

---

**MORINGA OLEIFERA - FOOD AND MEDICINE FOR THE MODERN WORLD -  
MINI REVIEW**

---

**Vasilka Ilieva**Medical University - Medical College, Plovdiv, Bulgaria, [stanlita@abv.bg](mailto:stanlita@abv.bg)

**Abstract:** The Challenges of Modernity - Stress, Obesity, Socially Significant Diseases require the search for opportunities for prevention and treatment through sources of nature. In the food chain of modern man there is a total shortage of "living photons" from the sun, nutrients supplied by primordial sources residing in the natural environment, giving the cell both nutritional and energy resources and information from the living environment of the plant world. Overweight, metabolic syndrome and the resulting complications such as hypertension, atherosclerosis and diabetes have been proven to be linked to the modern diet. It is a source of substances that support inflammatory processes in the body. Hippocrates has also said that food is our medicine. The Moringa oleifera plant has features that attract the attention of science from different fields. Moringa oleifera is grown in tropical and subtropical regions at an altitude of 0 to 2000 meters. The plant prefers well-drained clay and sandy soils. The birthplace of Moringa oleifera is the southern foothills of the Himalayas. The plant is widely cultivated in India. The leaders in the Moringa industry are Andhra Pradesh, Karnataka and Tamil Nadu. It is also cultivated in Africa, Thailand, the Philippines, Indonesia, Haiti and Taiwan, Southeast Asia, some US states, including Hawaii and various countries in Oceania, as well as in Peru, Paraguay, the Pacific, the Caribbean and South America. Traditionally, in these areas, the plant is used as food and medicine. In many poor regions, Moringa oleifera is a food source of proteins, vitamins and minerals. Moringa oleifera is used in traditional medicine in many societies as a medicine. The Ayurvedic healing system uses the plant to treat 300 diseases. In addition to food and medicine, Moringa oleifera is used to purify water in areas without drinking water sources, to produce oil that is used as a lubricant, as well as in paint. In ancient Egypt, it was prized for its moisturizing properties and later used by the Romans. It is known as a cosmetic for skin rejuvenation and production of perfumes and soaps. Moringa oleifera can be considered an important functional food - a source of substances important to the human body. The unusual properties and wide application of the plant in various fields of human life are of high scientific interest. The ability of Moringa oleifera to influence many of the present-day disease states has been proven. Almost all parts from Moringa can be used as a source for nutrition with other useful values. It has antioxidant properties, which are the basis of anti-inflammatory, anti-cancer effects, anti-dyslipidemic effect, effects of type 2 diabetes, anti-asthmatic, antibacterial, neuroprotective effect.

**Keywords:** polyphenols, oxidative stress, antioxidant effect, health effects

**MORINGA OLEIFERA – ХРАНА И ЛЕКАРСТВО ЗА СЪВРЕМЕННИЯ СВЯТ  
МИНИ ОБЗОР****Vasilka Ilieva**Medical University - Medical College, Plovdiv Bulgaria, [stanlita@abv.bg](mailto:stanlita@abv.bg)

**Резюме:** Предизвикателствата на съвременното – стрес, затлъстяване, социално-значими болести налагат търсене на възможности за профилактика и лечение чрез източници от природата. В хранителната верига на съвременния човек има тотален недостиг на „живи фотони“ от слънцето, на хранителни вещества доставени от природни източници пребивавали в естествената природна среда, даващи на клетката както хранителни и енергийни ресурси, така и информация от живата среда на растителния свят. Наднормено тегло, метаболитен синдром и произтичащите от него усложнения като хипертония, атеросклероза и диабет са доказано свързани със съвременната диета. Тя е източник на вещества поддържащи възпалителните процеси в организма. Още Хипократ е казал, че храната е нашето лекарство. Растението Moringa oleifera притежава особености, които привличат вниманието на науката от различни области. Moringa oleifera се отглежда в тропически и субтропични региони на надморска височина от 0 до 2000 метра. Растението предпочита добре дренирани глинести и пясъчливи почви. Родното място на Moringa oleifera е южното подножие на Хималаите. Растението е широко култивирано в Индия. Лидери в производството на Моринга са Андхра Прадеш, Карнатака и Тамил Наду. Култивира се и в Африка, Тайланд, Филипините, Индонезия, Хаити и Тайван, в Югоизточна Азия, в някои американски щати, включително Хаваи и в различни страни на Океания, също и в Перу, Парагвай, Тихоокеанския регион, Карибските острови и Южна Америка.

