

Avaliação dos fatores que caracterizam a berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional*

Evaluation factors featuring eggplant (*Solanum melongena* L.) as a functional food

ABSTRACT

CARVALHO, M. M. S.; LINO, L. L. A. Evaluation factors featuring eggplant (*Solanum melongena* L.) as a functional food. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 39, n. 1, p. 130-143, abr. 2014.

*Currently, the role of healthy food is to optimize the nutrition of individuals, providing not only increased health and well-being, but also reduced risks of developing diseases caused by poor diets. Functional foods contain substances with different biological functions, called bioactive compounds, which can modulate the physiology of the body, ensuring the maintenance of health. Eggplant (*Solanum melongena* L.) has been cited by several authors as one of the vegetables that can be classified as functional food. The lay population has used eggplant in different ways, without criteria and evidence from studies with different objectives. Among its main uses, the treatment and/or prevention of dyslipidemia and as adjuvant in weight loss can be highlighted. This work aims to study and analyze the most recent publications in order to justify the characterization of eggplant (*Solanum melongena* L.) as a functional food. To this end, a literature review of articles was conducted in the Scielo, Medline, Pubmed, Bireme, and Lilacs databases, as well as in books and journals from 1992 to 2012. The selection of bibliographic reference sought to select studies that investigated the chemical composition of eggplant, elucidated its habitual use by populations, and attempted to demonstrate its functional properties. Although some studies have demonstrated the effectiveness of eggplant, more accurate investigations with standardized methodologies are needed. These further studies should address the usual forms of consumption by the population and the correlation of these forms with the objectives of the proposed use.*

Keywords: Eggplant. *Solanum melongena* L. Eggplant. Functional foods. Dyslipidemia. Hypercholesterolemia.

MARIA MARTHA SOUZA DE CARVALHO¹

LILIAN LESSA ANDRADE LINO²

¹Especialista em Obesidade e Estética, Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Ciências da Vida.

²Mestre em Nutrição, Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Endereço para correspondência:

Maria Martha Souza de Carvalho.
Universidade do Estado da Bahia - UNEB.
Departamento Ciências da Vida – Campus I.
Rua Silveira Martins, 2555,
Cabula.
CEP 41150-000.
Salvador - BA - Brasil.
E-mail: martha_nutri@yahoo.com.br.

Financiamento:

Pós-graduada Bolsista pela Universidade do Estado da Bahia – Maria Martha Souza de Carvalho.

Agradecimentos:

À Prof.^a Edilene Queiroz, Coordenadora do Curso de Pós-graduação, Nutrição Clínica na Obesidade e Estética e à Prof.^a Ana Cristina, Docente do Curso de Nutrição na Universidade do Estado da Bahia.

*Apresentado em 24 de novembro 2012. Pôster. Departamento de Ciências da Vida. UNEB. Campus I.

RESUMEN

Actualmente, el papel de la alimentación considerada saludable es el de optimizar la nutrición de las personas, garantizándoles el aumento de la salud y del bienestar, al mismo tiempo que reduce el riesgo de desarrollar enfermedades causadas por la mala alimentación. Los alimentos funcionales presentan sustancias, denominadas compuestos bioactivos, que tienen diferentes funciones biológicas y que son capaces de modular la fisiología del organismo, garantizando el mantenimiento de la salud. La berinjena (*Solanum melongena* L.) ha sido citada por muchos autores como una de las hortalizas que se puede clasificar como alimento funcional. La berinjena ha sido utilizada por la población de diversas formas, aunque sin evidencias ni pruebas que lo respalden, y con diversos objetivos, entre los que podemos destacar el tratamiento y/o prevención de la dislipidemia y el auxilio en el adelgazamiento. Este trabajo tiene como objetivo estudiar y analizar las publicaciones más recientes que justifiquen la clasificación de la berinjena (*Solanum melongena* L.) como un alimento funcional. Para la estructuración de este estudio se realizó una revisión bibliográfica de artículos en las bases de datos Scielo, Medline, Pubmed, Bireme, Lilacs, así como en libros y revistas científicas, teniendo en cuenta el período de 1992 a 2012. La selección de la referencia bibliográfica intentó seleccionar aquellos estudios que investigaron la composición química de la berinjena, dilucidaron su uso habitual en las poblaciones y trataron de demostrar sus propiedades funcionales. Aunque algunos estudios han demostrado la eficacia de la berinjena, se necesitan investigaciones más precisas, con metodologías estandarizadas, que tengan en cuenta las formas habituales de consumo y las relacionen con los objetivos propuestos para su uso.

Palabras clave: Berinjena. *Solanum melongena* L. Berinjena. Alimentos funcionales.

Dislipidemia. Hipercolesterolemia.

