозиторієм для архівування й аналізу структурних і функціональних мікроРНК, які переміщуються в організм людини з їжею. Зазначено, що екзогенні рослинні мікроРНК, які потрапляють до організму з їжею, присутні в сироватці крові, тканинах людини і різних тварин і регулюють експресію генів-мішеней. Відомо, що в сироватці крові людини за допомогою секвенування NGS ідентифіковано понад 50 мікроРНК рослинного походження. У таблиці наведені деякі дієтичні рослинні мікроРНК. Підкреслено, що декілька мікроРНК проявляють свою функціональну активність і в рослин, і в савців і легко долають фізіологічні бар'єри (miR-155, miR-168 і miR-854). Науковці вважають, що неоднозначний характер впливу рослинних продуктів на експресію мікроРНК людини показали результати дослідження, проведеного у вегетаріанців. Отже, при всебічному огляді з використанням новітніх інформаційних пошукових баз даних встановлено, що в сучасній науковій літературі автори визначають горизонтальне переміщення від рослин до організму людини численних молекул мікроРНК. Екзогенні ксеногенні хепоміР ідентифікуються в більшості зразків тканин і біологічних рідин людини і, потрапляючи до організму разом з їжею, можуть істотно змінювати структуру транскриптому людини. Продукти харчування не лише привносять ксеногенні мікроРНК, але і є модуляторами активності генерації ендогенних мікроРНК клітинами організму людини.

Ключові слова: мікроРНК; екзогенні рослинні мікроРНК; продукти харчування рослинного походження; огляд

Вступ

У даний час отримані переконливі докази того, що мікроРНК, які беруть участь у регуляції численних біологічних процесів організму людини, не є молекулами, що мають виключно ендогенний генез. Janos Zempleni та співавтори [1, 3, 24] вважають, що: 1) людина отримує чужорідні (ксеногенні) мікроРНК (хепоміР) з їжею, переважно з молочними продуктами харчування;

2) хепоміР, які отримують з продуктами харчування, впливають на експресію білок-кодуєчих генів людини; 3) ендогенний синтез мікроРНК не може компенсувати дефіцит екзогенних мікроРНК.

Уперше припущення про потрапляння до організму людини функціонально активних екзогенних мікроРНК було зроблено Lin Zhang та співавторами [26] у 2012 році. Автори показали, що хепоміР osa-miR-

168a рису, що потрапляє через травний тракт в організм людини, пригнічує активність експресії гена адаптерного протеїну 1 рецептора ліпопротеїнів низької щільності (low density lipoprotein receptor adaptor protein 1 — LDLRAP1) у тканині печінки.

Унаслідок різноманітних досліджень мікроРНК-транскриптому були ідентифіковані численні молекули мікроРНК, що здійснюють горизонтальне переміщення від рослин і тварин до організму людини [28]. Екзогенні хепоміР ідентифікуються в більшості зразків тканин і біологічних рідин людини. Присутні в людському організмі екзогенні мікроРНК становлять приблизно 0,001 % від кількості ендогенних мікроРНК. Цікавим є те, що більшість хепоміР (81 %) в організмі людини становлять мікроРНК гризунів, м'ясо яких практично не входить до раціону людини [8].

Потрапляючи до організму разом з їжею, ксеногенні мікроРНК можуть істотно змінювати структуру транскриптому людини [7, 28].

Деякі сумніви щодо існування значного впливу хепоміР на експресію генів реципієнта викликають такі встановлені факти: 1) досить низький рівень представництва хепоміР в організмі людини, приблизно близько 5 копій мікроРНК в одній клітині; 2) концентрація окремих ендогенних мікроРНК досягає 50 000 копій на одну клітину; 3) для ефективного впливу на трансляцію конкретної мРНК потрібна присутність від 1000 до 10 000 копій мікроРНК в одній клітині [8].

Отримані відомості про мікроРНК продуктів харчування організовані в базу даних DMD (Dietary MicroRNA Databases, <http://sbbi.unl.edu/dmd/>), що є репозиторієм для архівування й аналізу структурних і функціональних мікроРНК, які переміщуються в організм людини з їжею. З 2015 року і до сьогодні в цій базі даних подані характеристики мікроРНК 9 продуктів харчування рослинного походження (бананів, яблук, винограду, цитрусових, томатів, кукурудзи, пшениці, рису, сої) і 5 продуктів харчування тваринного походження (коров'ячого молока, курятини, яловичини, свинини, лосося) [2].