Традиционно в тези области растението се използва като храна и лекарство. В много бедни региони *Moringa oleifera* е храна източник на протеини, витамини и минерали. *Moringa oleifera* се използва в традиционната медицина на много общества като лекарство. Аюрведическата лечебна система използва растението за лечение на 300 болести. Освен като храна и лекарство, *Moringa oleifera* се прилага в региони без източници на питейна вода за пречистване на водата, за получаване на масло, което се използва като смазочно, както и в състава на бои. В древен Египет маслото е било ценено за овлажняващите си свойства. Известно е като козметично средство за подмладяване на кожата и производство на парфюми и сапуни. *Moringa oleifera* може да се приеме като функционална храна- източник на важни за човешкия организъм вещества. Необикновените свойства и широко приложение на растението в различни области на човешкия живот, предизвикват висок научен интерес. Доказани са възможностите на *Moringa oleifera* да повлиява благоприятно много от съвременните болестни състояния. Притежава антиоксидантни свойства, които са в основата на противовъзпалителни, противоракови ефекти, антидислипидемичен ефект, ефекти при диабет тип-2, антиастматичен, антибактериален, невропротективен ефект.

**Ключови думи:** полифеноли, оксидативен стрес, антиоксидантен ефект, ефекти върху здравето

### ТЪРСЕНЕ И АНАЛИЗ НА ЛИТЕРАТУРА

За тази статия бяха потърсени и прегледани статии за медицински изследвания, фитохимия, фармакология. Бяха проучени електронни бази данни (PubMed, ScienceDirect, SpringerLinki Google Scholar). Търсенето е проведено с ключови думи: *M. Oleifera*; с представените в резюмето ключови думи; с ключови думи свързани с конкретни заболявания; и такива свързани с токсичност.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Съставът на *Moringa oleifera* представлява една уникална комбинация от биологичноактивни вещества: антиоксиданти – доказани са 46 антиоксиданта и интересен микроелементен състав (<https://examine.com/supplements/moringa-oleifera/> a). Цветовете съдържат галова киселина, флавоноиди - рамнетин, изокверцитин и кемпферитрин ([examine.com/supplements/moringa-oleifera](https://examine.com/supplements/moringa-oleifera/) b). Семената и техните шушулки съдържат: изотиоцианат(4- ( $\alpha$ -л-рамнозилокси) бензилзотиоцианат), тиокарбамати, нитрил, *O*- [2'-хидрокси-3 '- (2' '- хептенилокси)] - пропилен ундеканат, метил-*p*-хидроксибензоат и *O*- етил-4 – карбамат, високи концентрации на бензилглюкозинолат, 4- ( $\alpha$ -л-рамнопиранозилокси) -бензилглюкозинолат, 4- ( $\alpha$ -л-рамнозилокси) фенилацетонитрил и *O*- етил-4- ( $\alpha$ -л-рамнозилокси) бензилкарбамат 35-45% мастни киселини - предимно (73%) олеинова киселина с по-малко от 1% полиненаситени мастни киселини, протеини, хитинов свързващ протеин и  $\alpha$ -манозидаза ([examine.com/supplements/moringa-oleifera](https://examine.com/supplements/moringa-oleifera/) c) (Leone A et al., 2015 a; Paikra BK, Dhongade HKJ, Gidwani B. 2017 a). Стъблото съдържа: алкалоиди (морингин и морингинин), 4-хидроксимелеин, октакосанова киселина и  $\beta$ -ситостерол, рамноза, д-глюкуронова киселина, л-арабиноза, д-маноза, д-ксилоза и д-галактоза, левкоделфинидин- г-глюкопиранозид (Leone A et al., 2015 b), протеини, катехинови еквиваленти (фенолно съдържание) ([examine.com/supplements/moringa-oleifera](https://examine.com/supplements/moringa-oleifera/) d) (Paikra BK, Dhongade HKJ, Gidwani B. 2017 b). Листата на растението съдържат: протеини 20,72 % – 25,29%, мастни киселини, въглехидрати, диетични фибри, катехинови еквиваленти, фитати, оксалат. Съдържанието на микроелементи в листата е (на 100 gr маса): Ca – 185 mg, Fe-4mg, Mg – 147 mg, Ph – 112mg, K -337 mg, Na – 9 mg, Zn -0,6 mg, Mn - 0,36(Diriba B Kumssa et al., 2017 a; Paikra BK, Dhongade HKJ, Gidwani B. 2017 c). Съдържанието на аминокиселини е (на 100 gr маса): Leucin – 492 mg, Arginin – 406,6 mg, Isoleucin – 299,6 mg, Lysin – 349,4 mg, Phenylalanin – 310 – mg, Valin – 347 mg, Tryptophan 107 mg. (Diriba B Kumssa et al., 2017 b). Най-висок антиоксидантен потенциал имат листата на растението. Коренът съдържа: спирохин и антонин с бактерицидна активност. Бета-ситостерон, ванилин, 4-хидроксимелеин,  $\beta$ -ситостерол и октакосанова киселина се намират в стъблото на растението ([examine.com/supplements/moringa-oleifera](https://examine.com/supplements/moringa-oleifera/) e) (Brilhante RSN et al., 2017). Листата на растението имат пикантен вкус подобен на хрян. Съдържанието на витамини е както следва (съдържанието е на 100 gr маса листа): Vit A-378  $\mu$ kg, Vit B1-0,257 $\mu$ kg, Vit B2 - 0,660 mg, Vit B3 - 2,220 mg, Vit B5 -0,794 $\mu$ kg, Vit B6 - 1,200mg, Vit C -51,7 mg; съдържанието в 100 gr маса шушулки е: Vit B1-4 $\mu$ g, Vit B2 - 0,053 mg, Vit B3 - 0,047 mg, Vit B5 - 0,620 mg. С най-висока биологична активност са следните съединения открити в различни части на растението: изотиоцианати– и 4- (алфа-L-Rhamnosyloxy) бензилзотиоцианат, сулфорафан, който е структурно подобен на изотиоцианатите; морингин, който е протониран бензиламин; индол - алкалоид N,  $\alpha$ -L-рамнопиранозил винкозамид; пирол- алкалоид пиролемарумин (4 " - $O$ - $\alpha$ -L-рамнопиранозид); марумозиди А и В (гликозиди на 4'-хидроксибензилетанамин, аналози на парацетамол; карбамати -Niazimin АВ и Niazicin АВ, Niaziminin АВ; нитрил –гликозиди - ниазирин и ниазиринин;