RESUMO

Atualmente o papel da alimentação considerada saudável é otimizar a nutrição dos indivíduos garantindo a estes o aumento da saúde e do bem-estar como também reduzir o risco de desenvolver doenças decorrentes da má alimentação. Os alimentos funcionais apresentam substâncias com distintas funções biológicas, denominadas compostos bioativos, que são capazes de modular a fisiologia do organismo, garantindo a manutenção da saúde. A berinjela (*Solanum melongena* L.) tem sido citada por diversos autores como um dos vegetais que podem ser classificados como alimento funcional. A utilização da berinjela vem sendo feita pela população leiga sob diversas formas, mesmo sem critérios e comprovações por estudos com objetivos diversos, entre eles destaca-se sua utilização para o tratamento e/ou prevenção da dislipidemia e também como coadjuvante na perda de peso. Este trabalho tem como objetivo estudar e analisar as publicações mais recentes que justifiquem a caracterização da berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional. Para a estruturação deste estudo, foi realizada uma revisão da literatura em artigos nas bases de dados Scielo, Medline, Pubmed, Bireme, Lilacs bem como em livros e revistas científicas, considerando o período de 1992 a 2012. A seleção da referência bibliográfica preocupou-se em selecionar os estudos que pesquisaram a composição química da berinjela, elucidaram seu uso habitual nas populações, bem como tentaram demonstrar suas propriedades funcionais. Apesar de alguns estudos demonstrarem a eficácia da berinjela, são necessárias investigações mais precisas, com metodologias padronizadas, realizadas com as formas habituais de consumo entre a população e relacioná-las com os objetivos propostos do seu uso.

Palavras-chave: Berinjela. *Solanum melongena* L. *Eggplant*. Alimentos funcionais. Dislipidemias. Hipercolesterolemia.

INTRODUÇÃO

A incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como as diversas formas de câncer, diabetes, obesidade, dislipidemias, doenças cardiovasculares, osteoporose e outras, tem aumentado significativamente no Brasil e no mundo, principalmente em função do estresse associado ao estilo de vida moderno, das mudanças nos hábitos alimentares e da crescente proporção de idosos na população¹. De maneira geral, sugere-se intervenção dietoterápica baseada na redução da ingestão de alimentos ricos em açúcares, gorduras, sódio e restrição ao uso do álcool, substituindo-os por frutas, hortaliças, cereais integrais, grãos e laticínios desnatados².

Atualmente, o papel da alimentação considerada saudável (baseada no consumo frequente de frutas, hortaliças, grãos integrais etc.) vai além da ênfase sobre a importância de uma dieta balanceada. Ela almeja não só otimizar a nutrição, com o objetivo de maximizar as funções fisiológicas e garantir o aumento da saúde e do bem-estar, como também reduzir o risco de desenvolver doenças decorrentes da má alimentação - as deficiências nutricionais bem como as DCNT^{2,3}.

Os grandes desafios apresentados às áreas da ciência de alimentos e nutrição baseiam-se na capacidade de atender ao desejo do consumidor moderno, que anseia ter acesso a todos os benefícios que os alimentos podem proporcionar. Nesse sentido, ampliam-se estudos e publicações de alimentos funcionais e seus usos na alimentação¹. A Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde define que

alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica^{4,5}.

Os compostos funcionais variam extensamente em estrutura química e, conseqüentemente, na função biológica. Entretanto, eles apresentam algumas características em comum: pertencem a alimentos do reino vegetal; são substâncias orgânicas e geralmente de baixo peso molecular; não são indispensáveis nem sintetizados pelo organismo humano; promovem ação protetora na saúde humana quando presentes na dieta em quantidades significativas. Do ponto de vista biológico, exercem várias ações como atividade antioxidante; modulação de enzimas de destoxificação; estimulação do sistema imune; redução da agregação plaquetária; controle do metabolismo hormonal; redução da pressão sanguínea; e atividade bacteriana e antiviral⁶.

A berinjela, botanicamente classificada como *Solanum melongena* L., pertence à família Solanaceae. É originária da Índia e foi introduzida no Brasil no século XVI pelos portugueses. Os árabes, os orientais (principalmente os japoneses) e seus descendentes são os maiores consumidores desta hortaliça. É cultivada em maior escala nos estados de São Paulo, seguido de Minas Gerais e da região sul do País⁷.

Por conter em sua composição substâncias com supostas ações terapêuticas, a berinjela (*Solanum melongena* L.) tem sido citada por diversos autores como um dos vegetais que podem ser classificados como alimento funcional. Estudos relatam o seu uso no controle de altos níveis plasmáticos de colesterol e nas dietas para emagrecimento, tornando-se assim importante na dislipidemia e obesidade⁸⁻¹⁰.

Os dados sobre os supostos efeitos benéficos da berinjela evidenciam a importância do conhecimento detalhado de sua composição química para especificações nutricionais, adequação de dietas e para a ciência de alimentos⁹.

Dessa forma, pretende-se estudar as publicações mais recentes que justifiquem a caracterização da berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional. Pretende-se também avaliar se seu uso mostra-se efetivo no tratamento das dislipidemias e nas dietas para emagrecimento, elucidando quais são os compostos bioativos responsáveis por esses efeitos bem como caracterizar as indicações de uso para o melhor aproveitamento do organismo de suas supostas ações.

METODOLOGIA

Para a estruturação deste estudo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, tendo como ferramenta norteadora, materiais já publicados sobre o tema, como os artigos científicos disponíveis nas bases de dados *Scielo*, *Medline*, *Pubmed*, *Bireme*, *Lilacs*. A pesquisa bibliográfica também foi realizada em livros e revistas científicas, sempre considerando o período de 1992 a 2012. As palavras-chave pesquisadas foram: “berinjela”, “*Solanum melongena* L.”, “*eggplant*”, “alimentos funcionais”, “dislipidemias”, “hipercolesterolemia” na língua portuguesa e na língua inglesa. A seleção da referência bibliográfica preocupou-se em selecionar os estudos que pesquisaram a composição química da berinjela, elucidaram seu uso habitual nas populações bem como tentaram demonstrar suas propriedades funcionais.