Продукти харчування не лише привносять ксеногенні мікроРНК, але і є модуляторами активності генерації ендогенних мікроРНК клітинами організму людини [8].

Продукти харчування рослинного походження

МікроРНК рослинного походження відіграють важливу роль у збереженні здоров'я людини і є «темними поживними речовинами», а також важливими компонентами їжі. Дослідження показали, що численні мікроРНК рослинного походження впливають на здоров'я людини. По-перше, мікроРНК рослин регулюють ріст і розвиток рослин, а також накопичення метаболітів, що змінює якість їжі і, отже, опосередковано заважає здоров'ю хазяїна. Крім того, при поглинанні *in vivo* деякі мікроРНК можуть націлюватися на мРНК клітини-хазяїна, щоб впливати на експресію білка. Рослинні мікроРНК змінюють мікробіоту кишечника людини [4, 5, 15, 29].

Нещодавнє дослідження показало, що екзогенні рослинні мікроРНК, які потрапляють до організму з їжею, присутні в сироватці крові, тканинах людини й різних тварин і регулюють експресію генів-мішеней [26]. У сироватці крові людини за допомогою секвенування NGS ідентифіковано понад 50 мікроРНК рослинного походження [11]. МікроРНК miR-172 *Brassica oleracea* ідентифікована в тканинах шлунка, кишечника, селезінки, печінки, нирок, у сироватці крові й у фекаліях мишей, які отримували рослинні РНК-екстракти. Встановлено, що кількість копій miR-172 *Brassica oleracea*, які подолали біологічні бар'єри й досягли внутрішнього континууму організму, становить близько 4,5 % від усієї кількості копій мікроРНК, що знаходилися у з'їденій їжі [10].

Деякі дієтичні рослинні мікроРНК із безлічі існуючих наведені в табл. 1.

Рослинним мікроРНК, на відміну від мікроРНК ссавців, для ефективного функціонування необхідна повна комплементарність молекули з нуклеотидною послідовністю мРНК-мішені, що зв'язується [20]. Декілька мікроРНК проявляють свою функціональну активність і в рослин, і у ссавців і легко долають фізіологічні бар'єри (miR-155, miR-168 і miR-854) [27].

МікроРНК miR-155a є прозапальною молекулою, яка, інгібуючи супресорний фактор транскрипції SOCS-1 [23] і протеїн 2, що містить JARID-домен (jumonji and AT-rich interaction domain containing 2), сприяє розвитку Th1- і Th17-асоційованої відповіді (рис. 1) [21, 23]. Підвищення рівня експресії miR-155a характерне для більшості інфекційних, запальних і аутоімунних захворювань, у тому числі вірусного гепатиту С [16], НАЖХП [18] і фіброзу печінки [25].

МікроРНК miR-168 високо експресується різними представниками рослинного світу, у тому числі кукурудзою і рисом. Yi Luo та співавтори [12] встановили, що протягом 7 днів після годування свіжою кукурудзою zma-miRNA-168a-5p, zma-miR167a-5p, zma-miR319a-3p і zma-miR408a-3p ідентифікуються в тканинах мозку, серця й сироватці крові експериментальних свиней. МікроРНК osa-miR-168a рису регулює трансляцію мРНК LDLRAP1 у ссавців [26]. Протеїн LDLRAP1 бере участь у поглинанні ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ) поляризованими клітинами, такими як гепатоцити й лімфобласти. Інтерналізація ЛПНЩ після їхньої взаємодії з рецептором LDLR (low density lipoprotein receptor) відбувається лише в тому випадку, якщо LDLR пов'язаний зі своїм адаптерним протеїном LDLRAP1. Дефіцит протеїну LDLRAP1 супроводжується розвитком гіперхолестеринемії [14]. У регуляції трансляції мРНК LDLRAP1 також беруть участь людські miR-27a, miR-27b [13].

Неоднозначний характер впливу рослинних продуктів на експресію мікроРНК людини показали результати дослідження, проведеного у вегетаріанців. Було встановлено, що в осіб, які вживають виключно продукти харчування рослинного походження, спостерігаються вищі концентрації miR-92a у сироватці крові й калі, ніж в осіб, які вживають продукти харчування

Таблиця 1. МікроРНК зернових, бобових і бульбоплідних культур [6]