Pterygosperrin; криптохлорогенна киселина; кверцетин, рутин и изокверцетин; кемпферол; astragalín; процианидини ; 4-О-кафеоилхинова киселина, 5-О-кафеоилхинова киселина, протеазни инхибитори с активност срещу серинови протеази (трипсин и химотрипсин) и бактериални протеази(Leone A et al., 2015 c; Vats S, Gupta T. 2017 a). Съставът и количеството на биоактивни вещества в различните части на растението варира в зависимост от условията и мястото на отглеждане.

Оксидативен стрес: действие на кислорода в аеробните организми е обект на задълбочено изследване При редуцирането на молекулния кислород в клетките се образуват активни кислород – съдържащи радикали. Характерно за тях е наличието на несдвоени електрони, което определя високата им реактивност спрямо други молекули. Образуват се още свободни радикали на хлора  $Cl\bullet$  и азота  $NO\bullet$ ,  $N\bullet$

1. (Ozcan A., M. Ogun 2015 a) както и радикали с органична природа. Най-висока токсичност притежават: супероксидния радикал ( $O_2^{\bullet-}$ ), синглетния кислород ( $^1O_2$ ), хидроксилния радикал ( $OH\bullet$ ), водородния пероксид ( $H_2O_2$ ) ([http://unilab.net/Materials/estudent/Oxidative\\_stress\\_response\\_2010.pdf](http://unilab.net/Materials/estudent/Oxidative_stress_response_2010.pdf)). Най-висока окислителна способност притежават хидроксилния радикал ( $OH\bullet$ ) и синглетния кислород ( $^1O_2$ ). Съществуват различни термини за означаване на реактивни кислородни съединения. Терминът “Реактивни Кислородни Видове” (ROS – Reactive Oxygen Species) е предпочитан. Голямо значение за патологията имат високореактивни, нестабилни ROS(Phaniendra A., Jestadi D. B. 2015 a), които са способни да предизвикат автокаталитични реакции - супероксиден радикал ( $O_2^{\bullet-}$ ), синглетният кислород, хидроксилният радикал ( $OH\bullet$ ). Високата им реактивоспособност води до пероксидация на протеини, липиди, молекули на ДНК, окисление на захари. Атакуват се тиоловите групи на аминокиселините метионин, триптофан, тирозин, фенилаланин, хистидин, и цистеин. Окисляването им води до блокиране на ферментни системи, нарушава се третична и четвъртична структура, наблюдава се агрегация на протеини, увеличава се протеолизата(Forman HJ, Davies KJ, Ursini F 2014 a). Липидната пероксидация засяга полиненаситените мастни киселини в състава на мембраните(Phaniendra A., Jestadi D. B 2015 b). Резултатът е разрушаване на лизозомни мембрани, клетъчни мембрани със загуба на мембранни функции. Окислителното увреждане на ДНК молекулите води до нарушаване на веригата на ДНК, мутации(Eckl P M., Bresgen N 2017). Причини за увеличаване на ROS могат да бъдат вътрешни и външни фактори. Вътрешните фактори включват – митохондриалните процеси на окисление, оксидазните ензими на ендоплазматичния ретикулум, метаболизма на арахидоновата киселина, ензимът ксантинооксидаза, и др.. Екзогенни източници на ROS са йонизираща радиация, силно UV лъчение, озона, термични фактори, химични фактори като бензпирени и бойни отровни вещества, цигарен дим, йони на тежки метали, цитостатици (Ozcan A., M. Ogun 2015 b). В клетките има антиоксидантна защита, представена от няколко групи фактори(Bhattacharya S. 2014): първа група - антиоксиданти, които не допускат образуването на ROS – глутатион, трансферин, феритин, хемосидерин, лактоферин, церулоплазмин, албумин. Втора група, която обезврежда вече образувани ROS – ензими: супероксиддисмутаза, каталаза, цитохром- С -пероксидазата, глутатион-пероксидазата и -редуктазата, тиоредоксин -пероксидазата и тиоредоксин -редуктазата, метионин-редуктазата; неензимни фактори: липо- и водо- разтворими витамини – витамин Е ( $\alpha$ -токоферол,  $\gamma$ -токоферол), каротеноиди ( $\beta$ -каротен), коензим-Q, витамин С, тиоловите съединения, пикочна киселина, мелатонин, флавоноиди (Gebicki JM. 2016). Понятието оксидативен стрес се свързва с нарушаване на равновесието между увеличено образуване на ROS или намалена активност на ендогенните антиоксиданти(Schieber M., N.S. Chandel 2014; J. Zhang et al., 2016). Най-висока оценка по системата «Oxygen Radical Absorbance Capacity» – способност за абсорбиране на свободните радикали - имат храни като ягоди, боровинки, къпини. Особен интерес представлява растението *Moringa oleifera* със своето съдържание на хранителни вещества и нутриенти с висока антиоксидантна активност (Vats S, Gupta T 2017 b ). Хранителните полифенолни имат прооксидантна активност. Образуваните от тях ROS са активатори на вътрешната антиоксидантна система на клетката. Явленето се нарича паракормезис- има засилен клетъчен отговор на нисък подпорог стресов фактор(Forman HJ, Davies KJ, Ursini F 2014 b). Настъпва промяна на нивото на функциониране на клетката с активиране на сигнални пътища, навлизане на транскрипционни фактори в ядрото, промяна на генната експресия, синтез на цитопротективни протеини; промяна на йонното движение. Клетката получава сигнал и серазгръща цитопротекция и аутофагия.(Edward J. Calabrese 2013). Известни са повече от 8000 полифенолни съединения. Съдържат се основно в зеленчуците и в голямо количество, както и в листата на *Moringa oleifera*. Известни са отантоцианидини, флавоноли, изофлавоноли, флаволи, изофлаволи, флаванони, изофлаволи, флавани, халкони и дихидрохалкони. Листата на *Moringa oleifera* съдържат високи концентрации на кемпферол, кверцетин, процианидини и други флавоноиди. Флавоноидите индуцират антиоксидантната система Keap1 / Nrf2 / ARE ,предизвикват аутофагия (Zenkov et al., 2016). Nrf2 е транскрипционен фактор, който е част от фамилията cap'n/collar. Nrf2. В условия без оксидативен стрес Nrf2

