

# 天草産モリンガの健康機能性



にしぞの・しょうこ  
九州大学農学部卒業、  
九州大学大学院生物資  
源環境科学研究科博士  
課程修了。長崎県立大  
学助手、宮崎大学産学・  
地域連携センター准教  
授を経て、現在、崇城  
大学生物生命学部応用  
微生物工学科准教授。  
博士（農学）

西園 祥子

## ● 1. はじめに ●

著者は、これまでに、九州県内の農産品の生活習慣病予防効果に焦点をあて、産学連携体制を構築し、機能性食品の開発につながる研究を行ってきた。宮崎県では、日向夏<sup>1)</sup>、ブルーベリー葉<sup>2)</sup>やニガウリ<sup>3)</sup>を対象に産学（官）連携で共同研究を行った。日向夏については、2013年度農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ）に採択され、「日向夏残渣を活用した骨代謝改善素材、飲料の開発」に関する研究を行い、「毎日おいしく日向夏」の商品化に成功した。さらに現在、機能性表示食品としての届出手続きを行っている。また、長崎県では、番茶とビワ葉の混合発酵茶を開発し、製造法と機能性について特許化するとともに、「びわ

の葉入り まるごと発酵茶」(D401)を機能性表示食品として商品化した。熊本県では、桑の葉、タモギタケ、菊芋等について、機能性評価を行うとともに、機能性表示食品としての届出に向けて商品開発を行っている。本誌では、最近、熊本県内の企業との共同研究で開発した天草産モリンガ（第1図）を主原料とし、一時的な精神的ストレス緩和と血圧が高めのヒトの血圧を下げる機能が期待できる機能性表示食品「モリンガGABA」（第2図）について紹介し、ついでモリンガのその他の機能として現在行っている抗酸化成分の解析や種々の生活習慣病予防効果を発揮する成分の可能性について概説する。

モリンガ (*Moringa oleifera*) はケシ目ワサビノキ属ワサビノキ科の北インド原産の多肉質の落葉樹であり、高温、乾燥に強く、熱帯～温帯地域



第1図 天草産モリンガ（カラー図表をHPに掲載 C080）



第2図 天草産モリンガを主原料とする機能性表示食品「モリンガGABA」（カラー図表をHPに掲載 C081）

を中心にインド、パキスタン、フィリピン、アフリカ、ブラジル、アメリカ等の多くの国で生息・栽培されている。また、わが国でも、沖縄県や九州地方を中心に栽培されている。モリンガは、成長が早く、種子を播き、3カ月程度で1.5～2mまで成長し、成木は高さ10～12mとなる。モリンガの葉、花や若い果実は野菜として食されており、花は香水に、種子は油脂やカレー粉の原料に、また乾燥葉はヨーロッパやアメリカを中心にサプリメント等に利用されるなど、全ての部位が活用されている。

モリンガ葉は、タンパク質（第1表）やビタミンA、B、Cが豊富で、カリウム、カルシウムや鉄、フラボノイド、ポリフェノール類等の90種類以上の成分を含むことが報告されている<sup>4)</sup>。一方、モリンガは、スギの50倍以上の二酸化炭素を吸収するとされ、二酸化炭素による温暖化防止に対する解決策の一つとしても注目されている<sup>4)</sup>。さらには、モリンガの実を搾油した後の搾油粕は、沈殿促進作用を持つとされ、飲料水の浄化を行うために利用されている。このように、モリンガは、栄養供給源として、また環境問題の解決に資する作物として注目され、多くの発展途上国等で栽培・利用されている。

第1表 天草産モリンガ葉乾燥粉末の栄養成分分析結果

	100g当たり
エネルギー (kcal)	317
タンパク質 (g)	30.6
脂質 (g)	7.0
炭水化物 (g)	46.9
食塩相当量 (mg)	288
食物繊維 (g)	24.3
γ-アミノ酪酸 (mg)	327

熊本県産業技術センター調べ

## ●2. 天草産モリンガの特徴●

東南アジアやアフリカ諸国等でのモリンガ栽培では、数mに成長したモリンガ成木の枝を伐採し、数日かけて天日乾燥している。そのため、乾燥中に褐変等の反応が起こる場合がある。天草地方では、2007年頃から休耕地を利用して、モリンガの栽培が開始されている。国内外で栽培されてい