RESULTADOS

BERINJELA (*SOLANUM MELONGENA* L.) COMO ALIMENTO FUNCIONAL

A berinjela é um vegetal com alto teor de água, baixo de proteínas, é rica em fibras, sais minerais (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e vitaminas (A, tiamina, riboflavina, niacina e C), saponinas, compostos fenólicos e glicoalcaloides^{11,12}. A composição de micronutrientes em 100 g de berinjela crua estão descritos no Quadro 1.

As antocianinas que conferem à casca uma cor púrpura são os compostos responsáveis pelas propriedades antioxidantes atribuídas ao fruto¹².

O grande interesse pela berinjela é o seu possível efeito hipocolesterolêmico; e este pode ser atribuído também pelo elevado teor de fibras totais que possui – 44,12% da base seca, sendo pouco mais da metade representado pela fibra alimentar solúvel¹³. Das et al.¹⁴ encontraram um total de fibras no valor de 1,5g/100g e 1,6g/100g do peso fresco na berinjela crua e na berinjela grelhada, respectivamente. Alguns estudos sugerem que os polifenóis, saponinas, esteroides e flavonoides presentes na berinjela também são os possíveis responsáveis por sua ação na redução do colesterol sérico¹⁵.

Outros componentes, além das fibras, como as vitaminas B3 (niacina) e a vitamina C, também parecem exercer alterações benéficas sobre o metabolismo de lipídeos¹⁶. A redução do colesterol tecidual não deve estar relacionada apenas com a diminuição do colesterol plasmático, mas também com o efeito antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), a nativa, a oxidada e da parede arterial⁹.

Quadro 1 - Composição de micronutrientes em 100 g de berinjela crua

Potássio	112,7 mg
Enxofre	100 mg
Magnésio	90 mg
Sódio	38,2 mg
Fósforo	29 mg
Cálcio	17 mg
Manganês	3,8 mg
Zinco	2,7 mg
Cobre	1,1 mg
Ferro	0,4 mg
Ácido ascórbico	1,2 mg
Tiamina	60 µg
Riboflavina	45 µg
Retinol	5 µg
Niacina	0,6 µg

Fonte: Ribeiro⁷.

O tratamento farmacológico visando à elevação da HDL-C no sangue tem na niacina (ácido nicotínico ou vitamina B3) seu maior aliado. Mesmo doses da vitamina na ordem de 1g/dia são capazes de elevar a HDL-C. A niacina isoladamente é o agente de primeira escolha para elevar a HDL-C, enquanto as estatinas (principal grupo de medicamentos hipocolesterolêmicos) para reduzir a LDL-C. A Lp(a) - partícula pró-trombótica e indutora de instabilização da placa aterosclerótica - somente foi reduzida significativamente pela utilização da niacina, único agente hipolipemiante atual capaz de reduzir seus níveis séricos^{17,18}.

A vitamina C também tem ação na conversão do colesterol em ácidos biliares. Estudos com animais sugerem que a vitamina C estimula a atividade da 7- α -colesterol hidrolase, enzima que regula a conversão do colesterol pelos ácidos biliares. Em humanos, não há correlação consistente entre a vitamina C e o colesterol sérico total. No entanto, alguns estudos mostram que a vitamina está positivamente correlacionada ao HDL-colesterol. Evidências sugerem que a deficiência em ácido ascórbico pode ser um dos diversos fatores de risco que contribuem para as doenças cardiovasculares. O papel antioxidante da vitamina C no processo aterosclerótico pode estar envolvido na inibição da modificação oxidativa da LDL-colesterol, não somente por “varrer” espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, mas também, indiretamente, por aumentar a presença de vitamina E e glutatona nas membranas celulares⁶.

AÇÃO BIOLÓGICA DOS COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NA BERINJELA

POLIFENÓIS

Os polifenóis ou compostos fenólicos são um amplo e numeroso grupo de moléculas encontradas em vegetais. Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila⁴. São os antioxidantes mais abundantes da dieta sendo classificados em quatro grupos com subdivisões: flavonoides (presentes na berinjela), ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos^{3,6}.

Os compostos fenólicos recebem muita atenção da comunidade científica por seus numerosos efeitos biológicos, como sequestro de espécies radicalares de oxigênio e modulação da atividade de algumas enzimas específicas, bem como seu potencial como agente antibiótico, antialérgico e anti-inflamatório. Descreve-se também que os polifenóis podem apresentar uma variedade de mecanismos de ação, independentes de sua capacidade antioxidante convencional, no sentido de reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis. Outros efeitos biológicos específicos são a inibição ou a redução da expressão de diferentes enzimas, entre elas a telomerase, a ciclooxigenase e a lipoxigenase, e ainda podem interagir com as vias de transdução do sinal e receptores celulares, evidenciando seu papel na nutrigenômica⁶.

Foi identificado na *Solanum melongena* L. elevado teor em ácido clorogênico, um composto fenólico abundante em plantas e com elevado potencial antioxidante. Essa entidade química é produzida como uma proteção natural das plantas para os micro-organismos do ambiente. Da mesma forma, a cor externa do fruto, devido à presença de flavonoides do tipo antocianinas, mostra também propriedades antioxidantes. Tais compostos atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, degenerativas e no câncer¹².

Simões¹⁹ apontam que o emprego terapêutico de plantas contendo flavonoides é vasto, mas ainda empírico. Esclarecem que alguns medicamentos são elaborados a partir de flavonoides, em particular para o tratamento de doenças circulatórias, como a hipertensão. São responsáveis por ação antitumoral considerável, podendo ainda atuar como antivirais, anti-hemorrágicos, hormonais, anti-inflamatórios, antimicrobianos e antioxidantes. Ressaltam também que embora os flavonoides constituam um dos grupos de metabólitos secundários com grande potencial terapêutico curativo e preventivo de várias enfermidades, ainda são necessários estudos clínicos e toxicológicos que permitam o emprego destas substâncias com maior segurança.