се намира в цитоплазмата свързан Kelch 1- протеин(KEAP1 ) и Cullin 3, който е част от системата на убиквитин-протеазома (UPS) (Taguchi K, Yamamoto M., 2017a). В цитоплазмата Nrf2 се разгражда чрез убиквитиниране(Suzuki T, Yamamoto M. 2017).В условията на оксидативен стрес с натрупване на РОС убиквитинирането се нарушава, Nrf2 навлиза в ядрото(Dinkova-Kostova AT et al., 2017), където се свързва с елемента на антиоксидантния отговор (ARE). Ефектите от повлияването на генната експресия варират от цитопротекция, модулирането на клетъчния цикъл към про-апоптотични, анти-ангиогенезни и антиметаствазни процеси(Tebay LE at al., 2015; Russo M et al., 2018) След трансляцията, протеинът Nrf2 бързо се разгражда от убиквитин-протеазомната система в цитоплазмата. С активирането на Nrf2 са свързани ефектите на (SFN) и морингин(GMG-ITC), изолирани от *Moringa oleifera*. Метанолови екстракти от листа на *Moringa oleifera*, съдържащи полифеноли и изотиоцианати (ITCs) показват висок кислород-радикален абсорбиционен капацитет (ORAC). Експериментални данни показват, че полифенолните фракции с антиоксидантна активност индуцират NQO1(NAD(P)H -dehydrogenase (quinon 1)). NQO1 е маркер за противовъзпалителна активност и тясно свързен с пътя на пътя на Nrf2(Waterman C et al., 2014; Tumer TB et al., 2015). Морингин (GMG-ITC) упражнява химиопрофилактична, противовъзпалителна активност както *in vitro*, така и *in vivo*(Galuppo M et al.,2014). Сулфорофан(SFN) и Морингин (GMG-ITC) са инхибитори на STAT5, NF-κB сигнализацията(Hung C-N et al., 2014;Nallasamy P et al., 2014), на сигнални пътища на STAT1 / STAT2(Michl C et al., 2016 b), които имат значение за развитието на възпаление, рак, хронични имунни патологии. Сулфорофан (SFN) инхибира IL-3-индуцираната експресия на гените на STAT5- медирана транскрипция (Pinz S et al., 2014). STAT5(Signal transducer and activator of transcription 5) е протеин участващ в цитозолната сигнализация и реализирането на раковия процес. Противораковите ефекти на сулфорофан(SFN) се свързват и с активиране на транскрипционния фактор Nrf2 ( de Figueiredo SM et al., 2015). В раковите клетки системата на Nrf2/KEAP1 работи абнормно (Leinonen HM et al., 2015 ). В условията на оксидативен стрес прекомерното натрупване на ROS се блокира свързването на Nrf2 и KEAP1, нарушава се убиквитинирането на Nrf2, той се натрупва в цитозола и лесно преминава в ядрото. В раковите клетки има прекомерно натрупване на Nrf2, което води до активиране на гени, отговорни за цитозащитата на раковата клетка, придавайки химио и радиорезистентност(Taguchi K. & Yamamoto M., 2017 b). Сулфорофанът индуцира цитопротективни ензими чрез директно свързване с C151 на KEAP и се препоръчва при пациенти на химио ирадиотерапия с цел защита на нормалните клетки от оксидативен стрес(Taguchi K. & Yamamoto M., 2017 c). Доказана апоптотична и цитотоксичност активност на изотиоцианати от *Moringa oleifera* върху чернодробен хепатоцелуларен карцином (HepG2), карцином на дебелото черво (Caco-2) и неракова клетъчна линия на човешки ембрионален бъбрек (HEK293)( Maiyo FC, Moodley R, Singh M, 2016).