



PERFIL DE ISOFLAVONAS DA MATÉRIA-PRIMA E DOS TOFUS PRODUZIDOS COM E SEM DEFUMAÇÃO

DANIELS, J.¹; MANDARINO, J.M.G.²; SEIBEL, N.F.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Londrina, Londrina, PR, julianodaniels@utfpr.edu.br; ²Embrapa Soja.

As isoflavonas consistem em compostos fenólicos presentes no grão de soja, em 12 diferentes formas: três formas agliconas (daidzeína, genisteína e gliciteína), três formas glicosídicas (daidzina, genistina e glicitina) e seis formas conjugadas acetil ou malonil-glicosídicas (Liu, 1999). Esses compostos são considerados antioxidantes e possuem ação benéfica à saúde humana, no entanto, a quantidade e o perfil das isoflavonas são influenciados pelas características genéticas, fatores ambientais e tipos de processamentos, afetando assim, as matérias-primas e os alimentos elaborados.

O tofu tradicional consiste em um gel obtido a partir do extrato de soja, cuja formação envolve a desnaturação das proteínas pelo calor. A qualidade do produto pode ser influenciada pela cultivar de soja, qualidade do grão (que depende das condições de cultivo da planta e do armazenamento) e pelas condições de processamento do tofu (Li et al. 2013). Produtos derivados da soja são pouco consumidos na dieta do brasileiro, devido ao sabor e odor desagradáveis (*off-flavor*), mas estes podem ser alterados com a aplicação da defumação.

O objetivo do trabalho foi verificar o perfil das isoflavonas em grãos de soja e nos tofus, com e sem defumação, elaborados com estes grãos.

Os grãos de soja da cultivar BRS 232, safra 2013/2014, cultivados na cidade de Mauá da Serra-PR foram analisados e utilizados para a elaboração dos tofus, com o coagulante sulfato de cálcio P.A.. Foram produzidos dois tipos de tofus, o padrão e o defumado, conforme descrito por Daniels (2015). Os grãos foram submetidos ao processo de branqueamento seguido pela maceração *overnight*. A trituração com água a 90°C foi em liquidificador industrial Metvisa LQ 15, por 10 minutos na proporção 1:10, subtraindo a quantidade de água absorvida pelos grãos na etapa de maceração. O extrato obtido foi separado do *okara* por centrifugação e o coagulante foi utilizado na proporção 1:13 por 10 minutos a 75-76°C. Os coágulos obtidos foram enformados e mantidos sob pressão de 64g/cm² por uma hora para dessoragem. Após a dessoragem metade dos tofus foi defumada em câmara aquecida até 42°C (Monibrás modelo Meg50), utilizando-se cavaco de eucalipto para geração de fumaça, durante 3 horas.

O procedimento de extração e quantificação das isoflavonas foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Berhow (2002) e adaptada por Carrão-Panizzi, et al. (2002). Para a quantificação das isoflavonas foi adotada a padronização externa com curvas de calibração utilizando padrões Sigma, com concentrações conhecidas. Os resultados obtidos foram analisados utilizando análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O perfil de isoflavonas dos grãos de soja BRS 232, usados para a elaboração dos tofus, apresentou somente 6 formas de isoflavonas, entre as 12 existentes, sendo que as formas glicitinas e acetil- β -glicosídeos não foram detectadas nesses grãos (Tabela 1). Do total presente nas amostras, 80% correspondia à fração malonil, o que é coerente para grãos *in natura*. No entanto, estas formas são instáveis, podendo ser degradadas a acetil- β -glicosídeos por calor seco, ou diretamente a β -glicosídeos pela ação do calor e agliconas pela ação das enzimas β -glicosidases.

As isoflavonas agliconas representaram teor muito reduzido nos grãos da cultivar BRS 232, somente 3,01mg.100g⁻¹, isso pode ser explicado devido a cultivar



ser proveniente de colheita recente. Em grãos novos, as isoflavonas agliconas estão em quantidades mínimas, mas podem ser aumentadas se houver algum dano ao grão de soja associado à umidade, pois haverá condições favoráveis para a formação de agliconas pela ação das enzimas β -glicosidases.

O valor de isoflavonas totais quantificados nos grãos de soja BRS 232, safra 2013/2014 foi superior ao valor relatado por Seibel et al. (2013) para os grãos da mesma variedade cultivados na safra 2009/2010, oriundos da mesma localidade, 123,01mg.100g⁻¹. Fato este muito comum, pois a composição química, incluindo as isoflavonas, é drasticamente influenciada por questões ambientais, como clima e temperatura, além do local e época de plantio.

O perfil de isoflavonas dos tofus não foi influenciado pelo processo de defumação, pois nas amostras com e sem defumação as quantidades das frações de isoflavonas foram muito similares, não havendo diferença estatística na quantidade total (Tabela 2). As formas acetil- β -glicosídeos não foram quantificadas nas duas amostras de tofu, sendo que mais de 90% do total encontravam-se nas formas glicosil e malonil- β -glicosídeos.