Os estudos farmacológicos indicam que os flavonoides presentes na berinjela podem ajudar na redução do colesterol e dos triglicérides no sangue em ratos e em seres humanos por modulação do seu metabolismo e aumento da excreção. Este efeito está associado ao aumento da atividade da enzima lecitina colesterol aciltransferase - LCAT, uma enzima presente na superfície de lipoproteína de alta densidade – HDL¹².

Estudo realizado por Gonçalves et al.⁸, apontam que a nasunina, uma antocianina, e a delphinidina, sua aglicona (livres de açúcar), em ratos, contribuem para a redução do colesterol sérico total e para a elevação do colesterol HDL, o que se deve, em parte, à inibição da absorção intestinal de colesterol e ácidos biliares. Os polifenóis parecem exercer importante ação em

condições fisiológicas desfavoráveis como a dislipidemia e a aterosclerose, prevenindo-as ou atenuando seus efeitos, já que possuem a capacidade de proteger a LDL da oxidação, evitando a formação de placas (ateromas) que bloqueiam a passagem da corrente sanguínea⁴.

GLICOALCALOIDES

São substâncias orgânicas, de origem natural, contendo um nitrogênio em um anel heterocíclico. Essenciais para a existência dos vegetais, já que muitas plantas ao produzirem alcaloides são evitadas por animais ou insetos, isto certamente devido à sua toxicidade ou ao fato de a maioria dos alcaloides terem gosto amargo¹⁹.

Dessa forma, em relação aos alcaloides, os autores apresentam opiniões divergentes sobre sua atuação, pois os apontam como um agente hipocolesterolêmico e também como um composto tóxico. Por meio de estudos, conclui-se que esses compostos tornam-se prejudiciais apenas quando utilizados em grandes quantidades, o que não é habitual, já que a berinjela é mais utilizada madura e após tratamento térmico, o que reduz a quantidade dos alcaloides, mas mantém a quantidade de fibras. Praça et al.²⁰ afirmam que o uso da berinjela crua associada ao suco de laranja não é efetivo no tratamento da hipercolesterolemia e nem pode ser considerada uma alternativa às estatinas; retificando assim que o uso da berinjela crua como um agente hipolipemiante deve ser desencorajado.

As folhas e frutos, sobretudo imaturos, de quase todas as espécies de solanáceas contêm glicoalcaloides (ou alcaloides glicosídicos), em especial os esteroides α -solanina e α -chaconina, com importância toxicológica atestada - atividades anticolinesterásica e hemolítica em especial. Por isso, essa família botânica deve suscitar precaução mesmo no uso culinário esporádico (a partir de 20 mg/100g já pode causar risco à saúde), assim como estudos que fundamentem seu uso sistemático diário na qualidade de alimentos funcionais. A menor quantidade de α -solanina é encontrada em frutos maduros, demonstrando que há concordância quanto a esse aspecto fisiológico (maturidade) influenciando o teor de glicoalcaloides dessas plantas. Fatores abióticos, a exemplo da radiação intensa e da temperatura elevada, também aumentam os níveis de glicoalcaloides das solanáceas²¹.

Vários compostos presentes no fruto têm a capacidade de causar reações alérgicas que se manifestam sob diferentes formas. Sabe-se que o fruto natural cru pode causar problemas de estômago, dores de cabeça, enxaquecas. Ensaios de citotoxicidade contra linhagens celulares tumorais humanas, tais como carcinoma de células renais, adenocarcinoma da mama e melanoma, mostram o seu efeito citotóxico, devido à presença de solanina, que atua como um inibidor de topoisomerase, mesmo em concentrações muito baixas. A berinjela só deve ser consumida após submissão ao tratamento térmico, já que o processo leva à decomposição dos possíveis compostos nocivos (alcaloides) ao homem¹².

Os alcaloides presentes nas solanáceas como solamargina, solanina e solasodina seriam as substâncias capazes de inibir a conversão enzimática de di-idrolanosterol em colesterol, agindo num ponto além daquele em que age a enzima-chave na biossíntese do colesterol (hidroxi-metilglutaril coenzima A redutase - HMG-CoA redutase), no metabolismo deste lipídeo⁸.

SAPONINAS

Entre os componentes encontrados na berinjela, as saponinas podem contribuir para a redução do colesterol total sem afetar a fração HDL, pois aumentam a excreção fecal de sais biliares quando presente em quantidade superior a 150 mg/kg/dieta¹⁵.

O mecanismo da ação hipocolesterolemiantes poderia ser explicado pelo aumento da excreção do colesterol, por formação de complexo com as saponinas administradas por via oral, ou, ainda, pelo aumento da eliminação fecal de ácidos biliares, conduzindo a maior utilização de colesterol para a síntese dessas substâncias. Uma proposta de mecanismo, um pouco mais recente, leva em consideração também as propriedades irritantes das saponinas. Com a formação de complexos entre as saponinas e o colesterol das membranas das células da mucosa intestinal, ocorreria uma esfoliação, com perda de função e redução da área de absorção¹⁹.

Diante dessas propriedades, as saponinas também podem ser consideradas um dos agentes biológicos responsáveis pelas propriedades funcionais da berinjela.