Моринга- изотиоцианат (MIC-1) активира сигнални пътища на NF-κB, IL-1, LPS / IL-1-медирано инхибиране на RXR функцияp53 и PTEN - сигнализация. Последните са свързани със с ракови гени -Tmpt, Tubb3 и Muc2; GTPases Gchfr и Igtf(Wang C at al., 2019). Екстракти от листа на *Moringa oleifera* индуцират апоптоза в A549 ракови клетки чрез повишаване нивата на ROS, деполяризация на митохондриалната мембрана и намаляване на нивата на GSH (Madi N.et al ., 2016). Водни екстракти на *Moringa oleifera* Lam. (Rachmawati, M. Rifa'I 2014 a) показват имуностимулираща активност с увеличаването броя на CD4<sup>+</sup> хелперните клетки, CD8<sup>+</sup> цитотоксичните клетки и B220- клетките. Имуностимулиращата активност на *Moringa oleifera* се свързва с активни вещества като сапонини и флавоноиди, които действат като MAPK (митоген-активирана протеин киназа), със стимулиране на Т-и В-клетъчната пролиферация (Rachmawati, M. Rifa'I 2014 b). Екстрактите на *Moringa Oleifera* ограничават развитието на херпетични кожни лезии на заразени с HSV-1 мишки( Kurokawa M. et al.2016). Фенолна фракция на *Moringa oleifera* инхибира производството на цитокини(TNF, IL-6 и IL-8) от човешки макрофаги *in vitro* модел на индуциран от CSE (цигарения дим )- макрофаг производство. Потиска се експресията на RelA - ген, важен за NF-κB сигнализирана възпалителна реакция(Kooltheat N et al., 2014). *Moringa oleifera* селективно инхибира производството на iNOS и COX-2 и значително инхибира секрецията на NO, PGE-2, TNF-α, IL-6 и IL-1β, индуцира производството на IL-10 в LPS-стимулирани макрофаги по дозозависим начин( Arulselvan P. et al., 2016).Изолираните от *M. oleifera* съединения - ниазирин, марумозид А и ситостерол- 3 - O - β - D- глюкопиранозид са проучени в модел на псориазис. Установява се, че и трите съединения потискат експресията на Th17-релевантни цитокини (IL-12 / IL-23 p40, IL-23 p19, IL-17 и IL-22). Повишава се експресията на Nrf2 след третиране със съединенията, което има инхибиторно действие върху IL-23 експресията(Ma N et al. 2018). Нов полизахарид , наречен MRP-1, изолиран от корените на *Moringa oleifera* е изследван за противовъзпалителни ефекти. Резултатите показват увеличаването на производството на NO и TNF-α, нивото на експресия на mRNA на iNOS, индуцирано от LPS, е намалено значително (p <0,05)(Cui C et al., 2019). СБРЗ е хитин - свързващ протеин изолиран от семена на *Moringa oleifera* Lam. проявява