Рослини	МікроРНК	Цільові гени	Функціональне значення
1	2	3	4
Зернові культури			
Рис (<i>Oryza sativa</i>)	miR-393	TIR1 і AFB2	Посуhostійкість, висота і раннє цвітіння
	miR-820	DRM2	Реакція на засоленість, високу температуру
	miR-167	Транскрипційні фактори ARF	Холодовий стрес
	miR-397	L-аскорбат-оксидаза	Тепловий стрес та адаптація
Кукурудза (<i>Zea mays</i>)	miR-156	Сквамоза-зв'язуючий протеїн	
	miR-160	Транскрипційні фактори ARF	Розвиток
	miR-164	Транскрипційний фактор NAC1	Розвиток ендосперми
	miR-167	Транскрипційні фактори ARF	Стрес
	miR-396	Фактор росту	
	miR-169	Транскрипційний фактор NF-YA	Посуhostійкість
Пшениця (<i>Triticum aestivum</i>)	miR-397, miR-437	L-аскорбат-оксидаза	Розвиток
	miR-395	АТФ сульфурілаза	Абіотичний стрес
	miR-1435/ miR-51812		Транспортування іонів
Ячмінь (<i>Hordeum vulgare</i>)	miR-156d	Сквамоза-зв'язуючий протеїн	Розвиток, посуhostійкість
	miR-396d	Фактор росту	Розвиток насіння, клітинне диференціювання
	miR-399b	Транспортер фосфатази	Стрес посухи
	miR-164	Транскрипційні фактори ARF	Розвиток бічного кореня і листя
Зернобобові культури			
Соя (<i>Glycine max</i>)	miR-156, miR-160	Сквамоза-зв'язуючий протеїн	
	miR-164, miR-166	Транскрипційні фактори ARF	Розвиток насіння
	miR-172, miR-396	Фактор росту	
Вигна (<i>Vigna unguiculata</i>)	miR-160, miR-166		Посуhostійкість
	miR-159, miR-167	Транскрипційні фактори ARF	Посилена посуhostійкість
	miR-169, miR-319	Фактор росту	Метаболічні шляхи фізіологічних змін, пов'язаних зі стресом посухи
	miR-390, miR-393		
	miR-396, miR-403		
	miR-156b, F	Мультицистатин	Деградація білка, посуhostійкість
Арахіс (<i>Arachis hypogaea</i>)	miR-156	Сквамоза-зв'язуючий протеїн	Зростання і розвиток арахісу
	miR-159, miR-171		Накопичення ліпідів і білків
	miR-159, miR-396	Фактори відповіді ауксину	
	miR-156, miR-157	Протеїн ліпідного трансферу	Резистентність до хвороб
	miR-169, miR-166		
Бульбоплідні культури			
Картопля (<i>Solanum tuberosum</i>)	miR-160	Фактори відповіді ауксину	Зростання і розвиток
	miR-172		Накопичення крохмалю
	miR-473	Серин/треонін-кіназа	Метаболізм
	miR-475	Тіоредоксин	Метаболізм

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Солодка картопля (Ipomoea batatas)	miR-156, miR-162	Фактори транскрипції сквамоза-зв'язуючого протеїну	Початок і розвиток коріння
	miR-167	Транскрипційні фактори ARF	Витривалість
	miR-160, miR-164, miR-166, miR-398	Транскрипційні фактори ARF, NAC1	Зростання коріння
Касава (Manihot esculenta)	miR-156, miR-157, miR-159, miR-160	Транскрипційні фактори	Стрес
	miR-164	Транскрипційні фактори NAC	Посухостійкість
	miR-395, miR-172, miR-319, miR-396, miR-397	Транскрипційні фактори, фактор росту	Метаболізм крохмалю
	miR-414, miR-473		Стрес