FIBRAS

Fibra alimentar é o componente do alimento que não é digerido pelo homem devido à ausência de enzimas específicas ou à incapacidade das enzimas presentes no trato gastrointestinal de completarem a digestão. Seu consumo regular pode auxiliar na prevenção da obesidade, diabetes, câncer de cólon, úlceras e doenças coronarianas³.

A viscosidade é a principal característica da fibra responsável pela diminuição do colesterol plasmático e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL - colesterol). Polissacarídeos viscosos podem afetar o metabolismo de lipídeos por meio de muitas vias, incluindo o aumento da excreção de ácidos biliares e a diminuição da absorção de lipídeos. O aumento da excreção de ácidos biliares provoca um aumento na conversão de colesterol do sangue para esses ácidos. O efeito da massa/volume e a capacidade de reter água associada a certos polissacarídeos viscosos certamente auxiliam na sua capacidade de diminuir colesterol. Isto se deve, em parte, ao fato de que estes dois parâmetros contribuem para conferir aos polissacarídeos a capacidade de aumentar a excreção de ácidos biliares e modificar a absorção de lipídeos¹⁵.

Existem dois tipos de fibras dietéticas quanto à solubilidade: as fibras insolúveis e as solúveis. As fibras insolúveis são importantes para fornecer a massa necessária para a ação peristáltica do intestino; já as fibras solúveis têm a propriedade de se ligarem à água, formando um gel que reduz a absorção de lipídeos e açúcares, tornando-se substrato para a formação de rica microbiota bacteriana²². São fermentadas por bactérias benéficas presentes no cólon (intestino grosso), produzindo ácido lático e os ácidos graxos de cadeias curtas - acético, propiônico e butírico - que podem reduzir o colesterol circulante no sangue devido ao efeito inibitório sobre a enzima-chave na síntese de colesterol - HMG-CoA redutase²³.

Existem inúmeras teorias para explicar como a fibra solúvel pode reduzir o colesterol sérico: a viscosidade natural que possui pode diminuir a absorção de colesterol pelo intestino; a fibra solúvel pode aumentar a excreção de ácidos biliares nas fezes e, para compensar, o fígado produz mais ácidos biliares a partir da degradação do colesterol endógeno; os propionatos produzidos por meio da fermentação da fibra solúvel pelas bactérias do cólon são absorvidos e convertidos em succinil coenzima A no fígado, podendo inibir a síntese de colesterol²².

Derivi et al.²⁴, em um estudo com ratos da linhagem “*Wistar*”, utilizando rações contendo teores de pectina solúvel de 1,01% (ração de berinjela com casca), 0,86% (ração de berinjela sem casca) e 0,37% (ração de casca de berinjela), concluíram que rações contendo berinjela com casca e casca de berinjela, mesmo em presença de baixos teores de pectina solúvel, apresentaram acentuado efeito hipoglicêmico, enquanto que os teores de 0,86g% de pectina solúvel presente na ração de berinjela sem casca promoveram um efeito menos acentuado. A pectina solúvel é responsável por alterações na estrutura da mucosa intestinal, com aparecimento de rarefação das criptas e vilosidades da mucosa intestinal, que leva à diminuição da absorção de glicose. A ingestão por um período prolongado de pectina solúvel (teores de 1,01g%), presente na ração de berinjela com casca, pode ter sido a responsável pela melhora observada em relação à tolerância à glicose, em consequência destas alterações nesse experimento.

Em estudos com animais de experimentação, a redução do peso corpóreo, utilizando a berinjela, foi interpretada como consequência do elevado teor de fibra alimentar encontrado nessa hortaliça⁹, o que a torna importante também em dietas para emagrecimento, por proporcionar redução da ingestão energética, já que aumenta o tempo de esvaziamento gástrico e estende a sensação de saciedade. No Quadro 2, estão descritos os compostos bioativos presentes na berinjela e suas respectivas ações no organismo.

Quadro 2 - Compostos bioativos presentes na berinjela e suas respectivas ações

Princípio bioativo	Ação relacionada	Efeito terapêutico/tóxico	Referências
Polifenóis	Antioxidantes	Reagem com os radicais livres e restringem seus efeitos maléficos ao organismo: oxidação de LDL, danos ao DNA, adesão plaquetária e inflamação sistêmica.	Carvalho et al. (2006) ³ , Pimentel et al. (2005) ⁴ e Cozzolino (2012) ⁶
Glicocalcoídes	Agente hipocolesterolêmico Atividades anticolinesterásica e hemolítica	Inibem a conversão enzimática de di-idrolanosterol em colesterol. Acúmulo de acetilcolina e quadro de intoxicação: dor de garganta, cefaleia, diarreia, vômitos, desidratação, convulsões, êxito letal possível.	Gonçalves et al., (2006) ⁸ e Andrade Junior (2004) ²¹
Saponinas	Ação hipocolesterolemiante	Aumentam a excreção fecal de sais biliares.	Cuppari (2005) ¹⁵ e Simões (2007) ¹⁹
Fibras	Prevenção da obesidade Diminuição do colesterol plasmático e de LDL Efeito hipoglicemiante	Aumentam o tempo de esvaziamento gástrico e estendem a sensação de saciedade. Aumentam a excreção de ácidos biliares e diminuem a absorção de lipídeos. Promovem alterações na estrutura da mucosa intestinal, com aparecimento de rarefação das criptas e vilosidades, levando à diminuição da absorção de glicose.	Carvalho et al. (2006) ³ , Santos et al. (2002) ⁹ , Gonçalves et al. (2007) ²² , e Derivi et al. (2002) ²⁴

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DA BERINJELA

Medidas não farmacológicas para as dislipidemias, coadjuvantes na prevenção primária, como dieta pobre em gorduras saturadas e colesterol, bem como rica em fibras, exercícios físicos e o não tabagismo são medidas muito utilizadas entre a população como um meio de minimizar os efeitos colaterais e os altos custos do tratamento medicamentoso dessa patologia¹¹.