инхибиторна активност срещу фитопатогенни гъбички. Мо-СРЗ води до дезорганизация на цитоплазмата, на плазмената мембрана в клетките на *Fusarium solani*. Показва висока ефективност срещу фитопатогени, но не и срещу човешки клетки. СРЗ се представлява потенциална възможност за разработване на нови противогъбични лекарства (Batista AB et al., 2014). Съобщава се за два противогъбични 8С-хевеиноподобни пептиди изолирани от *M. oleifera*, обозначени морингиди и съкратени като mO1 и mO2. mO1 инхибира растежа на гъбичните щамове *Alternaria alternata* и *Alternaria brassiciola*, като инхибира растежа на гъбичните хифи (Kini SG et al., 2017). Епигенетични ефекти на *Moringa oleifera* - в молекулите на РНК има къси, некодиращи последователности от гени -miRNAs, които се състоят от 22 нуклеотида. Има повече от две хиляди miRNA, които регулират около една трета от всички човешки гени (Srivastava S.K. et al., 2015). miRNAs контролират генната експресия, процеса на автофагия, канцерогенеза, имунитета. Растителните miRNA преминават чревната лигавица, абсорбират се в кръвообращението и проявяват ефект върху човешките miRNA. (Gopinath M. Sundaram 2019). miRNA от растителен произход могат да действат като нов клас биоактивни съставки, повлияващи човешкия организъм. За първи път Lin Zhang et al., 2011a съобщават, че MIR168 от *Oryza sativa* (ориз) е намерена в голямо количество в серума и тъканите на човек. Авторите смятат, че стабилните miRNA в серума и плазмата могат да действат като сигнални молекули в междуклетъчната комуникация и да служат като биомаркери за заболявания (Lin Zhang et al., 2011 b). Консумацията на *Moringa oleifera* осигурява тесен контакт на хората с продукти и екстракти на растението. Взаимодействието на човешкия геном с miRNA от *Moringa oleifera* е възможен механизъм за реализиране на полезните ефекти на растението. Pittã et al. 2016 представят своя работа по изследване на miRNA от *Moringa oleifera*. Използвани са семена от зрели шушулки. Анализите показват присъствието на различни семейства mRNA - *miR166*, *miR393*, *miR167*, *miR396*, *miR159* и *miR156q* *miR166i* и *mol-miR166*. *Moringa Oleifera* miRNAs регулират пътя *p53*, *mol-miR168a* инхибират транслацията на *SIRT1* мРНК в ракови клетки. Тези данни подкрепят изследвания показващи възможното кръстосано взаимодействие на генетичен материал от различни еволюционни нива (Zhang L et al., 2011c). miRNA участва в контрола на NRF2 чрез кодиращи протеини (Kurinna S. & Werner S. 2015). Съдържащите се в *Moringa oleifera* сулфорафан и кверцетин, чрез индукция на miR-let7-a и инхибиране на K-ras гена, като краен резултат инхибират прогресията на панкреатичният аденокарцином (PDA) (Appari M. et al, 2014). Възможността за повлияване на различни патологични процеси чрез използване на растителни miRNA отвежда изследванията в сферата на нанотехнологиите. В междувидовата комуникация растителните miRNA изпълняват функция сходна с екзозомите в клетките на бозайниците. В отговор на стресови фактори растенията секретират екзозомни наночастици (известни също като ядливи наночастици (ЕПС) (Hansen L.L. & Nielsen M.E 2018). Бъдещи проучвания ще покажат възможността за създаване на екзозомни наночастици носители на активни компоненти, включително и miRNA. Съобщава се за получена специфична популация наночастици от ядлив джинджирил (GDNPs 2). (Zhang M. Et al., 2016). Наночастиците имат размери между 1 и 100 нанометра (nm) със заобикалящ междинен слой. Междуфазният слой обикновено се състои от йони, неорганични и органични молекули. Органичните молекули, покриващи неорганичните наночастици, са известни като стабилизатори, затварящи и повърхностни лиганди или пасивиращи агенти (Batista CA, Larson RG, Kotov NA 2015). Технологични подходи за получаване на наночастици: физическият подход за синтезиране на НП „отгоре-надолу“, при който материалът се намалява по размер чрез различни физически подходи като ултразвуково облъчване, микровълнова (MW) облъчване, електрохимичен метод; подход „отдолу-отгоре“, с използване на химически и биологични методи за „сглобяване“ на частици с наноразмер (Chanel Tri Handoko et al., 2017). Стратегията „зелен синтез“ на наночастици използва биологични източници за редукция на металните йони в наночастиците. Използват се ензими, витамини, растителни екстракти, дрожди, водорасли, бактерии, отпадъчни биологични продукти с редуциращи свойства. Друга възможност за биоредукция на метални йони до метални наночастици е използването на флавоноиди, които се съдържат в растения и растителни продукти (Jeevanandam J et al., 2018). Множество полифенолни съединения се съдържат във високи количества в *Moringa oleifera*. Екстракти от МО се използват за създаване на златни наночастици (AuNP), сребърни наночастици (AgNP), наночастици от цинков окис (ZnONP) (Tiloke C et al., 2018 a). Няколко проучвания показват използването на *Moringa oleifera* в синтеза на фитоначастици. Anand et al., 2015 използва екстракт от цветове на *Moringa oleifera* като редуциращ агент в синтеза на златни наночастици. Установява се цитотоксичност на AuNPs за клетките на рака на белия дроб A549 (Tiloke C et al., 2018 b). Наночастиците на NiO, приготвени с помощта на растителен екстракт от *Moringa oleifera* показват антибактериален ефект срещу *Escherichia hermannii*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae* и *Staphylococcus aureus*. Установява се също цитотоксична активност, антиоксидантен и антимикробен потенциал (Ezhilarasi AA, 2016). Наночастиците ZnO имат добра