るモリンガ葉とは差別化するため、天草では、毎年、種子を播き、1年目の葉のみを収穫し、また変質を防ぐために収穫後直ちに乾燥させるなど、独自の製造方法を採用している。そのため、天草産モリンガは、収穫量は1トンには満たないものの、希少な国産品であり、味や風味に優れていることから、これまで継続して販売されてきた。天草の企業では、さらに品質改良を目指して検討を行い、2018年には、モリンガの収穫時期と乾燥工程を改良し、緑茶の一番茶のように108日以内の若葉のみを収穫し、変色、風味変化等の変質を防ぐためにその日のうちに低温乾燥させ、「バージンモリンガ」（第3図）として商品化した。このバージンモリンガは、従来の天草産モリンガと同程度の抗酸化活性やポリフェノール含量を維持していることを確認し、乾燥温度による成分変化を防ぎ、鮮やかな緑色を呈し、風味や後味が改善されたと評価されている。



第3図 天草産バージンモリンガの商品例  
(カラー図表をHPに掲載 C082)

## ●3. モリンガの高血圧予防効果●

モリンガの健康機能性に関連して、モリンガ葉にはγ-アミノ酪酸 (GABA) が高濃度で含まれること<sup>5)</sup>から、高血圧予防効果が期待される。梶原らは、高血圧自然発症ラットに3 mL/kg体重のモリンガ葉水抽出物を6週間、経口投与したところ、投与後25日目以降、有意な血圧上昇抑制作用が認められたことを報告している<sup>5)</sup>。モリンガ葉の抗高血圧作用は、葉の水およびエタノール抽出画分でその活性が認められており、さらに

エタノール抽出画分からは抗高血圧作用を持つ配糖体化合物が単離され、有機硫黄化合物の一つであるチオカルバマート配糖体が同定されている<sup>6)</sup>。

天草産モリンガについて、GABA 含量を調べたところ、その乾燥粉末は、100 g 中に327 mg の GABA を含むことを見出した (第 1 表)。GABA の降圧効果は、血圧が高めのヒトにおいて、一日12.3 mg の摂取で観察される他、事務的作業や勉強に伴う精神的なストレスや疲労感を緩和する機能は28 mg で、また一時的な疲労感やストレスを感じているヒトの睡眠の質 (眠りの深さ) の向上に役立つ機能は100 mg 摂取で発揮されることが報告されている。これらの観察は、天草産モリンガが、日常的な摂取あるいは飲用レベルで、一時的な精神的ストレス緩和や血圧が高めのヒトの血圧を下げる機能が期待されることを意味しており、天草産モリンガ葉について、GABA の精神的ストレス緩和および降圧作用の機能性を謳った機能性表示食品「モリンガ GABA」(第 2 図) としての届出・商品化 (E246) につながった。モリンガ葉を主原料とする機能性表示食品としての届出は初めてのものである。

#### ● 4. 天草産モリンガの抗酸化活性 ●

モリンガ葉は、種々の成分の他、ポリフェノール類を含むことから、抗酸化活性が期待される<sup>7)</sup>。まず、抗酸化成分の抽出条件の検討およびその成分分析を行った。天草産モリンガ葉の乾燥粉末を 5～60 分間、90℃ の熱水で抽出し、DPPH ラジカル消去活性法による抗酸化活性とポリフェノール含量を測定したところ、モリンガに含まれる抗酸化成分は、90℃ の熱水で20分間抽出することにより、最大の抗酸化活性が得られることを見出した (データは省略)。さらに、熱水抽出液とエタノール抽出液の抗酸化活性ならびにポリフェノール含量を比較したところ、大きな違いが認められなかったことから、モリンガに含まれる抗酸化成分は主に水溶性成分であると推察した。つぎに、天草産バージンモリンガの熱水抽出物

の抗酸化活性およびポリフェノール含量について、収穫時期を限定せずに栽培・加工・市販されている天草産モリンガやインド産ならびにブラジル産モリンガの熱水抽出物のそれらと比較・検討した。その結果、バージンモリンガは、通常为天草産およびインド産モリンガと比較して、有意に高い抗酸化活性を示した (第 2 表)。また、ポリフェノール量およびクロロゲン酸量も抗酸化活性と同様にバージンモリンガで明らかに高値を示した。

