

大豆の加工とトリプシンインヒビター (2)

誌名	食品総合研究所研究報告 = Report of National Food Research Institute
ISSN	03019780
著者名	堀井,正治 宮崎,基嘉
発行元	農林省食品総合研究所
巻/号	28号
掲載ページ	p. 59-62
発行年月	1973年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



大豆の加工とトリプシンインヒビター (第 2 報) 大豆の加熱, 脱脂, 照射処理と トリプシンインヒビターの減少

堀 井 正 治・宮 崎 基 嘉*

前報¹⁾において, 大豆のトリプシンインヒビター測定法を検討し, カゼインを基質として遊離するチロシンを比色定量する際にシグマ社の 1-S 型大豆トリプシンインヒビター結晶を基準に用いてインヒビターを量として表わすことを試みた。そして, 大豆および大豆製品について測定を行ない, 生大豆には窒素 1 mg あたり 0.5~0.9 mg (24~43 TIU/mg-タンパク) のインヒビターが含まれていること, 豆腐, おからにも窒素あたりでは生大豆の 10~12% に相当するインヒビターが残存していることを報告した。

本報では, 生大豆粉の加熱条件を水分, 温度, 時間に関していろいろに変えてインヒビターの減り方について検討を加えた。あわせて, 脱脂した場合および加熱によらないで β 線を照射した際のインヒビターの残存程度も測定したので報告する。

実験方法

1. トリプシンインヒビターの測定法

試料粉末をリン酸緩衝液 (pH 7.6) で抽出した検液を前報¹⁾の比色法で測定した。測定法の概要は次の通りである。検液をトリプシン溶液と 35°C でプレインキュベートし, 次いで 1% ハンマーステンカゼイン溶液を加えて 20 分間インキュベートして, 遊離してくるチロシンをフェノール試薬で発色させ, 750 m μ における吸光度を測定する。この吸光度と, あらかじめトリクロール酢酸でトリプシンの作用を抑えたのち基質を加えて同様に比色したときの吸光度との差 (Es) をトリプシン力価 (E₀) で補正し (E₀-Es=E), 大豆トリプシンインヒビター結晶 (シグマ社製) を用いて作製した標準線を基に算出した。ケルダール法で窒素を測り, インヒビターを窒素 1 mg あたりの mg 数で表わした。別にチロシン標準線をつくっておき, 単位時間あたりのチロシン遊離量の減少からインヒビターの活性を計算して, タンパク

質 1 mg あたりの TIU でも表わした (Anson 法²⁾, 道法³⁾の改良法)。試料間のインヒビターの活性の比較検討には窒素 1 mg あたりのインヒビターの mg 数の値を用いた。水溶性窒素の定量は前報¹⁾の通りである。

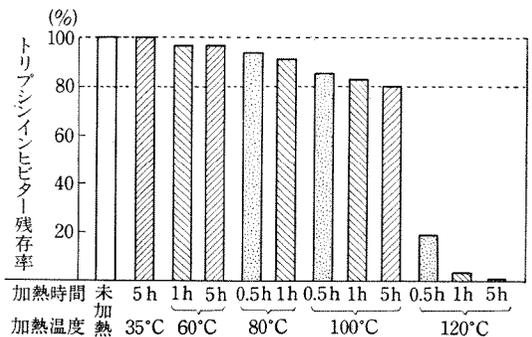
2. 実験材料

生大豆あるいは脱脂大豆を 32 メッシュ通過まで磨細し, 乾熱, 湿熱, 抽出加熱あるいは β 線照射等の処理を行なったのち試料とした。

実験結果および考察

1. 大豆粉の乾熱とトリプシンインヒビター

生大豆粉を三角フラスコに 5~10 g ずつとり, 電気恒温器に入れて, 35°, 60°, 80°, 100°C でそれぞれ所定時間加熱した。120°C の場合は 10 g 大豆粉を耐圧試験管にとり封管して, 加水分解用電気炉で所定時間加熱を行なった。加熱時間は各々 30 分, 1 時間, 5 時間とした。未加熱試料粉末中のトリプシンインヒビター含量は 0.84 mg/mg-N (40.3 TIU/mg-タンパク) で, この値を 100 とし各種処理試料中の窒素あたりのインヒビター含量の割合をグラフにしたのが第 1 図である。Heintze⁴⁾ は大豆の乾熱はトリプシンインヒビター活性を減らす目