електрохимична активност и затова се считат за потенциален електрокатализатор (Matinise N. et al., 2017). В друго изследване се съобщава, че ZnO NPs имат антибактериална активност срещу *Staphylococcus aureus*. Авторите считат, че наночастиците имат потенциални приложения, които подлежат на изследване (Elumalai K. 2015). AgNPs показват апоптоична ефективност в клетките на карцином на маточната шийка на човека (HeLa) (Karanamoorthy V. et al., 2014). Едновременно прилагане на лекарство и продукти от лечебни растения може да модулира CYP450 с клинично значими лекарствени взаимодействия. *In vitro* изследване на повлияването на основни CYP изоензими от водни екстракти показва, че *Moringa oleifera* има слаба инхибиторна активност срещу CYP1A2 и CYP2C9 (Showande SJ et al., 2019). Изследването *in vivo* при хора показва, че *Moringa oleifera* не влияе върху фармакокинетичните параметри на Nevirapine, който е субстрат на CYP2C9, CYP2D6 и CYP3A5 (Monera-Penduka et al., 2017). Гликозидите ниазирин и ниазиридин модулират генната експресия и инхибират ефлукс помпи отговорни за извеждане на антибиотици от бактериалните клатки. *Moringa oleifera*, която съдържа гликозидите, може да бъде приложена като модулатор на антибактериалния ефект на антибиотици (Dwivedi GR et al., 2019). ДИАБЕТ От семена, листа, семенни обвивки на *M. oleifera* са изолирани две протеинови фракции, наречени Mo-SC (Mo: *M. oleifera*; SC: Seed Coat) и Mo-COT (Mo: *M. oleifera*; COT: Cotyledon) (Paula PC et al., 2016 a). В експериментални условия на алоксанов диабет у мъжки мишки установеният хипогликемичен ефект се свързва с инсулиноподобно действие на протеиновата фракция на *M. oleifera*. (Paula PC et al., 2016 b) - автофосфорилиране на инсулиновия рецептор, фосфорилиране на инсулинов рецепторен субстрат (IRS), (PI-3K)- киназа и (Akt)- кинази, което води до стимулиране на глюкозен транспортер тип 4 (GLUT-4) и увеличено усвояване на кръвната глюкоза. Според авторите на проучването резултатите дават нова насока в търсенето на природни източници с инсулиноподобен ефект. *Moringa oleifera* понижава нивата на инсулин в кръвта, намалява нивата на андрогените, като увеличава фоликулогенезата при поликистозен овариален синдром PCOS. (Amelia D et al., 2018). Хипогликемизиращите ефекти на екстракти на *Moringa oleifera* се свързват с увеличена PPAR- $\gamma$ , C / EBP- $\alpha$  / Akt експресия и намаляване на инсулинова резистентност (Balakrishnan BB, Krishnasamy K, Choi KC 2018 a) Хипогликемичен и антидиабетен ефект на етаноловия екстракт от листата на *Moringa Concanensis* води до увеличена генна експресия на PPAR- $\gamma$ , C / EBP- $\alpha$ , t-SREBP, FAS, Glut-4, адипогенин, DAG и LPL чрез Akt сигнализиране в 3T3-L1 клетки. Експресия на PPAR- $\gamma$  и C / EBP- $\alpha$  е по-висока спрямо контролата с троглитазон (Balakrishnan BB, Krishnasamy K, Choi KC. 2018; Balakrishnan BB et al. 2019). Въпреки широкия спектър на полезните свойства, различните части на растението имат различни фармакологични действия и профили на токсичност, които все още не са напълно изяснени. Stohs SJ, Hartman MJ 2015 изнасят данни от токсикологични проучвания проведени върху животни. Цитираните изследвания са във времевия диапазон от 2009 до 2014 година. Цитирано е изследване на Asare et al. 2012 – авторите изследват потенциалната токсичност на воден екстракт от лист на *M. oleifera*. Върху човешки мононуклеарни клетки *in vitro* се оценява цитотоксичността на воден екстракт от лист на *M. oleifera*. Цитотоксичността се проявява при 20 mg / kg, концентрация, която не може да се постигне при перорален прием. Приложени дози от 1000 и 3000 mg / kg от екстракта за 14 дни върху животните показано е, че екстрактът от листа е генотоксичен при доза от 3000 mg / kg. Дозата значително надвишава често използваните дози. Доза от 1000 mg / kg се счита за безопасна и не предизвиква генотоксичност. Други цитирани автори са Asiedu-Gyekye et al., 2014, изследващи токсикологични ефекти на единична орална доза от 5000 mg / kg воден екстракт от *M. oleifera* и орални дози до 1000 mg / kg от същия екстракт за 14 дни върху плъхове. Не са наблюдавани нежелани реакции и не са открити хистопатологични находки. Обобщено от приведените резултати от изследванията е показано, че токсичност в диапазона на обичайно използваните в ежедневието дози.

