

4

PRODUTOS PROTÉICOS DO GIRASSOL

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi
José Marcos Gontijo Mandarino

Introdução

O girassol é uma planta originária das Américas, que foi utilizada como alimento, pelos índios americanos, em mistura com outros vegetais. No século XVI, o girassol foi levado para a Europa e Ásia, onde era utilizado como uma planta ornamental e como uma hortaliça.

Nos primeiros trabalhos de melhoramento, o enfoque era dado à seleção de plantas com sementes e capítulos grandes. Foi na antiga União Soviética que o melhoramento de girassol para produzir genótipos com altos teores de óleo teve início. Desde então, com o crescimento do consumo de óleo comestível, a produção mundial de girassol tem evoluído, sendo liderada pelos países da antiga União Soviética, Argentina, Estados Unidos, países do leste europeu e China. O girassol ocupa o quarto lugar como fonte de óleo comestível, depois da soja, palma e canola (Estados Unidos, 2005). Na distribuição da produção mundial de óleos comestíveis, o girassol contribui com 8,3%, a soja com 30,1%, a palma com 29,9% e a canola com 14,2% (Estados Unidos, 2005). Como fonte protéica, o girassol também é classificado como a quarta opção, para ração animal e uso humano. Várias pesquisas sobre a utilização e o processamento da proteína de girassol vêm sendo desenvolvidas e países como os Estados Unidos, França, Itália e Canadá já possuem indústrias produzindo farinhas, concentrados e isolados protéicos.

A semente

Características gerais

O fruto do girassol, também chamado aquênio, é constituído pelo pericarpo

(casca) e pela semente. A casca é formada por três camadas: externa, média e interna. A semente é constituída pelo tegumento, endosperma e embrião. De modo geral, o fruto ou aquênio é conhecido vulgarmente como semente.

De acordo com sua utilização, há dois tipos de sementes de girassol: as oleosas e as não oleosas. As sementes não oleosas são maiores, rajadas e apresentam casca mais fibrosa (40-45% do peso da semente), facilmente removível. Também chamadas de “confectionery varieties”, as sementes não oleosas têm 25-30% de óleo e representam somente 5% dos genótipos de girassol. Para a comercialização as sementes não oleosas são torradas, embaladas e utilizadas para o consumo humano como amêndoas, misturas de granolas, bolos e “snacks”, ou como ração para pássaros.

As sementes oleosas são menores, pretas e suas cascas são bem aderidas, representando 20% a 30% do peso da semente. As sementes oleosas são economicamente mais importantes e, a partir delas, são produzidos o farelo de girassol e seus derivados, após a extração do óleo.

Composição química das sementes de girassol

A composição química das sementes de qualquer genótipo de girassol varia amplamente com o local de produção, clima, fertilizantes e até mesmo com a posição da semente no capítulo. Nas Tabelas 1 e 2, são apresentadas as composições centesimal e mineral médias do caroço da semente de girassol. Quanto ao teor de vitaminas, o caroço apresenta: vitamina A (50 UI), tiamina (1,96mg/100g), riboflavina (0,23mg/100g) e niacina (5,4 mg/100g). A energia contida no caroço é da ordem de 560 Kcal/100g e, dos carboidratos totais, 3,8 g/100g são representados pela fibra bruta.

Tabela 1. Composição centesimal média de sementes de girassol em base seca.

Componente	Teor porcentual médio (%)
Água	4,8
Proteína	24,0
Óleo	47,3
Carboidratos totais	19,9
Resíduo mineral (cinzas)	4,0

Tabela 2. Composição mineral média (mg/100g) de sementes de girassol em base seca.

Mineral	Teor em mg/100g
Cálcio	120,0
Fósforo	837,0
Ferro	7,1
Sódio	30,0
Potássio	920,0

Fonte: Watt & Merrill (1975).

A composição do farelo de girassol é muito dependente da quantidade de casca que é removida e do processo utilizado para a extração do óleo. Quando as cascas não são removidas, a torta contém grande quantidade de fibra, o que deprecia a qualidade do produto. Na Tabela 3, é apresentada a composição centesimal do farelo de algumas oleaginosas, obtido após a extração do óleo com solvente orgânico.

Tabela 3. Composição centesimal (%) média aproximada do farelo de algumas oleaginosas, obtido após a extração do óleo com solvente orgânico.

Oleaginosas	Proteína	Fibra bruta	N-Livre	Cinzas	Lipídios
Girassol	50,3	11,6	26,7	8,3	3,1
Algodão	46,0	12,5	34,9	6,8	2,3
Amendoim	51,8	14,3	27,7	4,9	1,3
Soja	52,4	5,9	33,8	6,6	1,3

Fonte: Atlas (1971).

Proteínas do girassol

Aminoácidos

As proteínas de girassol têm um bom perfil de aminoácidos essenciais. Entretanto, os níveis de lisina são muito baixos para que o girassol possa servir como um suplemento protéico às proteínas dos cereais, os quais também apresentam baixo teor de lisina. A complementação com a soja é o ideal. Na Tabela 4, são apresentados os teores dos aminoácidos essenciais do girassol e de outras oleaginosas.

