

枝豆のトリプシンインヒビター活性値と物性試験

Trypsin Inhibitor Activity and the Physical Characteristics of Green Soybeans

守田 律子

MORIYA Ritsuko

I. はじめに

生の大豆には、トリプシンインヒビター（以後TIと記す）が含まれており、この物質はすい臓肥大の原因物質で、たんぱく質分解酵素トリプシンの働きを阻害するものである。生の大豆は一般的に生食せず、加熱処理してから食する。これはリポキシゲナーゼにより、吐き気を催す青臭さを感じるヘキサノールを生成するためと、このTIが多く含まれるためである。大豆とその未熟種子である枝豆は同じ豆類であるが、分類では3つのタイプに分かれている。大豆やラッカセイのようにたんぱく質と油脂を主成分とするものと、アズキ、エンドウ、インゲン、ウズラマメ、ソラマメのようにでんぷんとたんぱく質を主成分とするものである。三つ目は、枝豆、グリーンピースなどの野菜的性質のものである。そこで、同じ豆類でも主成分の違う大豆とその未熟種子である枝豆のTI活性値の違いがあるか。又、加熱によるTI活性の失活程度を調べたので報告する。併せて、枝豆の物性試験も行った。

II. 実験方法

1. 試料

富山県富山市北代産の枝豆とその完熟乾燥丸大豆を試料として用いた。

供試枝豆の加熱条件は、枝豆の鞘から豆を取り出し、沸騰中にいれ再沸騰させ、10秒、20秒と60秒まで10秒毎に、60秒以後は2分、3分、4分、5分、10分と茹で湯中より取り出し供試枝豆とした。また、市販品の冷凍枝豆3種類についても試料とした。

2. トリプシンインヒビター活性値の測定方法

(1) 試料液の調整

各供試枝豆を乳鉢で磨り潰し、0.5 gを採取し、50mlの水を加え、ウォーターバス・インキュベーターに入れ、水温37℃で60回/1分、1時間浸透してTIを抽出した。その上澄み液5.0mlに10mM CaCl_2 濃度になるようにCaを加えたpH8.2の50mM Tris液5.0mlを加え混合し、5分間静置後ろ過した。このろ液をTI測定の試料原液とした。

(2) TI測定方法

Liuらの方法で行った。手順は図1に示したが、試料原液又はその希釈液1.0mlに40mg%ベンゾイル-L-アルギニン-p-ニトロアニリド (BAPA) 2ml加え、37℃のウォーターバスに保温する。次いで1.6mg%トリプシン液0.5 ml加え、正確に10分間保温後、30%酢酸を加え反応を停止させる。生じた黄色色素量を410nmで比色した。この黄色に色がつくのは、ニトロアニリドがアルギニンとペプチド結合していると無色であるがBAPAで消化されて、アニリドが遊離さ