ついで、モリンガに含まれる抗酸化成分を分離するために、飲料製造の際にポリフェノール類の除去に使用されているポリビニルピロリドン (PVPP) を用いて、ポリフェノール類の回収を試みた。その結果、天草産モリンガの抗酸化活性を100% としたとき、PVPP 非吸着画分は70% 程度の抗酸化活性を示した。また、ポリフェノール含量も抗酸化活性と同様の傾向を示したことから、モリンガに含まれる抗酸化成分は PVPP に対して吸着率の低いクロロゲン酸のようなポリフェノール類であることが推察された (第 4 図)。現在、モリンガに含まれる抗酸化成分の分離について、検討を行っている。

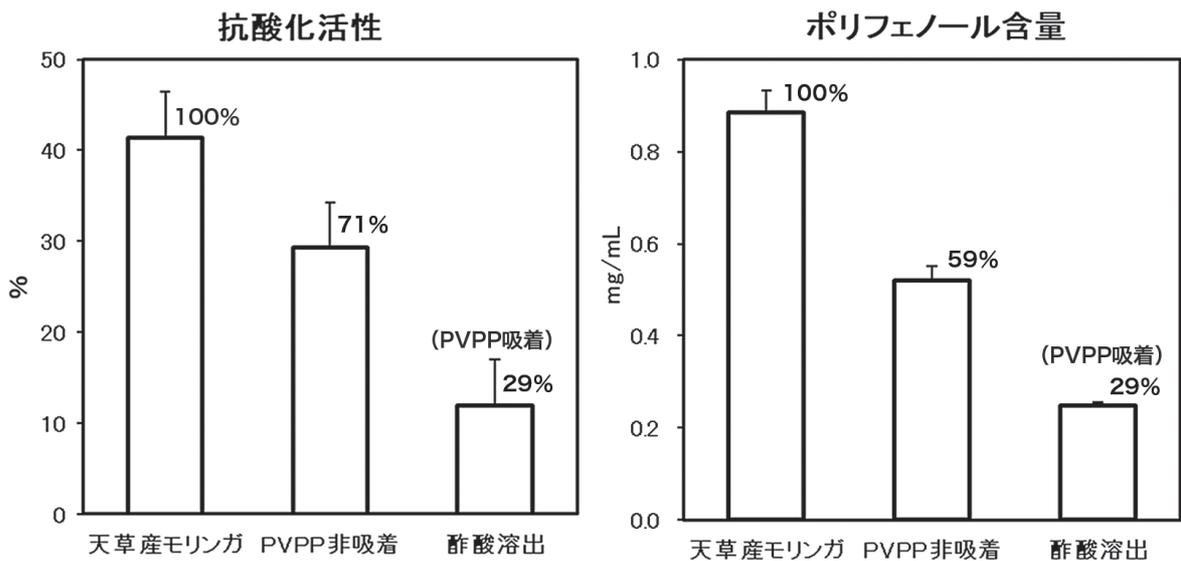
さらに、天草産モリンガと緑茶の紫外・可視スペクトルを測定したところ、モリンガ葉熱水抽出物は280 nm に加えて330 nm に極大吸収を示した (第 5 図)。これらのことから、モリンガ葉は、緑茶に多く見られる比較的単純な構造を有するポリフェノール類に加えて、共役二重結合を複数有する構造のポリフェノール類の少なくとも2種類以上の物質を含むと考えられた。さらに、我々の研究室で確立した On-line HPLC 法による

第 2 表 産地および収穫時期の異なるモリンガ葉の抗酸化活性、ポリフェノールおよびクロロゲン酸含量

	抗酸化活性 TEAC (mg/g)	ポリフェノール含量 (mg/g)	クロロゲン酸 (mg/g)
バージン	78.0 ± 12.4 <sup>b</sup>	44.6 ± 1.8 <sup>c</sup>	24.5 ± 0.2 <sup>b</sup>
天草産	50.0 ± 6.4 <sup>a</sup>	29.3 ± 1.2 <sup>a</sup>	13.9 ± 0.5 <sup>a</sup>
インド産	50.3 ± 5.4 <sup>b</sup>	32.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	13.8 ± 0.3 <sup>a</sup>
ブラジル産	59.6 ± 9.4 <sup>ab</sup>	40.5 ± 1.4 <sup>b</sup>	14.3 ± 0.3 <sup>a</sup>