A berinjela vem sendo utilizada pela população como um tratamento complementar para dislipidemia, nas formas de suco associado ou não com laranja, como chás, em cápsulas e a água de remolho do vegetal^{12,20}.

O consumo da berinjela pela população ocorre tanto pelos hábitos culturais quanto em função das alegações de suas propriedades funcionais – agente hipocolesterolêmico e redutor do peso corpóreo. Devido ao seu elevado teor em água (superior a 90%), é muito utilizada em dietas para emagrecimento. É consumida cozida, frita, grelhada ou assada. Utilizada em jejum depois de submetida à decocção ou maceração em água (cortada, macerada em água durante a noite) com a finalidade para reduzir o colesterol e promover a perda de peso; como xarope - para perda de peso, utilizando 30 gotas, três vezes ao dia; na forma de extrato seco em cápsulas, para a redução do colesterol¹². A quantidade de fibras que possui mesmo em preparações cozidas - 0,94/100g de fibra solúvel e 1,59/100g de fibra insolúvel⁴ torna seu uso interessante para os objetivos anteriormente descritos, bem como contribui para a ingestão diária de fibras.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Quanto à redução do colesterol sanguíneo, a eficácia das propriedades funcionais da berinjela é avaliada em relação ao principal grupo de medicamentos hipocolesterolêmicos – as estatinas. Estas são agentes hipolipemiantes que exercem os seus efeitos por meio da inibição da HMG-CoA redutase, enzima fundamental na síntese do colesterol. Os inibidores da HMG-CoA redutase (vastatinas ou estatinas) constituem uma notável classe de medicamentos redutores de colesterol e têm sido associados com uma expressiva diminuição da morbidade e mortalidade cardiovascular para pacientes em prevenção primária ou secundária da doença coronariana. O mecanismo de ação das estatinas para obtenção da redução do colesterol se deve à inibição da enzima HMG-CoA redutase, por meio de uma afinidade destes fármacos com o sítio ativo da enzima, levando a uma redução do colesterol tecidual e um conseqüente aumento na expressão dos receptores de LDL. Esta inibição é reversível e competitiva com o substrato HMG-CoA. Alguns polimorfismos genéticos e a interação com alguns fármacos podem determinar dificuldade na sua captação, metabolização e eliminação¹⁸.

Praça et al.²⁰ compararam o uso de suco de berinjela com laranja e o uso de estatinas (lovastatina). Para que fosse considerada uma alternativa à lovastatina, a redução esperada com o suco de berinjela deveria ser \geq a 20%, já que estudos demonstraram que as estatinas reduzem os níveis de colesterol em aproximadamente 20% e a incidência de eventos cardiovasculares e mortalidade em até 22%. Diante dos resultados obtidos – tendência ao aumento do colesterol nos indivíduos em tratamento com a berinjela, os autores afirmaram que esta opção terapêutica alternativa, com a berinjela, não está fundamentada por evidências científicas suficientes e não deve ser recomendada.

Do ponto de vista comercial, são usadas berinjela em cápsulas como extrato seco para reduzir o colesterol¹². Gonçalves et al.¹¹ estudaram a utilização do extrato seco (360 mg), em cápsulas (3 vezes ao dia), de berinjela, em pacientes dislipidêmicos sob controle nutricional por 90 dias. Ao comparar os valores de colesterol total e suas frações antes e após 90 dias de tratamento com as cápsulas de berinjela, verificou-se que no grupo experimental (em uso das cápsulas) todos os valores médios estavam menores do que na avaliação basal, com destaque para o colesterol total, e aumento não significativo para fração HDL. Ao contrário, no grupo controle (sem uso do extrato seco) os valores médios aos 90 dias eram mais altos para o colesterol total e LDL, com redução significativa para as frações HDL e VLDL e não significativo para os triglicerídeos. Os autores concluíram que a berinjela, na forma de cápsula, exerce um modesto efeito hipolipemiante, não apresentando efeito hepatotóxico.

Já no estudo clínico randomizado longitudinal do tipo duplo-cego, realizado por Silva et al.²⁵ durante 90 dias, foram utilizados 450 mg de extrato seco de *Solanum melongena* L. em pacientes hiperlipidêmicos. Segundo os autores, o tempo estabelecido é suficiente para confirmar ou não efeito hipolipemiante, de acordo com a experiência clínica, e o uso do extrato seco foi devido ao fato de ser a forma farmacêutica comercialmente disponível. No estudo, foram excluídos os pacientes em uso de medicamentos hipolipemiantes e antiobesidade bem como aqueles que apresentavam grau severo de hiperlipidemia. Exatamente 41 pacientes participaram dessa investigação e foram equitativamente randomizados em dois grupos: em uso de extrato seco de berinjela e com placebo. Os participantes utilizaram duas cápsulas após o almoço e duas após o jantar. Ao compararem os valores antes e após os 90 dias de tratamento com berinjela, verificaram que houve redução do colesterol total, LDL-c e LDL-c/HDL-c e manutenção dos valores séricos de triglicerídeos, HDL-c e VLDL-c. Porém, o grupo placebo apresentou resposta similar. Quanto aos demais parâmetros também investigados na pesquisa como AST, ALT, gama GT, glicemia e IMC, não houve diferença estatisticamente significativa ao serem comparados os valores no final do tratamento para os dois grupos. Os pesquisadores concluíram que, apesar do uso popular da berinjela como emagrecedora, esta possibilidade não foi confirmada e que, pelo menos na forma comercializada no Brasil, não exerce efeito hipolipemiante em pacientes portadores de hiperlipidemia. Justificam também que a diferença encontrada entre os resultados deles e outros estudos demonstrando propriedade hipolipemiante da berinjela deve-se ao fato de que as outras investigações envolveram modelos experimentais animais; empregaram frações, extrato alcoólico ou substâncias isoladas, condições nas quais o princípio ativo está mais concentrado em relação ao extrato seco.