第 1 図 大豆粉の乾熱とトリプシンインヒビター

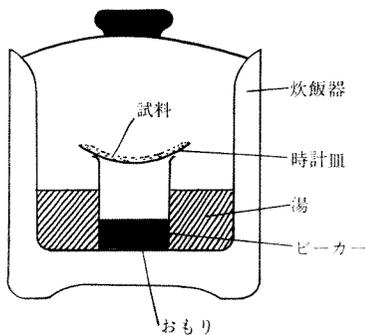
* 現在国立栄養研究所

的では適当でないといっているが、第1図によると、100°C、5時間乾熱しても大豆中のインヒビターはなお80%の活性を保っていた。120°Cで処理すると30分で約20%、1時間で約2%、5時間で完全失活した。

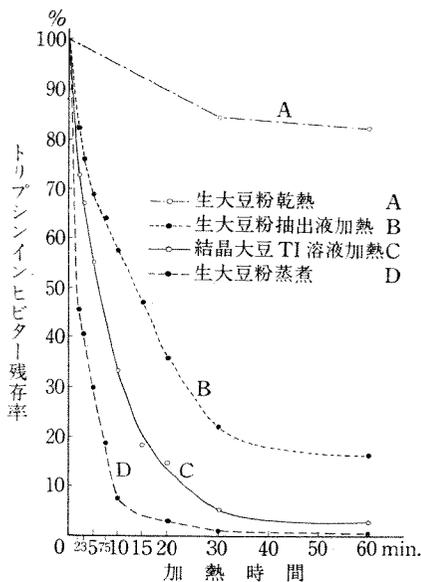
2. 生大豆粉湿熱処理と

トリプシンインヒビター

生大豆粉を第2図のように時計皿に広げ、自動炊飯器を用いて所定時間蒸煮後風乾して試料とした。結果は第3図Dに示すように、トリプシンインヒビター活性は2分間の蒸煮で50%を割り、30分で1%、60分で0.4%に減少した。なお、市販の圧ぺん脱脂大豆を蒸器で30分間蒸煮したときのトリプシンインヒビターの残存率は



第2図 蒸煮装置



第3図 加熱時の試料の状態とトリプシンインヒビターの残存

加熱温度は100°Cとし、Aは電気恒温器、B・Cは沸騰水、Dは蒸気で加熱した。

0.4%であった。Heintze⁴⁾によると大豆粉を105~108°Cで20~30分湿熱するとインヒビター活性はなくなったといひ、また、Rackis⁵⁾によると、厚さ0.01インチに圧ぺんした除皮生大豆およびそれをヘキサソで脱脂後粉砕した脱脂大豆粉を蒸煮すると10分間でトリプシンインヒビター活性の90%が、15分間で少なくとも95%が失活したといひ。Albrecht⁶⁾は生大豆を加熱したときのウレアーゼ活性とトリプシンインヒビター活性との相関を調べ、水浸漬丸大豆を5~7分間蒸煮したときも、20メッシュ通過の大豆粉を蒸煮したときにも両活性はともに失活したが、水分の低い状態(8%)で加熱した場合には、ウレアーゼは失活してもインヒビターの活性は残っていたと報告している。さらにRackis⁵⁾も丸大豆を20分間蒸煮してもトリプシンインヒビター活性の減少は少ないが、あらかじめ大豆の水分を25%にしてから蒸煮すると活性が激減することをみている。本実験1と2の結果は、上の報文の結果を支持するものであった。

3. 溶液状態での加熱と

トリプシンインヒビター

生大豆粉1.4gを500mlのリン酸緩衝液で抽出した抽出液(抽出法は前報⁷⁾の通り)、および標準品として用いた大豆トリプシンインヒビター結晶(シグマ社製、3回再結)のリン酸緩衝液溶液(抽出液と同じトリプシンインヒビター濃度)を共栓試験管にとり、沸騰水に所定時間つけて加熱した。結果は第3図、B、Cにみるように、抽出液の場合にはインヒビター活性の減少は比較的緩慢で、60分間加熱後もなお16%の活性が残っていた。インヒビター結晶溶液の場合、抽出液と生大豆蒸煮(D)の中間の減少曲線をえがき、稀薄溶液にしたときにはトリプシンインヒビターの損失に対して、混雑物による緩衝作用があることが推察される。

4. 生大豆の脱脂処理と

トリプシンインヒビター

生大豆を圧ぺんし、n-ヘキサソで脂肪を抽出(室温)しても、窒素あたりのトリプシンインヒビター含量には大きな差はなかった(第1表)。なお、種皮は生大豆重量全体の約3%をしめるが、種皮中の窒素あたりのトリプシンインヒビター含量は胚乳・胚芽部分の3分の1弱であった。