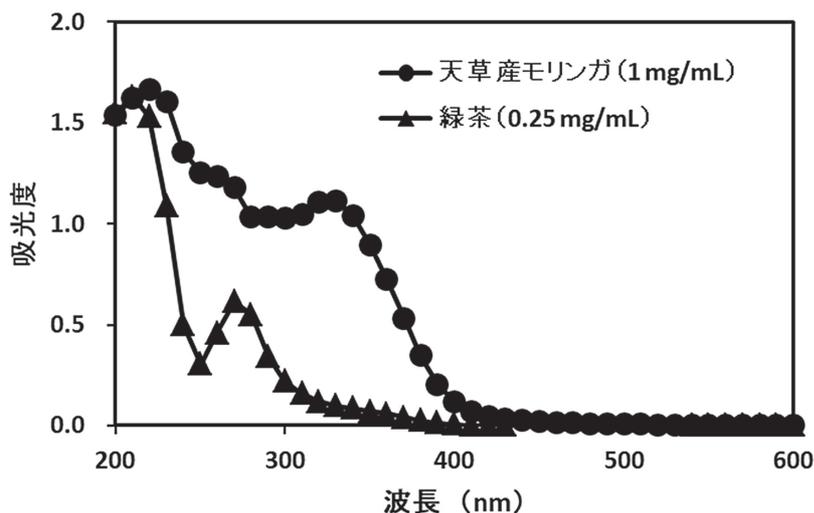
平均値±SD (n=3) TEAC: トロロックス当量

abc: 異なる文字間で有意差有 (p<0.05)



平均値 ±SD (n = 3) PVPP: ポリビニルポリピロリドン  
 図中の%数値は天草産モリンガを100%とした時の割合

第4図 天草産モリンガ熱水抽出物をPVPPで処理した後の抗酸化活性ならびにポリフェノール含量



第5図 天草産モリンガ熱水抽出物および緑茶熱水抽出物の紫外・可視スペクトル

DPPH ラジカル消去活性測定法を用いて、抗酸化成分について調べた。その結果、バージンモリンガには、比較的高い抗酸化活性を示す成分が4種類検出された(データは省略)。これらの成分のうちの一つはクロロゲン酸であると推定され、全抗酸化活性に対するクロロゲン酸の寄与率は50%程度であると推定された。なお、他の3種類の成分について、さらに同定を行っている。

## ●5. 血中コレステロール上昇抑制効果●

インドでは、モリンガ葉は古くから心疾患や肥満を伴う患者の治療に用いられている。実験動物を用いた研究を幾つか紹介する。Wistar系ラットに、30日間高脂肪食を与え、この間、モリンガ葉水抽出物を1 g/kg 体重で毎日経口投与したところ、血清、肝臓および腎臓のコレステロールレベルはコントロール群に比べ、それぞれ14.4%, 6.4%, 11.1%低下した<sup>8)</sup>。Stohsらは高脂肪食をラットに30日間摂食させ、その間、モリンガ葉のメタノール抽出物を150, 300ならびに600 mg/kg 体重で毎日経口投与したところ、投与量依存的に血清コレステロール、LDL-コレステロール、VLDL-コレステロールおよび中性脂肪濃度が減少したことを報告している<sup>9)</sup>。一方、より脂質代謝に強い影響を与える高コレステロール食をウサギに12週間摂食させ、モリンガ葉水抽出物を100 mg/kg 体重で経口投与したところ、血清コレステロール濃度が52.0%ならびにLDL-コレステロール濃度が

低下した。また、モリンガ葉水抽出物を100 mg/kg 体重で毎日経口投与したところ、血清コレステロール濃度が52.0%ならびにLDL-コレステロール濃度が

42.7%減少した。さらに、動脈硬化病変の指標として、ウサギの頸動脈内表面のプラークの形成面積率を算出したところ、モリンガ葉水抽出物の経口投与により86.5%低下した<sup>10)</sup>ことから、モリンガ葉水抽出物は、動脈硬化の進展を抑制すると考えられた。ヒトにおいても、2型糖尿病患者にモリンガ葉乾燥粉末8gの錠剤を1日1回、40日間与えたところ、血清コレステロール、中性脂肪、LDL-コレステロールおよびVLDL-コレステロール濃度はコントロール群に比べ、それぞれ14%、14%、29%ならびに15%低下した<sup>9)</sup>。以上のように、モリンガ葉は、高脂肪食やコレステロール食による血中コレステロール上昇抑制および動脈硬化の進展予防に効果的である可能性が報告されている。これらの報告は、断片的であることから、今後、有効成分の解析や作用機序解析を含めた系統的な研究が必要であろう。