Rosa et al.²⁶ estudaram o uso de uma dieta hipocalórica associada à suplementação com a farinha de berinjela. Os pesquisadores acompanharam 14 voluntárias obesas. Foram divididas em dois grupos: o grupo experimental, submetido a uma dieta hipocalórica e suplementado com 14 g de farinha de berinjela e grupo controle, o qual foi submetido à dieta hipocalórica sem suplementação. A duração do estudo foi de 60 dias, sendo realizado acompanhamento nutricional a cada quinze dias e coleta de sangue mensalmente, para análises bioquímicas. As voluntárias, de ambos os grupos, apresentavam Obesidade Grau I, além de adiposidade central, excesso de gordura corporal e alterações na pressão arterial sistêmica. No grupo experimental, observou-se que houve redução significativa da circunferência da cintura ($p < 0,02$) e da concentração sérica de ácido úrico ($p < 0,02$), fato que não ocorreu no grupo controle. Houve redução da concentração de

triglicerídeos, colesterol total, LDL - colesterol e VLDL. Dessa forma, concluiu-se que o uso da berinjela na forma de farinha, torna-se um importante coadjuvante nas dietas para emagrecimento.

Em outro experimento conduzido também por Rosa et al.¹⁰, os autores estudaram o uso das farinhas de linhaça marrom desengordurada e de berinjela na diminuição dos fatores de risco cardiovasculares em mulheres obesas. Por um período de oito semanas, 25 voluntárias foram divididas em três grupos: com dieta hipocalórica, dieta hipocalórica associada à suplementação com farinha de berinjela e dieta hipocalórica associada à suplementação com farinha de linhaça marrom desengordurada. As consultas nutricionais individualizadas foram realizadas a cada duas semanas para a coleta de dados antropométricos, clínicos e bioquímicos. Nos três grupos de estudo, houve redução significativa de peso e IMC. No grupo com suplementação com farinha de berinjela ocorreu redução das concentrações séricas de colesterol total ($p < 0,04$), de insulina ($p < 0,03$) e do HOMA-IR ($p < 0,04$). No grupo com suplementação com a farinha de linhaça, foi observada redução da glicemia ($p < 0,05$) e colesterolemia ($p < 0,01$). Esse estudo mostrou que a suplementação com as farinhas de berinjela e linhaça mostraram-se benéficas na redução da dislipidemia e insulinemia, podendo auxiliar no tratamento nutricional da obesidade e contribuir para a prevenção primária das doenças cardiovasculares.

González – Lavaut et al.¹², além de ratificar as afirmações de outros estudos com a berinjela - redução do colesterol e prevenção da arteriosclerose -, informam outras propriedades benéficas da *Solanum melongena* L. Afirmam que na medicina natural é usada para curar queimaduras e doenças reumáticas, já que tem um efeito calmante e alivia a dor. Para o tratamento de queimaduras solares, é utilizado como uma pasta preparada a partir do fruto, que é aplicado sobre a pele afetada. Mencionam também que a berinjela facilita o adequado funcionamento do fígado estimulando a secreção da bile, bem como exerce um efeito hepatoprotetor. Este efeito foi demonstrado por Itaya e Igarashi²⁷ ao estudar o extrato puro de berinjela, que reduziu danos no fígado de ratos Holtzman, induzidos por tetracloreto de carbono, quando administrada durante 11 dias, alterando positivamente os níveis das transaminases.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande interesse por parte dos pesquisadores em demonstrar as reais propriedades da berinjela deve-se ao fato de muitos estudos e pesquisas suscitarem que essa espécie vegetal possui, em sua composição química, componentes que a torna importante na prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis, entre elas a obesidade, dislipidemias e diabetes.

De acordo com a literatura, a berinjela demonstrou ser um alimento importante na composição de uma alimentação saudável – por ser fonte de fibras, vitaminas hidrossolúveis, minerais, conter flavonoides, possuir um baixo valor calórico – além de ser um fruto de fácil aproveitamento na culinária e de grande aceitabilidade pela coletividade.

A maioria dos autores demonstrou e concluiu um modesto efeito hipolipemiante ou até mesmo nulo ao utilizarem a berinjela na forma de extrato seco. Os estudos que conseguiram demonstrar efeitos positivos da berinjela para o tratamento das DCNT foram aqueles que analisaram as fibras presentes no vegetal, corroborando assim a importância da presença das fibras na dieta habitual humana e na dietoterapia da obesidade e dislipidemia. As fibras estão presentes na berinjela mesmo após o tratamento térmico, forma em que o vegetal deve ser consumido.