В прегледа на Stohs SJ, Hartman MJ 2015 не са цитирани проучвания върху хора. Растението се използва от хиляди години и в регионите с традиционна дългогодишна употреба е натрупан опит в употребата и безопасността на растението.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Moringa oleifera* има огромен потенциал като храна и лекарство. Съвременната фитотерапия разглежда растенията като сложен биогенетичен и информационен комплекс. При приемането на фитопродукти се осъществява взаимодействие между две нелинейни системи – на човек и растение. *Moringa oleifera* работи на всички структурни нива на клетките. Флавоноидната съдържание на растението, със своя прооксидантен ефект повлиява физиологичните процеси на хорметично ниво. В условията на хормезис биологичноактивните съединения задвижват кръстосана адаптация, промени на генетично ниво, промяна в метаболизма. Затова Хипократовите слова - нека храната да бъде вашето лекарство, а лекарството да бъде

---

вашата храна- придобиват ново значение. Междувидовото кръстосано взаимодействие на нивото на miRNA в растение и човек отваря нов поглед върху взаимодействието на човек и растителните източници на храна и лечебни фактори. Очакваме новинасоки в търсенето на фитонано частици с целенасочено действие в различни таргетни области.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- Amelia D, Santoso B, Purwanto B, Miftahussurur M, Joewono HT; Budiono(2018). Effects of *Moringa oleifera* on Insulin Levels and Folliculogenesis in PolycysticOvary Syndrome Model with Insulin Resistance. *Immunol Endocr Metab Agents Med Chem.* May;18(1):22-30. doi: 10.2174/1871522218666180426100754
- Anand K., Gengan R.M., Phulukdaree A., Chaturgoon A. (2015)Agroforestry waste *Moringa oleifera* petals mediated green synthesis of gold nanoparticles and their anti-cancer and catalytic activity *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* Volume 21, 25 January, Pages 1105-1111
- Appari M., Babu K.R., Kaczorowski A., Gross W., Herr I.(2014)Sulforaphane, quercetin and catechins complement each other in elimination of advanced pancreatic cancer by miR-let-7 induction and K-ras inhibition. *Int J Oncol.* Oct;45(4):1391-400. doi: 10.3892/ijo.2014.2539.
- Arulselvan P, Tan WS, Gothai S, Muniandy K, Fakurazi S, Esa NM, Alarfaj AA, Kumar SS (2016) Anti-Inflammatory Potential of Ethyl Acetate Fraction of *Moringa oleifera* in Downregulating the NF- $\kappa$ B Signaling Pathway in Lipopolysaccharide-Stimulated Macrophages. *Molecules.* Oct 31; 21(11). pii: E1452
- Asare GA, Gyan B, Bugyei K, Adjei S, Mahama R, Addo P, Otu-Nyarko L, Wiredu EK, Nyarko A. (2012) Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. *J Ethnopharmacol.* Jan 6;139(1):265-72. doi: 10.1016/j.jep.2011.11.009. Epub 2011 Nov
- Asiedu-Gyekye IJ, Frimpong-Manso S, Awortwe C, Antwi DA, Nyarko AK.(2014) Micro- and macroelemental composition and safety evaluation of the nutraceutical *Moringa oleifera* leaves. *J Toxicol.* ;2014:786979. doi: 10.1155/2014/786979.
- Balakrishnan BB, Krishnasamy K, Mayakrishnan V, Selvaraj A. (2019).*Moringa concanensis* Nimmo extracts ameliorates hyperglycemia-mediated oxidative stress and upregulates PPAR $\gamma$  and GLUT4 gene expression in liver and pancreas of streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats. *Biomed Pharmacother.* Apr;112:108688. doi: 10.1016/j.biopha.2019.108688. Epub 2019 Feb 22.
- Balakrishnan BB, Krishnasamy K, Choi KC. (2018). *Moringa concanensis* Nimmo ameliorates hyperglycemia in 3T3-L1 adipocytes by upregulating PPAR- $\gamma$ , C/EBP- $\alpha$  via Akt signaling pathway and STZ-induced diabetic rats. *Biomed Pharmacother.* Jul;103:719-728. doi: 10.1016/j.biopha.2018.04.047. Epub 2018 Apr 24
- Batista AB, Oliveira JT, Gifoni JM, Pereira ML, Almeida MG, Gomes VM, Da Cunha M, Ribeiro SF, Dias GB, Beltramini LM, Lopes JL, Grangeiro TB, Vasconcelos IM. (2014).New insights into the structure and mode of action of Mo-CBP3, an antifungal chitin-binding protein of *Moringa oleifera* seeds. *PLoS One.* Oct 27;9(10):e111427. doi: 10.1371/journal.pone.0111427
- Batista CA, Larson RG, Kotov NA. (2015). Nonadditivity of nanoparticle interactions. *Science.* Oct 9;350(6257):1242477. doi: 10.1126/science.1242477