Tabela 4. Composição em termos de aminoácidos essenciais dos farelos de girassol, de outras oleaginosas e do padrão FAO. (expressa em g/16 g N).

Aminoácidos essenciais	Padrão FAO (ovo)	Farelo das oleaginosas				
		Girassol	Soja	Amendoim	Açafrão	Canola
Isoleucina	6,3	4,3	4,5	3,4	4,0	4,0
Leucina	8,8	6,4	7,8	6,4	6,2	6,8
Lisina	7,0	3,6	6,4	3,5	3,1	5,7
Metionina	3,4	1,9	1,3	1,1	1,7	2,1
Fenilalanina	5,7	4,4	4,9	5,0	4,4	4,0
Treonina	5,1	3,7	3,8	2,6	3,3	4,4
Triptofano	1,7	1,4	1,3	1,0	1,6	-
Valina	6,8	5,1	5,0	4,2	5,7	5,2

Fonte: Mandarin (1992).

Caracterização química das proteínas do girassol

As proteínas da semente de girassol são caracterizadas por um nível moderado de albuminas (17-23%) e um alto nível de globulinas (55-60%). Apresentam ainda, glutelinas (11-17%) e prolaminas (1-4%). O nitrogênio não protéico e os resíduos insolúveis representam menos de 11% do N total do farelo. Tem sido observado que a composição aminoacídica das albuminas e globulinas são diferentes (Mossé & Baudet, 1972). As globulinas apresentam menores teores de metionina, cistina e lisina do que as albuminas. O aumento da razão albumina/globulina pode ser conseguido geneticamente e melhora, consideravelmente, a qualidade da proteína do girassol.

A presença de fitatos, que são comuns em sementes de oleaginosas, causa diminuição na solubilidade das proteínas, devido à formação do complexo fitato-proteína-minerais, interferindo também na absorção de cálcio, ferro e zinco. Choi & Rhee (1981) observaram que a farinha de girassol desengordurada continha mais fitatos (3,25%) do que a farinha de soja (1,11%), algodão (2,61%) e amendoim (1,63%). A relação entre a solubilidade dos fitatos e das proteínas da farinha desengordurada de girassol, em função do pH, é apresentada na Fig.1. No pH 4,0, ocorrem as diferenças máximas de solubilidade entre as duas frações, tornando possível sua separação.

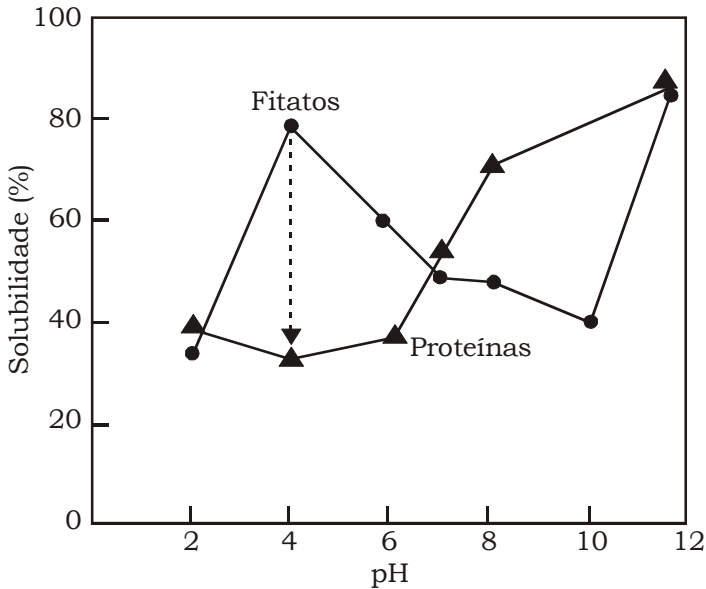


Fig. 1. Efeito do pH sobre a solubilidade da proteína e dos fitatos presentes na farinha de girassol desengordurada

Fonte: Choi & Rhee (1981)

Rhama & Rao (1979) definiram a composição das diferentes frações protéicas do girassol de acordo com seus coeficientes de sedimentação como fração 11S (70%), fração 7S (10%) e 2S (20%). O farelo protéico, livre de ácido clorogênico, possui ainda a fração protéica a 16S.

Carboidratos, Minerais e Vitaminas

Cegla & Bell (1977), quantificaram os carboidratos da farinha de girassol desengordurada, os quais perfaziam um total de 8,3% (base seca). Dentre os carboidratos presentes nesta farinha, destacam-se a glicose (0,6%), rafinose (3,22%), sacarose (2,29%) e trealose (0,79%).

O farelo de girassol é uma boa fonte de cálcio e fósforo. É, também, uma excelente fonte das vitaminas do complexo B (ácido nicotínico, tiamina, ácido pantotênico, riboflavina e biotina). A concentração de ácido nicotínico no girassol é 170% maior do que no amendoim, que é uma das maiores fontes desta vitamina.