## ● 6. 血糖上昇抑制効果 ●

モリンガの血糖上昇抑制効果についての研究を幾つか紹介する。2型糖尿病モデルラットであるGoto-Kakizakiラットとその対照であるWistarラットに200 mg/kg体重のモリンガ葉粉末と2 g/kg体重のグルコースを含む水溶液を同時に経口投与し、耐糖能試験を行った<sup>9)</sup>。その結果、対照ラットと比較して、モリンガ投与群の血糖値は、グルコース投与後20、30、45および60分後で有意に低値を示したことから、モリンガ葉にはグルコースの吸収を抑制する成分が含まれていると推察された。Bhattacharyaらは、実験的糖尿病モデルであるアロキサン誘導糖尿病ラットで、モリンガ葉水抽出物について同様の血糖上昇抑制効果を報告している<sup>11)</sup>。ヒトにおける実験では、閉経後女性にモリンガ葉粉末1日当たり7gを料理に加えて、3カ月間、摂取させたところ、対照群と比較して、絶食時の血糖値が有意な低値を示したことが報告されている<sup>12)</sup>。さらに、血糖値低下効果を発揮する関与成分について検討されており、ケルセチン-3-グルコシド、食物繊維、グルコモリンギン、フェノール類、フラボノイド類などを推定している。以上のように、モリンガ葉は、

耐糖能試験において、グルコースの吸収を抑え、さらに実験動物モデルでは1型および2型糖尿病で観察される高血糖の抑制にも効果的であり、またヒトでも同様の効果が期待されるようである。なお、モリンガ葉に含まれる複数の化合物が関与している可能性が報告されていることから、今後特定する必要がある。

## ● 7. 花粉・アレルギー抑制効果 ●

5週齢のBALB/c系マウスを用いた花粉・アレルギーモデル実験を紹介する。乾燥したモリンガ葉を粉末にし、0、0.3、1.0および3.0%レベルで飼料中に添加し、マウスに自由摂食させ、スギ花粉アレルゲンを5日間感作した後、腹腔内にアレルゲンを投与して好酸球を集積させたところ、モリンガ葉粉末は、総白血球数および好酸球数、血清総IgE量を有意に低下させた<sup>13)</sup>。これらの結果は、モリンガ葉が、I型アレルギーに対して抑制作用を有する可能性を示している。ヒト実験における確認が必要であるが、最近、花粉症やアレルギー症に悩まされているヒトは年々、増加しており、国民の約3割が花粉症と予想されていることおよび食品成分による花粉症・アレルギー発症予防が期待されることから、さらなる研究が必要であろう。

## ● 8. 神経薬理的効果 ●

モリンガ葉のアルツハイマー病予防効果について、動物実験および細胞試験結果が報告されているので、紹介する。Raniraらは、モリンガ葉乾燥粉末のエタノール抽出物を、250 mg/kg体重となるように水に懸濁・溶解し、14日間経口投与し、ラットの側脳室にコルヒチンを注入して、コルヒチン誘導性アルツハイマー病モデルラットを作製した。3日間の回復後、行動試験(radial Y arm maze task)を行ったところ、モリンガを投与していない対照群と比較して、モリンガ葉抽出物群では、行動試験の正解数が多く、アルツハイマー病に対する予防効果が観察された<sup>14)</sup>。また、モリンガ葉のエタノール抽出物は、コルヒチン誘導性アルツハイマー病モデルラットにおいて、

コルヒチンの脳内注入による脳のモノアミン濃度の減少を予防した。脳におけるモノアミン作動性神経系は、記憶の調節的役割を果たしていることから、モリンガ葉は、モノアミン作動性神経系に影響し、アルツハイマー病を予防する可能性が指摘されている<sup>11)</sup>。