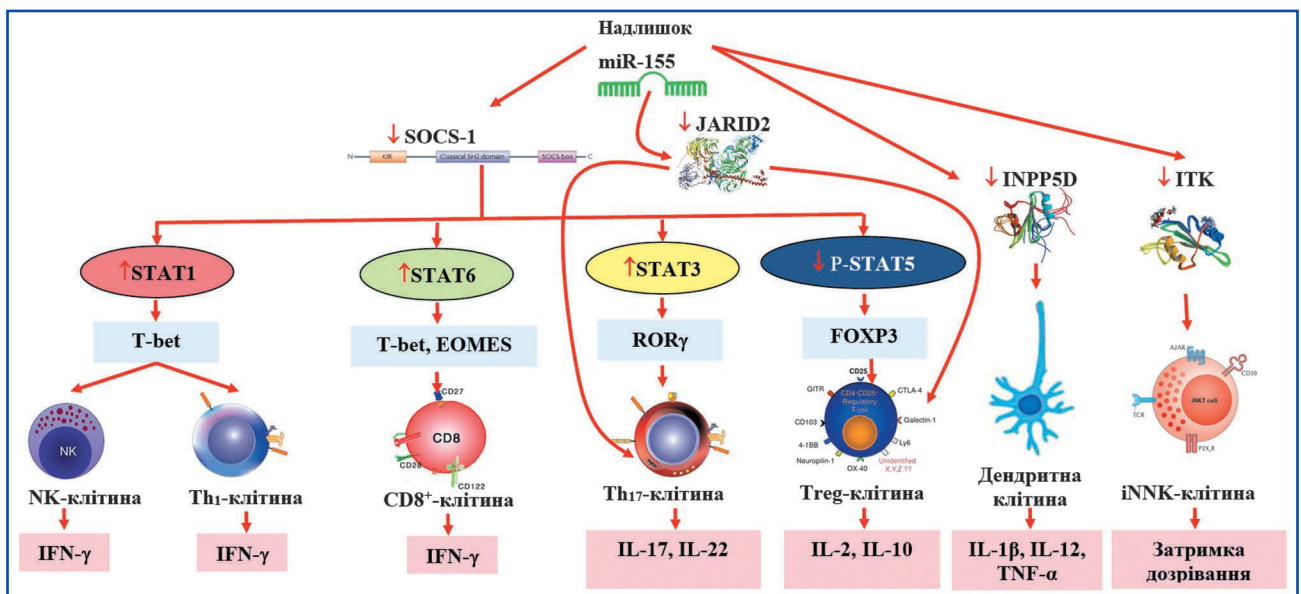


Рисунок 1. Вплив надлишку miR-155 на розвиток запалення печінки

рослинного і тваринного походження. Рівень miR-92a коливався пропорційно до маси тіла [17]. МікроРНК miR-92a входить до родини онкогенного кластера miR-17-92, яке також включає miR-25, miR-92a-1, miR-92a-2 і miR-363. Представники цієї родини високо експресуються в ендотеліальних клітинах. Надекспресія miR-92a високо асоційована з розвитком різних злоякісних неоплазм, у тому числі гепатоцелюлярної карциноми [9, 19]. При тому що, згідно з результатами метааналізу, існує вірогідний обернено-пропорційний зв'язок між високим рівнем споживання овочів (але не фруктів) і ризиком розвитку гепатоцелюлярної карциноми [22].

Висновки

При всебічному огляді з використанням новітніх інформаційних пошукових баз даних встановлено, що в сучасній науковій літературі автори визначають горизонтальне переміщення від рослин до організму людини численних молекул мікроРНК. Екзогенні ксеногенні хеноміР ідентифікуються в більшості зразків тканин

і біологічних рідин людини і, потрапляючи до організму разом з їжею, можуть істотно змінювати структуру транскриптому людини. Продукти харчування не лише привносять ксеногенні мікроРНК, але і є модуляторами активності генерації ендогенних мікроРНК клітинами організму людини. Отже, мікроРНК відіграють важливу роль у зв'язку рослин і людини, а також у підтриманні балансу між ними.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

- Baier S.R., Nguyen C., Xie F. et al. MicroRNAs are absorbed in biologically meaningful amounts from nutritionally relevant doses of cow milk and affect gene expression in peripheral blood mononuclear cells, HEK-293 kidney cell cultures, and mouse livers. *J. Nutr.* 2014 Oct. 144(10). 1495-500. doi: 10.3945/jn.114.196436.
- Chiang K., Shu J., Zemleni J., Cui J. Dietary MicroRNA Database (DMD): An Archive Database and Analytic Tool for Food-Borne