Fatores antinutricionais

A arginase e o inibidor de tripsina foram identificados em sementes de girassol. Estes componentes, entretanto, são termolábeis, sendo facilmente inativados através de processos térmicos. Convém salientar que o inibidor de tripsina, presente no girassol, apresenta uma atividade inibitória extremamente baixa (Roy & Bhat, 1974).

Compostos fenólicos

Segundo Mandarinó (1992), os farelos das oleaginosas, quase sem exceção, contêm compostos que são tóxicos ou indesejáveis, como, por exemplo, as aflatoxinas no amendoim, o gossipol no algodão, os glicosinolatos na colza e o ácido clorogênico no girassol. O ácido clorogênico é um dos compostos fenólicos mais amplamente distribuídos nos vegetais. Foi identificado por Gorter, em 1909, como sendo o principal composto fenólico presente nas sementes de girassol. O ácido clorogênico constitui mais de 70% do total dos vários compostos fenólicos presentes no farelo de girassol. Elevadas temperaturas, durante o desenvolvimento e maturação das sementes, favorecem a deposição de ácido clorogênico nos grãos. Embora não seja considerado um composto tóxico, é responsável pela formação de uma coloração amarelo-esverdeada, em meio alcalino, seguida de escurecimento oxidativo, durante os processos de produção dos isolados e concentrados protéicos de girassol, a partir do farelo desengordurado. Esta coloração aparece em função de reações enzimáticas, mediadas por enzimas denominadas polifenoloxidasas, cujo substrato é o ácido clorogênico. O ácido clorogênico produz, também, o aparecimento de coloração esverdeada nas cascas dos ovos, produzidos por galinhas alimentadas com rações formuladas com altas proporções de farelo de girassol. Delic et al. (1975), observaram que animais alimentados com dietas contendo 2% de ácido clorogênico, diminuíam o consumo de alimento em 33% e o ganho de peso em 66%.

Com o aumento da produção mundial de girassol e, conseqüentemente, da utilização do farelo para alimentação animal e produção de isolados e concentrados protéicos para o consumo humano, vários métodos e processos tecnológicos têm sido propostos para eliminar ou extrair o ácido clorogênico do farelo. Dentre esses, pode-se citar a utilização de antioxidantes e outros compostos que inibam a reação enzimática, além de processos como a difusão em água antes da solubilização das protei-

nas. Esses métodos promovem uma extração incompleta e perda de proteína, além de utilizarem reagentes de custo elevado. A solução mais satisfatória para a redução do ácido clorogênico, é o estabelecimento de um programa de melhoramento genético para obtenção de cultivares com teor reduzido deste composto. No germoplasma de girassol verificou-se uma variabilidade de 14 a 40g/kg ácido clorogênico (Darrel, 1978).

Processamento do girassol para utilização de suas proteínas na produção de ingredientes protéicos

As sementes de girassol são secas até um máximo de 10 a 12% de umidade, armazenadas, limpas, descascadas, condicionadas (peletizadas) e prensadas para extração de 15 a 17 % de óleo. Esta massa é então moída e o restante do óleo é extraído com solvente orgânico. A torta resultante é dessolventizada, torrada, resfriada e armazenada. Os óleos brutos, provenientes da pré-prensagem e da extração com solvente, são combinados e enviados para refinação. As plantas industriais modernas para extração de óleo não utilizam mais a etapa de pré-prensagem

A qualidade nutricional da torta de girassol (energia, conteúdo de fibras e qualidade de proteínas) é afetada pelas operações específicas de processamento. Ocorrem variações na energia metabolizável causadas, principalmente, pelo óleo residual e pela quantidade de cascas que permanecem no farelo. O conteúdo de fibras é o componente mais variável na torta de girassol; sendo importante de um bom processo de descascamento. A maioria dos processos de descascamento apresenta uma eficiência máxima de 90%.

Produtos protéicos do girassol

A proteína de girassol, para uso alimentar, é encontrada nas formas de farinha, concentrado e isolado protéico. O conteúdo de proteínas, em base seca da farinha é 63 %, do concentrado 75 % e do isolado 90 %, (Tabela 5). O processo de produção dos produtos protéicos de girassol está descrito sob a forma de fluxograma na Fig. 2.

A obtenção de cultivares de girassol do tipo “oleoso”, com cascas de fácil remoção e o desenvolvimento de processos de descascamento mais efetivos, é essencial para melhorar a competitividade dos ingredientes alimentares provenientes da proteína de girassol, no mercado.

Tabela 5. Análise aproximada dos produtos de girassol (% em base seca).

Produto	Óleo	Proteína (N % 6,25)	Fibra bruta	Cinzas
Semente não oleosa	33,0	19,7	25,1	–
Semente oleosa	43,5	23,4	17,8	4,0
Grãos	52,7	27,2	10,6	4,2
Farinha desengordurada	0,9	63,1	3,9	9,0
Concentrado protéico	0,7	75,8	6,2	2,2
Isolado protéico	–	90,0	–	0,4

Fonte: Lusas (1985).