Normalmente as frações acetil são originadas pelo processamento empregado, que provoca a conversão das isoflavonas, portanto suas concentrações variam conforme o tipo de produto. Para a elaboração do tofu há o emprego de calor e a ausência dessas isoflavonas nos produtos pode ser explicada pela sua conversão em outras formas glicosídicas ou pelo pouco tempo de aquecimento, necessário para a coagulação (10 minutos). A presença da forma acetil é devido ao tratamento térmico do grão, havendo a conversão das formas malonil em acetil, e estas, nas formas glicosídicas.

Comparando o valor total de isoflavonas dos tofus com o dos grãos, notou-se um decréscimo, devido às perdas ocorridas durante o processo de elaboração desses alimentos. No entanto, ocorreu uma alteração benéfica no perfil das isoflavonas, pois houve um acréscimo de aproximadamente três vezes, no teor das agliconas.

As formas agliconas são absorvidas mais rapidamente pelo organismo humano porque estão prontamente disponíveis, enquanto as formas glicosídicas necessitam sofrer hidrólise do açúcar pelas enzimas intestinais β -glicosidase para serem absorvidas. Portanto, esses grãos podem ser usados para a alimentação humana com benefícios à saúde, devido à alta concentração de isoflavonas totais, ou então, serem usados em processamentos que utilizam tratamento térmico, onde haverá a conversão dos glicosídeos para as agliconas. As isoflavonas possuem propriedades antioxidantes e podem atuar benéficamente sobre os efeitos da menopausa, osteoporose e alguns tipos de câncer devido ao seu papel agonista ou antagonista ao estrogênio humano.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que no perfil de isoflavonas dos grãos de soja foram quantificadas seis formas de isoflavonas, mas as formas glicitinas e acetil- β -glicosídeos não foram detectadas e as agliconas estavam presentes em teor muito reduzido. O valor total de isoflavonas dos tofus diminuiu em relação aos grãos, devido às perdas ocorridas durante o processamento, mas houve um acréscimo de aproximadamente três vezes no teor das agliconas.

Referências

- BERHOW, M. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. (Ed.). **Flavonoids in the living cell**. New York: Klusher Academic, v. 505, p.61-76. 2002.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C.; FAVONI, S.P.G.; KIKUCHI, A. Extraction time for isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 4, p. 515-518, 2002.
- DANIELS, J. **Desenvolvimento e caracterização de tofu defumado**. Londrina : UTPFR, 2015. 90p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em



Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

LI, J.; CHENG, Y.; TATSUMI, E.; SAITO, M.; YIN, L. A novel approach to improving the quality of bittern-solidified tofu by w/o controlled-release coagulant using the improved coagulant in tofu processing and product evaluation. **Food Bioproc. Technol.**, v.6, n. 7, p.1801–1808, 2013.

LIU, K. **Soybeans chemistry, technology and utilization**. Gaithersburg: Aspen Publisher, 1999. 532p

SEIBEL, N. F.; ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S. Brazilian Soybean Varieties for Human Use. In: EL-SHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean bio-active compounds**. Croatia: InTech, 2013. 546p.

Tabela 1: Perfil de Isoflavonas (mg.100g⁻¹) dos grãos de soja BRS 232.

Soja BRS 232		
Glicosil	DAIDZINA	8,10±0,32
	GENISTINA	19,46±0,40
	TOTAL	27,56*
Malonil	DAIDZINA	35,83±0,76
	GENISTINA	85,83±0,70
	TOTAL	121,66*
Agliconas	DAIDZEÍNA	1,01±0,06
	GENISTEÍNA	2,00±0,02
	TOTAL	3,01*
Total		152,23±1,91

Média de seis amostras ± Desvio padrão. * Soma de cada fração.

Tabela 2 – Perfil de Isoflavonas (mg.100g⁻¹) dos tofus padrão e defumado.

		Tofu Padrão	Tofu Defumado
Glicosil	DAIDZINA	13,78 ^a ±0,64	14,07 ^a ±0,25
	GLICITINA	2,68 ^a ±0,15	2,79 ^a ±0,11
	GENISTINA	36,33 ^a ±2,14	38,19 ^a ±0,40
	TOTAL	52,79*	55,05*
Malonil	DAIDZINA	16,04 ^a ±0,62	15,59 ^a ±0,12
	GLICITINA	1,54 ^a ±0,09	1,40 ^b ±0,09
	GENISTINA	38,04 ^a ±1,69	36,70 ^a ±0,26
	TOTAL	55,62*	53,69*
Agliconas	DAIDZEÍNA	3,51 ^a ±0,18	3,67 ^a ±0,15
	GLICITEÍNA	0,83 ^a ±0,03	0,81 ^a ±0,10
	GENISTEÍNA	6,20 ^a ±0,27	6,04 ^a ±0,07
	TOTAL	10,54*	10,52*
Total		118,95^a±5,25	119,25^a±0,90

Média de seis amostras ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey (p<0,05). * Soma de cada fração.