Ao considerar a berinjela um alimento funcional, abrem-se as perspectivas e necessidades de mais estudos aprofundados, com metodologias padronizadas, descrevendo suas propriedades, composição e usos, objetivando evitar possíveis efeitos colaterais e tóxicos, além de desmistificar formas de utilização sem reais efeitos benéficos, seja no tratamento das DCNT ou como integrante de uma alimentação saudável.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

1. Tirapegui J. *Nutrição Fundamentos e Aspectos Atuais*. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2006. 342 p.
2. Cuppari L, organizadora. *Nutrição nas doenças crônicas não-transmissíveis*. Barueri: Manole; 2009. 515 p.
3. Carvalho PGB, Machado CMM, Moretti CL, Fonseca MEN. Hortaliças como alimentos funcionais. *Hortic Bras*. 2006;24(4):397-404. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000400001>
4. Pimentel CVMB, Francki VM, Gollucke APB. *Alimentos Funcionais: Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos*. São Paulo: Varela; 2005. 95 p.
5. Dâmaso A, organizadora. *Nutrição e exercício na prevenção de doenças*. São Paulo: Medsi; 2001. 433 p.
6. Cozzolino S, organizadora. *Biodisponibilidade de Nutrientes*. 4. ed. Barueri: Manole; 2012. 1334 p.
7. Ribeiro CSC. *Berinjela (Solanum melongena L.)*: Embrapa Hortaliças; 2007 [cited 2012 Apr 7]. Available from: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>.
8. Gonçalves MCR, Diniz MFFM, Borba JDC, Nunes XP, Barbosa-Filho JM. Berinjela (*Solanum melongena* L.) - mito ou realidade no combate as dislipidemias? *Rev Bras Farmacogn*. 2006;16(2):252-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2006000200020>
9. Santos K, Karam LM, Freitas RJS, Stertz SC. Composição química da berinjela (*Solanum Melongena* L.). *Bol Ceppa*. 2002;20(2):247-56.
10. Rosa G, et al. Comparação da suplementação de farinha de linhaça marrom desengordurada e farinha de berinjela na redução dos fatores de risco cardiovascular. *Revista Brasileira Cardiologia*. 2011;24:95-9.
11. Gonçalves MCR, Diniz MFF, Dantas AHG, Borba JDC. Modesto efeito hipolipemiante do extrato seco de Berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres com dislipidemias, sob controle nutricional. *Rev Bras Farmacogn*. 2006;16:656-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2006000500012>
12. González-Lavaut JA, Oca-Rojas YM, Domínguez-Mesa MI. Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. *Rev Cubana Plant Med*. 2007;3(12):1-13.
13. Perez PMP, Germani R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. *Bol Ceppa*. 2004;22(1):15-24.
14. Das S, Raychaudhuri U, Falchi M, Bertelli A, Braga PC, Das DK. Cardioprotective properties of raw and cooked eggplant (*Solanum melongena* L.). *Food Funct*. 2011;2(7):395-399. PMID:21894326. <http://dx.doi.org/10.1039/c1fo10048c>
15. Cuppari L, organizadora. *Nutrição: Nutrição clínica no adulto*. 2. ed. Barueri: Manole; 2005. 474 p.
16. Perez PMP, Germani R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). *Ciênc Tecnol Aliment*. 2007;27(1):186-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000100033>
17. Borges JL. Combinação de fármacos na abordagem das dislipidemias: associação entre estatinas e niacina. *Arq Bras Cardiol*. 2005;85:36-41.

- PMid:16400397. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2005002400010>
18. Fonseca FAH. Farmacocinética das estatinas. *Arq Bras Cardiol.* 2005;85:09-14. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2005002400003>
 19. Simões CMO, organizadora. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6. ed. Florianópolis: UFRGS; 2007. 1104 p.
 20. Praça JM, Thomaz A, Caramelli B. O suco de berinjela (*Solanum melongena* L.) não modifica os níveis séricos de lipídeos. *Arq Bras Cardiol.* 2004;82(3):269-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2004000300007>
 21. Andrade Junior MC. Berinjela: Que antecedente familiar terrível. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2004;48(4):572-4.
 22. Gonçalves MCR, Costa MJC, Asciutti LSR, Diniz MFFM. Fibras dietéticas solúveis e suas funções nas dislipidemias. *Rev Bras Nutr Clin.* 2007;2(22):167-73.
 23. Paschoal V, Naves A, Fonseca ABBL. Nutrição Clínica Funcional: dos Princípios à Prática Clínica. São Paulo: Valéria Paschoal Editora Ltda; 2007. 320 p.
 24. Derivi SCN, Mendez MHM, Francisconi AD, Silva CS, Castro AF, Luz DP. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena* L.) em ratos. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2002;22(2):164-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000200011>
 25. Silva GEC, Takahashi MH, Eik-Filho W, Albino CC, Tasim GE, Serri LAF, et al. Ausência de efeito hipolipemiante da *Solanum melongena* L. (berinjela) em pacientes hiperlipidêmicos. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2004;48(3):368-73. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302004000300006>
 26. Rosa G, Pimentel AC, Monteiro WA. Efeito da dieta hipocalórica balanceada associada à suplementação com farinha de berinjela na remissão dos fatores de risco cardiovascular. *Rev Bras Cardiol.* 2010;23:88-91.
 27. Itaya S, Igarashi K. Effects of taxifolin on the serum cholesterol level in rats. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1992;56(9):1492-4. <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.56.1492>

Recebido para publicação em 08/01/13.

Aprovado em 05/02/14.