Farinhas

Existem dois processos para a produção de farinhas de girassol. No primeiro, há uma pré-prensagem (com variações de pressão) dos grãos, seguida de uma extração da fração oleosa com solvente orgânico. No segundo, procede-se a extração direta do óleo com solvente orgânico. Em ambos os processos, são necessários um tratamento térmico prévio dos grãos com calor seco. As temperaturas empregadas neste pré-tratamento devem ser bem adequadas para não diminuir o valor nutricional das proteínas. Temperaturas superiores a 100°C reduzem os teores dos aminoácidos lisina, triptofano e arginina.

As farinhas desengorduradas, provenientes de sementes do tipo oleoso, apresentam teores de ácido clorogênico de 2,8% a 3,0%. Naquelas obtidas a partir de sementes não oleosas, estes teores variam 3,4% a 3,9% (Wan et al., 1979).

Burns et al. (1972) verificaram que a suplementação da farinha de trigo com 3% de farinha de girassol produziu pão com volume satisfatório e sabor agradável. Entretanto, formulações contendo 17% e 30% de farinha de girassol produziram pães com estrutura compacta e pesada. D'Appolonia & MacArthur (1979) observaram que a farinha de girassol apresentou menor efeito adverso sobre as características do pão, quando os grãos foram previamente torrados antes de serem triturados e desengordurados para obtenção da farinha.

Em testes biológicos, o coeficiente de eficiência protéica (PER) dos pães suplementados com girassol foi de 1,27, apresentando, assim, um valor

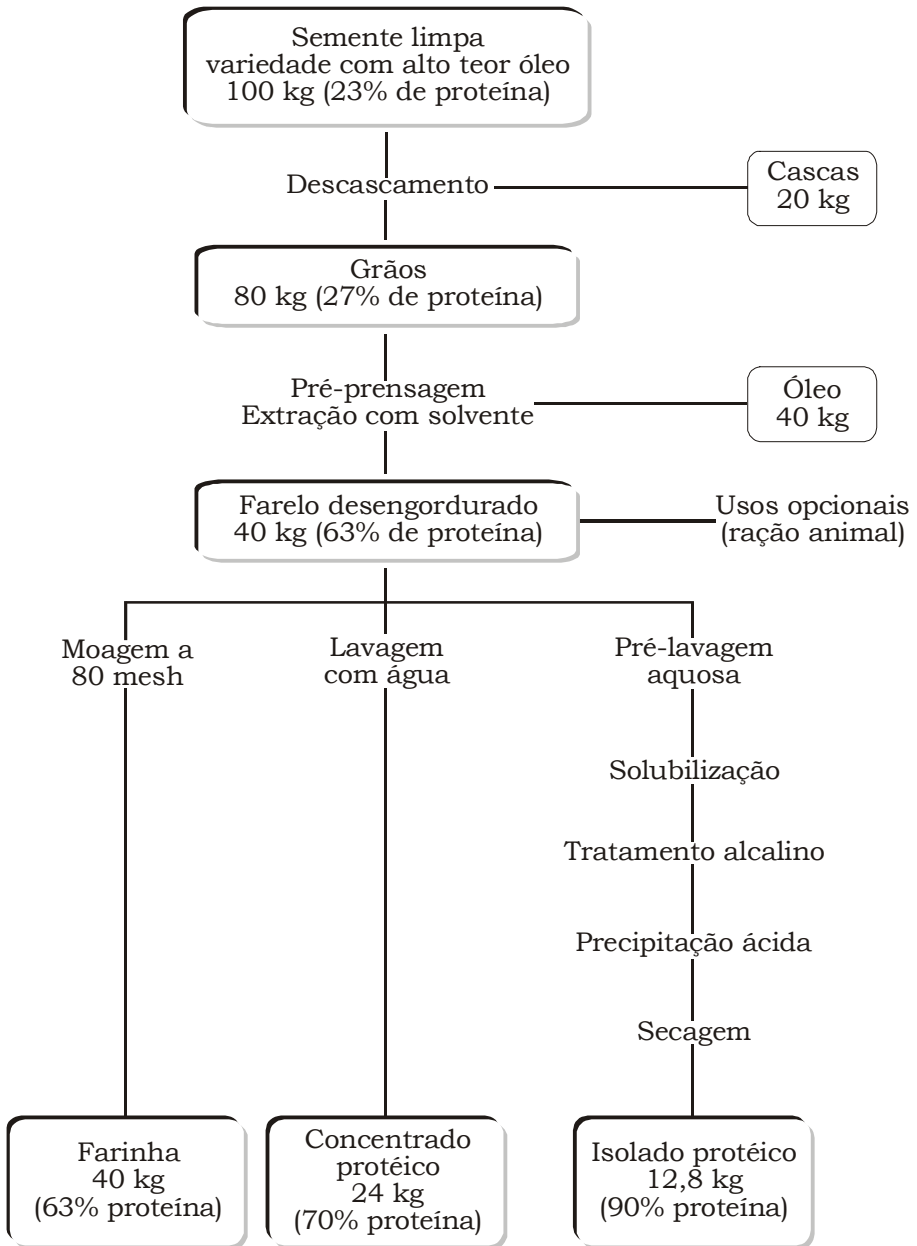


FIG. 2. Diagrama do fluxo de preparo dos produtos protéicos de girassol.
Fonte: Lusas (1985).