- microRNAs. *PLoS One*. 2015 Jun 1. 10(6). e0128089. doi: 10.1371/journal.pone.0128089.
3. Cui J., Zhou B., Ross S.A., Zemleni J. Nutrition, microRNAs, and Human Health. *Adv. Nutr.* 2017 Jan 17. 8(1). 105-112. doi: 10.3945/an.116.013839.
 4. Deng X., Niu L., Xiao J., Guo Q., Liang J., Tang J., Liu X., Xiao Ch. Involvement of intestinal flora and miRNA into the mechanism of coarse grains improving type 2 diabetes: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. 71. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12270>.
 5. Deveci G., Capasso R., Ağagündüz D. Xeno-miRs and Circulating miRNAs as Novel Biomarkers in Certain Diseases. *Biologics*. 2023. 3(1). 1-10. <https://doi.org/10.3390/biologics3010001>.
 6. Djami-Tchatchou A.T., Sanan-Mishra N., Ntushelo K., Dubery I.A. Functional Roles of microRNAs in Agronomically Important Plants—Potential as Targets for Crop Improvement and Protection. *Front. Plant. Sci.* 2017 Mar 22. 8. 378. doi: 10.3389/fpls.2017.00378.
 7. Han L., Luan Y.S. Horizontal Transfer of Small RNAs to and from Plants. *Front. Plant. Sci.* 2015 Dec 10. 6. 1113. doi: 10.3389/fpls.2015.01113.
 8. Kang W., Bang-Berthelsen C.H., Holm A. et al. Survey of 800+ data sets from human tissue and body fluid reveals xenomiRs are likely artifacts. *RNA*. 2017 Apr. 23(4). 433-445. doi: 10.1261/rna.059725.116.
 9. Li M., Guan X., Sun Y. et al. miR-92a family and their target genes in tumorigenesis and metastasis. *Exp. Cell. Res.* 2014 Apr 15. 323(1). 1-6. doi: 10.1016/j.yexcr.2013.12.025.
 10. Liang G., Zhu Y., Sun B. et al. Assessing the survival of exogenous plant microRNA in mice. *Food Sci Nutr.* 2014 Jul. 2(4). 380-8. doi: 10.1002/fsn3.113.
 11. Lukasiak A., Zielenkiewicz P. In silico identification of plant miRNAs in mammalian breast milk exosomes—a small step forward? *PLoS One*. 2014 Jun 16. 9(6). e99963. doi: 10.1371/journal.pone.0099963.
 12. Luo Y., Wang P., Wang X. et al. Detection of dietetically absorbed maize-derived microRNAs in pigs. *Sci Rep.* 2017 Apr 5. 7(1). 645. doi: 10.1038/s41598-017-00488-y.
 13. Momtazi A.A., Banach M., Pirro M. et al. MicroRNAs: New Therapeutic Targets for Familial Hypercholesterolemia? *Clin. Rev. Allergy Immunol.* 2018 Apr. 54(2). 224-233. doi: 10.1007/s12016-017-8611-x.
 14. Paththininge C.S., Sirisena N.D., Dissanayake V. Genetic determinants of inherited susceptibility to hypercholesterolemia — a comprehensive literature review. *Lipids Health Dis.* 2017 Jun 2. 16(1). 103. doi: 10.1186/s12944-017-0488-4.
 15. Qin X., Wang X., Xu K., Zhang Y., Ren X., Qi B., Liang Q. et al. Digestion of Plant Dietary miRNAs Starts in the Mouth under the Protection of Coingested Food Components and Plant-Derived Exosome-like Nanoparticles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2022. 70(14). 4316-4327. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07730>.
 16. Sheneef A., Gouda A.M., Mohammad A.N. et al. Serum MicroRNA-122 and MicroRNA-155. Markers of Disease Progression in Hepatitis C viral infection. *Egypt J. Immunol.* 2017 Jun. 24(2). 33-46. PMID: 29528577.
 17. Tarallo S., Pardini B., Mancuso G. et al. MicroRNA expression in relation to different dietary habits: a comparison in stool and plasma samples. *Mutagenesis*. 2014 Sep. 29(5). 385-91. doi: 10.1093/mutage/geu028.
 18. Virtue A., Johnson C., Lopez-Pastrana J. et al. MicroRNA-155 Deficiency Leads to Decreased Atherosclerosis, Increased White Adipose Tissue Obesity, and Non-alcoholic Fatty Liver Disease: a Novel Mouse Model of Obesity Paradox. *J. Biol. Chem.* 2017 Jan 27. 292(4). 1267-1287. doi: 10.1074/jbc.M116.739839.
 19. Wang L., Wu J., Xie C. miR-92a promotes hepatocellular carcinoma cells proliferation and invasion by FOXA2 targeting. *Iran J. Basic Med. Sci.* 2017 Jul. 20(7). 783-790. doi: 10.22038/IJBMS.2017.9010.
 20. Xie M., Zhang S., Yu B. microRNA biogenesis, degradation and activity in plants. *Cell. Mol. Life Sci.* 2015 Jan. 72(1). 87-99. doi: 10.1007/s00018-014-1728-7.
 21. Xu M., Zuo D., Liu X. et al. MiR-155 contributes to Th17 cells differentiation in dextran sulfate sodium (DSS)-induced colitis mice via Jarid2. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2017 Jun 17. 488(1). 6-14. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.04.143.
 22. Yang Y., Zhang D., Feng N. et al. Increased intake of vegetables, but not fruit, reduces risk for hepatocellular carcinoma: a meta-analysis. *Gastroenterology*. 2014 Nov. 147(5). 1031-42. doi: 10.1053/j.gastro.2014.08.005.
 23. Yao R., Ma Y.L., Liang W. et al. MicroRNA-155 modulates Treg and Th17 cells differentiation and Th17 cell function by targeting SOCS1. *PLoS One*. 2012. 7(10). e46082. doi: 10.1371/journal.pone.0046082.
 24. Zemleni J., Baier S.R., Howard K.M., Cui J. Gene regulation by dietary microRNAs. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 2015 Dec. 93(12). 1097-102. doi: 10.1139/cjpp-2014-0392.
 25. Zhang H., Liu Z., Liu S. HMGB1 induced inflammatory effect is blocked by CRISPLD2 via MiR155 in hepatic fibrogenesis. *Mol. Immunol.* 2016 Jan. 69. 1-6. doi: 10.1016/j.molimm.2015.10.018.
 26. Zhang L., Hou D., Chen X. et al. Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA. *Cell. Res.* 2012 Jan. 22(1). 107-26. doi: 10.1038/cr.2011.158.
 27. Zhao Y., Cong L., Lukiw W.J. Plant and Animal microRNAs (miRNAs) and Their Potential for Inter-kingdom Communication. *Cell. Mol. Neurobiol.* 2018 Jan. 38(1). 133-140. doi: 10.1007/s10571-017-0547-4.
 28. Zhou G., Zhou Y., Chen X. New Insight into Inter-kingdom Communication: Horizontal Transfer of Mobile Small RNAs. *Front. Microbiol.* 2017 May 1. 8. 768. doi: 10.3389/fmicb.2017.00768.
 29. Zhu W.-J., Liu Y., Cao Y.-N., Peng L.-X., Yan Z.-Y., Zhao G. Insights into Health-Promoting Effects of Plant MicroRNAs: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021. 69(48). 14372-14386. doi: 10.1021/acs.jafc.1c04737.