5. β 線照射とトリプシンインヒビター

市販の脱脂大豆を試料として、当研究所の Vande

第1表 大豆の脱脂処理とトリプシンインヒビター

	トリプシンインヒビター			TIU/ mg-タンパク	総N	水溶性 N	SPR**
	N 1 mg当り	タンパク質 100 g当り	試料 1 g当り				
生大豆	mg 0.54	g 9.5	mg 33.5	26.1	% 6.17	% 5.87	95.1
脱脂大豆*	0.58	10.2	47.5	28.0	8.16	7.47	91.5
生大豆種皮	0.17	3.0	2.3	8.2	1.33	0.07	5.2

* n-ヘキサンをを用い室温で脱脂

** 水溶性窒素比: $\frac{\text{水溶性窒素}}{\text{総窒素}} \times 100$ 第2表 β 線照射とトリプシンインヒビター

β 線量 \times Mrad	トリプシンインヒビターの残存率*
	%
0	100
5	81
10	57
15	51
20	45

* 窒素 1 mg 中のトリプシンインヒビター量で比較

graff 電子加速装置を用いて β 線を照射し、トリプシンインヒビター活性の減少度をみた。結果は第2表のように、15 Mrad 照射しても活性は半減するにすぎず、これ以上照射しても減り方は緩慢で、照射臭が強くなり、また 10 Mrad 以上で着色が著しくなった。

要 約

大豆の加熱処理条件とトリプシンインヒビターとの関係について、カゼインを基質としたトリプシンインヒビター比色測定法により検討を行ない次の結果を得た。

(1) 加熱する状態によってトリプシンインヒビターの減少には大きな差がみられ、乾熱では 100°C、5 時間加熱後にもなお 80% の残存が認められたが、煮沸するとインヒビターの破壊は急激に進み、2 分間の煮沸で 46%、

30 分間で 1%、60 分間で 0.4% に減少した。

(2) 大豆の抽出稀釈液を 100°C で加熱した場合、蒸煮に比べてインヒビターの減少度合が緩慢であり、60 分後にもなお 16% も残存していた。このことから、溶液の場合には、混雑物による緩衝作用が働いてインヒビターの破壊が抑えられているものと推察される。

(3) β 線照射によってトリプシンインヒビターを減らそうという試みは、15 Mrad の照射でも半減するにすぎず、線量の割に減少がかんばしくなく、照射臭、褐変などもあって効果は期待出来なかった。

本実験を行なうにあたり、大豆粉の照射を行なっていた早川昭枝官に謝意を表します。なお、本報告の一部は、第 21 回栄養食糧学会総会（昭和 42 年）で発表した。

文 献

- 堀井正治, 宮崎基嘉: 食研報, No. 28, 52~58 (1973).
- Anson, M. L.: *J. Gen. Physiol.*, 22, 79 (1949).
- 道喜美代, 飯塚美知子: 栄食, 15, 62 (1962).
- Heintze, K.: *Z. Lebensm. Untersuch. Forsch.*, 91, 100 (1950).
- Reckis, J. J.: *Food Tech.*, 20, 1482 (1966).
- Albrecht, W. J., Mustakas, G. C., McGee, J. E.: *Cereal Chem.*, 43, 400 (1966).

**Studies on Trypsin Inhibitor Alteration in the Processes
of Treatment of Soybean (Part 2)**

**Trypsin Inhibitor Reduction during Heating,
Defatting, and Irradiation of Soybean.**

Masaharu HORII, Motoyoshi MIYAZAKI

1. Destruction of trypsin inhibitor was different from condition of heating. Trypsin inhibitor remained at a level of 80% of original soybean by dry heating at 100°C, 5 hr., but by steam-cooking, destruction of trypsin inhibitor was progressed rapidly, trypsin inhibitor was reduced to 46% at 2 min., 1% at 30 min., 0.4% at 1 hr.

2. When solution extracted from soybean was heated at 100°C, destruction of trypsin inhibitor was slack as compared with steam-cooking, after heating of 60 min., trypsin inhibitor remained at

a level of 16%. Therefore, in case of solution, it is supposed that destruction of trypsin inhibitor is controlled by a buffer action of impurities.

3. An experiment to reduce by β -ray-irradiation was executed, but trypsin inhibitor was reduced merely by half by 15 Mrad irradiation. Additional irradiation was not remarkable to destroy trypsin inhibitor, and the irradiation smell and the browning reaction were observed. Therefore, irradiation treatment of soybean flour did not come up to expectation.