superior quando comparado com 1,09 do pão de trigo, usado como padrão (Fleming & Sosulski, 1977). Os pães suplementados com farinha de soja apresentaram alto teor de lisina e valores de PER de 1,7 a 1,8. Estes resultados indicaram que proteínas do girassol são suplementos pobres para proteínas do trigo e de outros cereais.

Sosulski & Mahmoud (1979) verificaram, por meio de análise sensorial, a seguinte ordem de preferência quanto ao sabor: trigo > girassol > soja. Pelas características sensoriais, os produtos de panificação suplementados com farinha de girassol foram bem aceitos. Entretanto, as características nutricionais indicam a necessidade de suplementação com altos níveis de lisina.

Concentrado protéico

O procedimento convencional, para obtenção de concentrados protéicos, consiste na lavagem da farinha desengordurada com soluções ácidas e alcóolicas, seguida de secagem em “spray-dryer”. A temperatura do ar no interior da torre de secagem do “spray-dryer” não pode exceder a 180°C e a temperatura do produto não pode ser superior a 80°C. Por meio deste processo, obtêm-se produtos com sabor e coloração agradáveis e reduzido teor dos açúcares que produzem flatulência. O conteúdo de proteínas em média é de 70%.

Dentre os vários processos desenvolvidos para obtenção de concentrados protéicos, aquele que utiliza a solução alcóolica mostrou-se mais eficiente na remoção do ácido clorogênico da farinha e o concentrado obtido apresentou teor protéico de 78% (Fan et al., 1976).

Outro processo para a produção do concentrado protéico de girassol é aquele onde são realizadas sucessivas extrações com água fervente (1 parte de farinha para 25 partes de água), seguidas por um ajuste do pH para 5,0. Este processo também mostrou-se efetivo na redução do ácido clorogênico (de 2,4% para 0,12%). A disponibilidade de lisina foi reduzida em somente 3% do teor existente na matéria-prima (Lanzani et al., 1978).

Isolado protéico

A obtenção do isolado protéico de girassol, pelo processo convencional de precipitação alcali-ácido, origina um produto de coloração verde-escura. No início da década de 80, foi desenvolvido um processo para produção da “proteína branca”, a partir da farinha desengordurada, onde a extração

com alcali foi seguida de uma precipitação ácida, realizada a vácuo. O teor total de aminoácidos do produto foi 11% superior àquele encontrado no produto verde, obtido pelo processo convencional. A disponibilidade de lisina, no isolado branco, foi superior à do isolado protéico convencional.

Extrato solúvel de girassol (“leite” de girassol)

Apesar da baixa solubilidade de nitrogênio, o concentrado protéico de girassol apresenta sabor brando e cor clara, características desejáveis num produto a ser utilizado na produção de sucedâneos de bebidas lácteas. Fleming & Sosulski (1977) desenvolveram um processo para produzir extrato a partir da farinha de girassol. O processo incluiu o aquecimento a 80°C da massa de girassol, formada por farinha e água, sob agitação mecânica. A emulsificação com goma carragena (0,2 %) permitiu a solubilização de cerca de 80% das proteínas, em pH igual a 7,2. O sabor do produto foi considerado superior ao do leite de soja.

Valor nutricional dos produtos protéicos do girassol

O processo para obtenção do isolado protéico é efetivo na eliminação das fibras. Entretanto, alguns fitatos permanecem, a menos que sejam realizadas extrações específicas para solubilizar este complexo mineral. Comparadas com a maioria das fontes vegetais, as proteínas do girassol possuem baixos teores de lisina. Entretanto, os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) estão presentes em concentrações adequadas. A qualidade protéica da farinha de girassol parece ser melhor do que a do concentrado e a do isolado protéico. Sodini & Canella (1977) encontraram níveis de lisina da ordem de 3,5 na farinha, 3,0 no concentrado e 2,9 no isolado, valores estes expressos em g/16 g N.

O coeficiente de eficiência protéica - PER (relação ganho de peso/quantidade de proteína consumida), da farinha de girassol é significativamente mais baixo do que o da farinha de soja. As diferenças observadas entre o PER da farinha e do concentrado protéico de girassol são devidas ao menor consumo do concentrado pelos animais do que devido as diferenças na composição aminoacídica destes produtos (Tabela 6).