Отримано/Received 19.06.2023

Рецензовано/Revised 06.07.2023

Прийнято до друку/Accepted 12.07.2023 ■

Information about authors

Aleksandr Abaturov, MD, PhD, Professor, Head of the Department of Pediatrics 1 and Medical Genetics, Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine; e-mail: alexandrabaturov56@gmail.com; Scopus: 57204482679; <https://orcid.org/0000-0001-6291-5386>

Veronika Babych, PhD, Assistant at the Department of Pediatrics 1 and Medical Genetics, Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine; e-mail: medredactor@i.ua; <https://orcid.org/0000-0001-9261-9051>

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

A.E. Abaturov, V.L. Babych
Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine

Regulation of microRNA with food. Part 1. Food of plant origin

Abstract. The scientific review presents the mechanisms of microRNA regulation of biological processes in the human body with the help of food products of plant origin. To write the article, information was searched using Scopus, Web of Science, MedLine, PubMed, Google Scholar, EMBASE, Global Health, The Cochrane Library databases. The obtained information on dietary microRNAs is organized into the Dietary MicroRNA Databases (<http://sbbi.unl.edu/dmd/>), which is a repository for archiving and analyzing structural and functional microRNAs that enter the human body with food. It is stated that exogenous plant miRNAs entering the body with food are present in blood serum, tissues of humans and various animals, and regulate the expression of target genes. More than 50 miRNAs of plant origin have been identified in human blood serum using next-generation sequencing. The authors list some representatives from the multitude of dietary plant miRNAs. It is emphasized that several miRNAs show their func-

tional activity both in plants and in mammals and easily overcome physiological barriers (miR-155, miR-168 and miR-854). Scientists believe that the ambiguous effect of plant products on the expression of human microRNA was shown by the results of a study conducted in vegetarians. Thus, with a comprehensive review using the latest information search databases, it was found that in modern scientific literature, the authors determine the horizontal transfer of numerous microRNA molecules from plants to the human body. Exogenous xenogenic xenomiRs are identified in most samples of human tissues and biological fluids. Entering the body together with food, they can significantly change the structure of the human transcriptome. Food products not only bring xenogeneic miRNAs, but also act as modulators of the endogenous miRNA generation by cells of the human body.

Keywords: microRNA; miRNA; miR; exogenous plant miRNAs; food products of plant origin; review