## ●9. その他の機能性●

モリンガ葉は、インドをはじめとするアジアやアフリカ諸国において、伝統薬として古くから利用されており、上記以外にも、抗ガン作用、甲状腺ホルモン調節作用、抗菌効果、鎮痛作用、抗炎症作用、解熱作用等の多くの機能が報告されている<sup>15, 16, 17)</sup>。しかしながら、モリンガ葉の種々の生理効果について、断片的な研究が多く、また系統的な実験が少なく、さらにはヒトにおける科学的な評価を行った研究も少ないことから、今後、さらなる研究が期待される。

## ●10. おわりに●

モリンガは、北インド原産の多年生植物であり、

高温、乾燥に強く、熱帯～温帯地域を中心に世界中で栽培されている。葉、花、種子等、全ての部位が利用されており、特に葉は食用とされている。モリンガ葉は、ビタミン、ミネラルをはじめとしてポリフェノール類等、さまざまな成分を含んでおり、抗酸化作用、血中コレステロール上昇抑制作用、抗高血圧作用等、多くの健康機能が報告されている。しかし、その作用メカニズムやヒトでの機能性評価に関する科学的エビデンスは現時点では十分とは言えず、今後、さらに検討する必要がある。著者は、天草産モリンガについて、県内企業との共同研究で、一時的な精神的ストレス緩和と血圧が高めの方の血圧を下げる機能を表示した機能性表示食品「モリンガ GABA」を初めて商品化した。今後、さらにモリンガの種々の健康機能性について、系統的な実験動物試験やヒトにおける介入的な評価系で試験され、最終的には天草産モリンガが、安心して健康維持に資する機能性表示食品として多くの人々に摂取・飲用されることを期待している。

## 参 考 文 献

- 1) Nishizono S., Hata H., Miyatake M., Kobayashi T., Matsubara J., Ito K., Tsuboi M., Sakatani Y., Yamaguchi M. and Sameshima H., Mechanism underlying the preventive effect of Hyganatsu orange (*Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka) on osteoporosis. *Food Sci. Technol. Res.* **25**, 569-576 (2019).
- 2) Tanaka K., Tamaru S., Nishizono S., Miyata Y., Tamaya K., Matsui T., Tanaka T., Echizen Y. and Ikeda I., Hypotriacylglycerolemic and antiobesity properties of a new fermented tea product obtained by tea-rolling processing of third-crop green tea (*Camellia sinensis*) leaves and loquat (*Eriobotrya japonica*) leaves. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **74**, 1606-1612 (2010).
- 3) Inoue N., Nagao K., Nomura S., Shirouchi B., Inafuku M., Hirabaru H., Nakahara N., Nishizono S., Tanaka T. and Yanagita T., Effect of *Vaccinium ashei* reade leaf extracts on lipid metabolism in obese OLETF rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **75**, 2304-2308 (2011).
- 4) Kumari R., Dubey V. and Mishra S. K., Review on traditional herb *Moringa oleifera* for medical and promising uses. *Asian J. Pharmaceu. Edu. Res.* **7**, 7-15 (2018).
- 5) 梶原良, 中津沙弥香, 塩野忠彦, 柴田賢哉, 石原理子, 坂本宏司, 武藤徳男, 高血圧自然発症ラットにおけるモリンガ葉水抽出物の抗高血圧作用, 日本食品科学工学会誌, **55**, 183-185 (2008).
- 6) Faizi S., Siddiqui B. S., Saleem R., Siddiqui S., Aftab K. and Gilani A. H., Fully acetylated carbamate and hypotensive thiocarbamate glycosides from *Moringa oleifera*. *Phytochemistry* **38**, 957-963 (1995).
- 7) Verma A. R., Vijayakumar M., Mathela C. S. and Rao C. V., *In vitro* and *in vivo* antioxidant properties of different fractions of *Moringa oleifera* leaves. *Food Chem. Toxicol.* **47**, 2196-2201 (2009).
- 8) Ghasi S., Nwobodo E. and Ofili J. O., Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed wistar rats. *J. Ethenopharmacol.* **69**, 21-25 (2000).
- 9) Stohs S. J. and Hartman M. J., Review of the safety and efficacy of *Moringa oleifera*. *Phytother.* **29**, 796-804 (2015).