Observando-se a composição aminoacídica dos derivados de girassol (farinha, concentrado e isolado protéico), pode-se concluir que constituem excelentes fontes para a suplementação de produtos obtidos a partir de

Tabela 6. Efeito de diferentes fontes protéicas no consumo, ganho de peso e coeficiente de utilização da proteína de animais experimentais.

Fonte protéica	Consumo ração (g/ratos)	Ganho de peso (g/ratos)	PER
Caseína	276	77,0	2,50
Farinha de soja	260	56,3	1,81
Farinha de girassol	269	44,9	1,38
Concentrado protéico girassol	222	46,5	1,72

Fonte: Sosulski (1984).

leguminosas, bem como de produtos de origem animal. Entretanto, não fornecem uma boa combinação nutricional com os cereais, devido à sua limitação em lisina.

Propriedades funcionais das proteínas do girassol

As proteínas alimentares são utilizadas como ingredientes de acordo com suas funções no alimento ou na dieta tais como: sabor, cor, textura e valor nutricional.

Como já foi dito anteriormente, os produtos protéicos de girassol requerem a remoção do ácido clorogênico, para que apresentem cor clara e, assim, possam ser utilizados na formulação e suplementação de outros alimentos. A eliminação ou redução deste fator indesejável é essencial à qualidade dos produtos protéicos de girassol.

Solubilidade

Dentre as propriedades funcionais das proteínas, a solubilidade indica sua interação com outros ingredientes dos alimentos e é, freqüentemente, realizada por meio da determinação do teor de nitrogênio extraído. As proteínas do girassol apresentam menor solubilidade em água do que as proteínas da soja nos pHs entre 2,0 e 6,0 e, ao contrário das proteínas do amendoim e da soja, as proteínas do girassol são altamente solúveis em soluções de cloreto de sódio e cloreto de cálcio. Como estes sais são constituintes comuns em muitos alimentos, as proteínas do girassol têm aplicação na formulação de produtos análogos à carne e ao leite.

Absorção de água e gordura

Kilara et al. (1972) observaram que grãos de girassol descascados e macerados em água a 50°C por uma hora, absorveram uma quantidade de água igual a 40% de seu peso, enquanto grãos de soja descascados absorveram 60%.

Os produtos protéicos de girassol como farinhas, concentrados e isolados, têm menor capacidade de absorver água do que os produtos protéicos da soja. Entretanto, a absorção de óleo e a capacidade emulsificante das proteínas do girassol são superiores às da soja. A capacidade de emulsificação ótima das proteínas do girassol ocorre no pH próximo de 7,0.

Espumabilidade

Os produtos protéicos do girassol apresentam melhor capacidade para formar e estabilizar espumas do que os produtos da soja. A adição de cloreto de sódio melhora a capacidade espumante, mas reduz a estabilidade, enquanto a adição de açúcar melhora a estabilidade das espumas, mas diminui a capacidade espumante.

Alterações químicas das proteínas do girassol e sua funcionalidade

A utilização de produtos protéicos na formulação de alimentos depende das propriedades funcionais destes produtos.

O tratamento mais brando das proteínas do girassol com ácido, melhora suas propriedades de solubilidade, espumabilidade e emulsificação, devido à desaminação das proteínas, que causa aumento da repulsão eletrostática (aumento da carga negativa). Entretanto, se este tratamento ácido brando não for devidamente controlado, pode haver a quebra das ligações peptídicas nas moléculas protéicas, alterando suas propriedades funcionais.

Claughton & Pearce (1985) estudando as condições necessárias para modificações do isolado protéico de girassol, por meio de tratamento ácido e suas conseqüências sobre suas propriedades de solubilidade e espumabilidade, numa fórmula para lactentes, verificaram que o tratamento brando com ácido induziu à desaminação e à hidrólise das ligações peptídicas, causando mudanças nas propriedades funcionais das proteínas do isolado.

O tratamento com ácido alterou o ponto isoelétrico das proteínas para um pH mais ácido. Isto causou o aumento da solubilidade na faixa do pH neutro e, nestas condições, 10% dos grupos amina dos aminoácidos, do isolado protéico, haviam sido removidos. A diminuição do ponto isoelétrico das proteínas foi devido à remoção dos grupos amina de aminoácidos neutros (asparagina e glutamina) transformando-os nos seus correspondentes carregados negativamente (ácido aspártico e ácido glutâmico). O aumento na solubilidade das proteínas é consequência, também, da desaminação, pois, com sua ocorrência, há um aumento na repulsão eletrostática entre as moléculas protéicas. A proteólise (rompimento das ligações peptídicas) observada no isolado protéico de girassol, submetido a um tratamento brando com ácido contribuiu para a melhoria na solubilidade deste produto protéico.

Quanto à espumabilidade, o isolado protéico de girassol, modificado pelo tratamento brando com ácido, apresentou uma melhora desta propriedade, devido ao aumento na solubilidade. A espuma obtida, entretanto, não apresenta boa estabilidade devido à hidrólise excessiva das ligações peptídicas.

Para formar espumas, as proteínas devem ser solúveis na fase aquosa da mistura. Devem concentrar-se na interfase e desenovelar-se, formando camadas coesivas em torno das gotículas do ar, incorporado à mistura, através do batimento mecânico da mesma. Além disso, devem possuir viscosidade e força mecânica suficientes para prevenir a coalescência e ruptura das bolhas de ar formadas.

O desenvolvimento de formulações, utilizando produtos protéicos de girassol, em substituição ao leite de vaca, para lactentes com problema de intolerância à lactose, pode ser viável, pois estes apesar de possuírem baixos teores de lisina, não apresentam fatores antinutricionais, como é o caso da soja.

O sucesso na utilização do isolado protéico de girassol, como fonte de proteínas, em formulações de alimentos infantis, depende da sua solubilidade em pH neutro, da sua baixa viscosidade e de sua cor que deve ser branca ou clara. O tratamento brando, com ácido, permite a obtenção destas características. Entretanto, a cor das formulações contendo produtos protéicos de girassol é mais escura (cinza ou bege), quando comparada com as formulações que contêm proteína de soja. Isso evidencia a importância da remoção dos compostos fenólicos, principalmente o ácido clorogênico, que promove a formação da cor indesejável nos produtos protéicos de girassol.

Durante o processamento, as células constituintes dos tecidos das sementes de girassol podem sofrer rupturas liberando, assim, a enzima polifenoloxidase, que cataliza a reação de oxidação dos polifenóis formando as o-quinonas (Pierpoint, 1969). As o-quinonas, por sua vez, são altamente reativas e podem ligar-se covalentemente aos grupos amina das proteínas, formando os complexos quinona-proteínas. Esta interação reduz o valor nutricional das proteínas do girassol, uma vez que o organismo humano não é capaz de metabolizar esse complexo (Loomis, 1974; Synge, 1975). Com a formação desses complexos, a lisina, que é o aminoácido limitante nas proteínas do girassol, tem sua disponibilidade ainda mais reduzida, o que contribui para a diminuição do valor nutricional dos produtos protéicos de girassol. Os compostos fenólicos também podem interagir com as proteínas através de ligações iônicas, pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Vários processos vêm sendo estudados para remover esses compostos de maneira eficiente, mantendo o valor nutricional sem diminuir a solubilidade das proteínas e a disponibilidade de lisina. Na Tabela 7, são apresentados os efeitos de diferentes tempos de autoclavagem sobre os compostos fenólicos, a disponibilidade de lisina e a solubilidade de nitrogênio.

Tabela 7. Efeito da autoclavagem a 1 kg/cm² (120°C), sobre os teores de compostos fenólicos, disponibilidade de lisina e solubilidade de nitrogênio.

Tempo de autoclavagem	Compostos fenólicos (%)	Lisina disponível (g/16 g N)	Solubilidade nitrogênio (%)
–	2,45	3,12	96,9
5 min	1,93	2,91	67,9
15 min	1,72	2,83	44,7
30 min	1,34	2,52	32,6
45 min	1,00	2,33	31,6
60 min	0,82	2,08	5,7

Fonte: Sastry & Subramanian (1985).

Considerações finais

As proteínas de girassol possuem potencial de utilização, como fonte protéica, necessitando de processamentos adequados.

A produção de grãos e sementes com qualidade mais adequadas, para a obtenção de produtos protéicos, é imprescindível. Isto pode ser conseguido por meio de programas de melhoramento genético que visem a obtenção de genótipos com cascas de fácil remoção e baixo teor de ácido clorogênico, fatores esses que podem aumentar as alternativas para a utilização das proteínas do girassol.

O teor reduzido de lisina diminui a qualidade das proteínas do girassol. Entretanto, quando combinado com as leguminosas, o girassol pode ser uma alternativa alimentar com boa qualidade protéica, uma vez que as leguminosas complementam esse baixo teor de lisina.

Como as proteínas de girassol têm problemas de solubilidade, os procedimentos que melhorem esta propriedade funcional devem ser desenvolvidos e preferidos no processamento do girassol, para obtenção de seus derivados protéicos. Os tratamentos brandos, com ácido, melhoram a solubilidade do isolado protéico de girassol e reduzem a atividade da polifenoxidase sobre os fenóis (ácido clorogênico), pois ela é mais ativa em pH alcalino.

Os tratamentos térmicos adequados diminuem a quantidade de complexos formados entre as proteínas e os compostos fenólicos, pela destruição das pontes de hidrogênio existentes entre eles. O calor também melhora a digestibilidade das proteínas do girassol, pela sua desnaturação parcial.

Com a remoção das cascas e dos compostos fenólicos, os concentrados e os isolados protéicos obtidos, apresentam cor branca, sabor suave e excelentes propriedades de absorção de óleo, emulsificação e espumabilidade.

Outros produtos protéicos, derivados do girassol, podem ter aplicação como suplementos nutricionais e funcionais. Por exemplo, bebidas do tipo extrato solúvel e produtos análogos à carne (proteínas texturizadas), os quais necessitam de um processamento adequado.

Referências

ATLAS of nutritional data on United States and Canadian feeds. Washington: National Academy of Sciences, 1971. 772p.

BURNS, E.E.; TALLEY, L.J.; BRUMMETT, B.J. Sunflower utilization in human foods. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.17, p.287-289, 1972.

CEGLA, G.F.; BEEL, K.R. High pressure liquid chromatography for the analysis of soluble carbohydrates in defatted oilseed flours. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.54, p.4150-4152, 1977.

CHOI, Y.R.; RHEE, K.C. Food Protein. In: **ANNUAL PROGRESS REPORT**. Texas, p.203-213, 1981.

CLAUGHTON, S.M.; PEARCE, R.J. Preparation and properties of acid-modified sunflower protein isolate. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.2, p.357-361, 1989.

D'APPOLONIA, B.L.; MACARTHUR, L.A. **Baker Digest**, Chicago, v.54, n.1, p.32-38, 1979.

DELIC, I.; VUCUREVIC, N.; STOJANOVIC, S. Investigation of chlorogenic acid from sunflower meal under in vitro conditions in mice. **Acta Veterinaria**, Praga, v.25, n.3, p.115-119, 1975.

DORREL, G.D. Processing and utilization of oilseed sunflower. In: CARTER, J.F. **Sunflower science and technology**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1978. p.407-440.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Oilseeds: world market and trade**. Washington, 2005. 28p. (Circular Series, FOP 03-05)

FAN, T.Y.; SOSULSKI, F.W.; HAMON, N.W. New techniques for preparation of improved sunflower protein concentrates. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.53, n.1, p.118-125, 1976.

FLEMING, S.E.; SOSULSKI, F.W. Breadmaking properties of four concentrated plant proteins. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.54, n.5, p.1124-1140, 1977.

KILARA, A.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. Nitrogen extractability and moisture adsorption characteristics of sunflower seed products. **Journal of Food Science**, Chicago, v.37, p.771-773, 1972.

LANZANI, A.; CARDILLO, M.; PETRINI, M.C. La farine da semi di girasole nella prospettiva di impieghi alimentari. In: CONEGNO SUELI ASPETTI GENETICI AGRONOMICI E PATOLOGICI DEL GIRASOLE E SULLE CARATTERISTICHE INDUSTRIALI, ALIMENTARI E COMMERCIALI DEL PRODOTTO, 1978, Pisa. **Proceedings**. Pisa: Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1978. Não paginado.

LOOMIS, W.D. Overcoming problems of phenolics and quinones in the isolation of plant enzymes and organelles. **Methods in Enzymology**, San Diego, v.31, p.528, 1974.

LUSAS, E.W. Sunflower seed protein. In: ALTSCHUL, A.M. e WILCKE, H.L. (Ed.). **New protein foods**. Orlando: Academic Press, 1985. p.394-433.

MANDARINO, J.M.G. **Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 25p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 52).

MOSSÉ, J.; BAUDET, J. Biochemical aspects of quality and content of lysine in sunflower seed proteins. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 5., 1972, Clement-Ferrand. **Proceedings...** Clement-Ferrand, 1972. p.437-440.

PIERPOINT, W.S. O-quinones formed in plant extracts: their reactions with amino acids and peptides. **Biochemical Journal**, Essex, v.112, p.490, 1969.

RHAMA, T.H.; RAO, M.S.N. Characterization of sunflower protein. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.2, p.579-582, 1979.

ROY, N.D.; BHAT, R.V. Trypsin inhibitor content of some varieties of soybean (*Glycine max*) and sunflower seed (*Helianthus annuus*) **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Essex, v.25, p.265-269, 1974.

SASTRY, M.C.S.; SUBRAMANIAN, N. Effect of heat processing on phenolic constituents and nutritional quality of sunflower flour. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.12, p.1131-1134, 1985.

SODINI, G.; CANELLA, M. Acidic butanol removal of color-forming phenols from sunflower meal. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.25, p.4822-4825, 1977.

SOSULSKI, F. Food uses of sunflower proteins. In: HUDSON, B.J.F. **Developments in food proteins** 3. London: Elsevier Applied Science, 1984. p.113-138.

SOSULSKI, F.W.; MOHAMOUD, R.M. Effects of protein supplements on carbonyl compounds and flavour in bread. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.56, n.6, p.533-536, 1979.

SYNGE, R.L.M. Interactions of polyphenols with proteins in plants and plant products. **Qualitas Plantarum**, Dordrecht, v.24, p.337, 1975.

WAN, P.J.; BAKER, G.W.; CLARK, S.P.; MATLOCK, S.W. Characteristics of sunflower seed and meal. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.56, n.4, p.352-355, 1979.

WATT, B.K.; MERRILL, A.L. **Composition of foods**: raw, processed, prepared. Washington: Department of Agriculture, 1978. 190p. (Agriculture Handbook, 8).