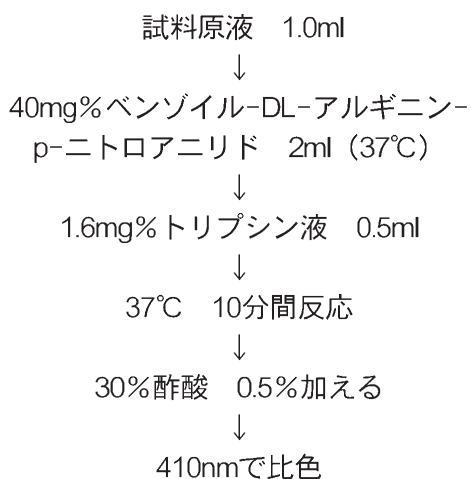


図1 TI測定方法

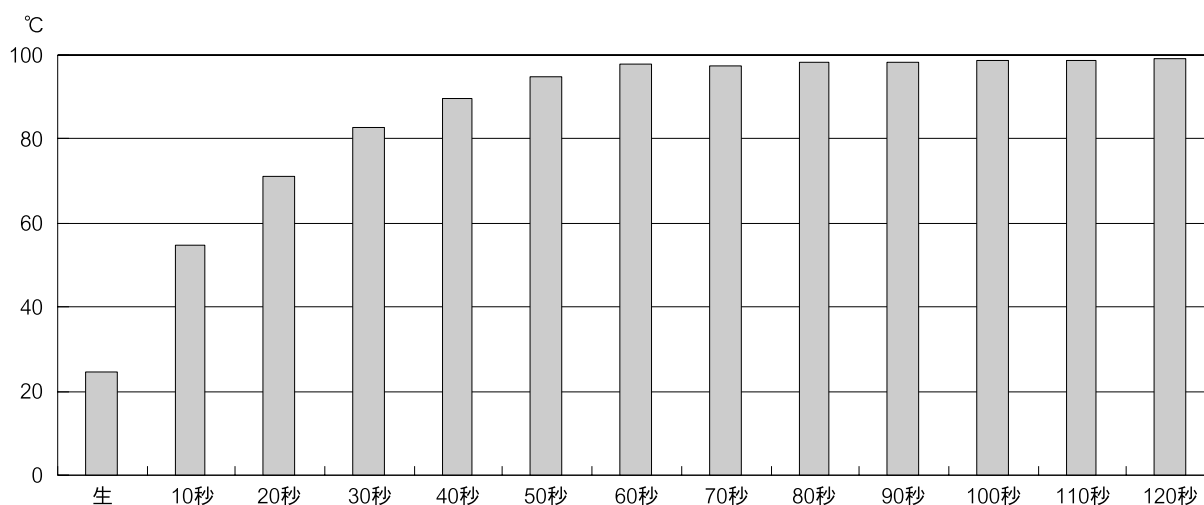


図2 加熱時間と中心温度

れるためである。活性値の算出は、TIを含まない反応液の吸光度からTIを加えた液の吸光度を差し引き、吸光度を0.01低下させるTI活性値を1単位として求めた。

3. 物性試験

破断強度試験をクリープメータ (株式会社山電製レオナーRE3305) により行い、破断強度を求めた。また、官能検査を3種類の枝豆について順位法で実施した。

III. 結果および考察

1. ゆで加熱時間と中心部の温度について

熱電対温度計を豆の中央にさし込み、時間毎にその温度を調べた。その結果は図2に示したように10秒加熱では54.6℃、20秒は71.0℃、30秒は82.6℃、40秒は89.6℃、50秒は94.7℃、70秒は97.4℃、80秒は98.2℃、90秒は98.4℃、100秒は98.6℃、2分後では99.2℃であった。

今回使用した熱電対温度計は、本体自身が熱を吸収したりするので多少、実際の温度より高めに出了のでないかと不安である。

2. 水分量と粗たんぱく質量について

枝豆、大豆、冷凍枝豆の水分量は、常圧加熱乾燥法（105℃）にて測定した。その結果は、表1のように大豆は9.09%、枝豆は70.81%、冷凍枝豆3種類の水分量は、N社65.42%、K社64.26%、A社64.55%で3社の平均は64.74%であった。また、大豆と枝豆の粗たんぱく質量は、ケルダール分解法で「全窒素—たんぱく質換算係数」を乗じて算出した。大豆は33.92%、枝豆は12.45%であった。

3. TI活性値について

加熱時間とTI活性値の関係を調べた。その結果は表2に示した。生枝豆1mg当たり、TIは43単位含まれていた。完熟乾燥丸大豆のTIは70単位であった。枝豆を10秒加熱すると24単位と生大豆のTI活性値を100としたら55.8%に急減して

いた。20秒では17単位になり、50秒までは徐々に減じていた。60秒では9単位と20.9%になり、2分では1単位となり、ほとんど失活していた。

(図3)

TIは人体に対して有害だと考えられていたが、最近ではインスリンというホルモンとそれを分泌する細胞（B細胞）を増殖させ、糖尿病の治療予防に役立つと期待されているので、TI活性を完全に失活させる必要はないのではないかと考えている。しかし、どの程度失活させればよいかは未定である。

冷凍枝豆は、年中出回って手軽に利用されている食品である。今回3種類の冷凍枝豆を選びTI活性値を調べた。その結果、表3に示したように、生枝豆の88.4%の38単位のA社と62.8%の27単位のK社、N社は6単位と生枝豆の14%に失活していた。メーカーにより、TI活性値には38単

表1 水分量と粗たんぱく質量

		水分 (%)	粗たんぱく質
大豆		9.09±0.08	33.92±1.39
生枝豆		70.81±1.40	12.45±0.24
冷凍枝豆	N社	65.42±0.93	
	K社	64.26±1.08	
	A社	64.55±1.29	

(n=3)

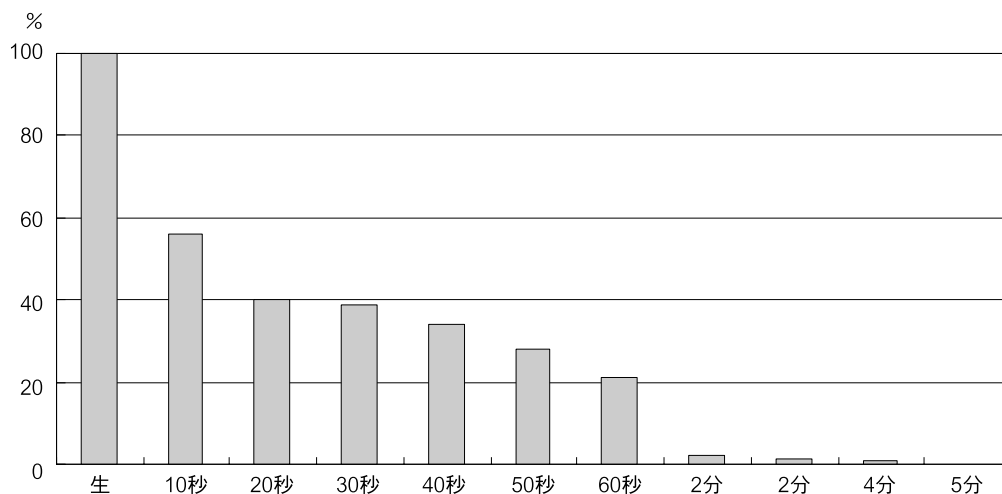


図3 加熱時間とTIとの関係

表2 加熱時間とTI活性値

試料	TI活性値 (単位/試料mg)
生	43.1 ± 4.1
10秒	24.2 ± 3.4
20秒	17.2 ± 1.5
30秒	16.8 ± 0.5
40秒	14.6 ± 0.8
50秒	12.1 ± 2.5
60秒	9.2 ± 1.1
2分	1 ± 0.3
3分	0.5 ± 0.2
5分	0.4 ± 0.2
10分	0

(n=3)

位から6単位と6.3倍の差が認められた。メーカーでは、外観の色などに重点を置いているのではないと思われる。

4. 物性試験

破断強度試験の測定条件は、ロードセル：荷重 2 kgf、測定スピード：1.000mm/s、プランジャ：円筒型で接触面直径 3 mm、PREST：試料の高さの70%で測定を行った。図4に応力-ひずみ曲線を示した。この曲線から求められた破断応力・破断エネルギーの破断特性値を表4に示した。破断点の荷重は、30秒加熱は1779gf、

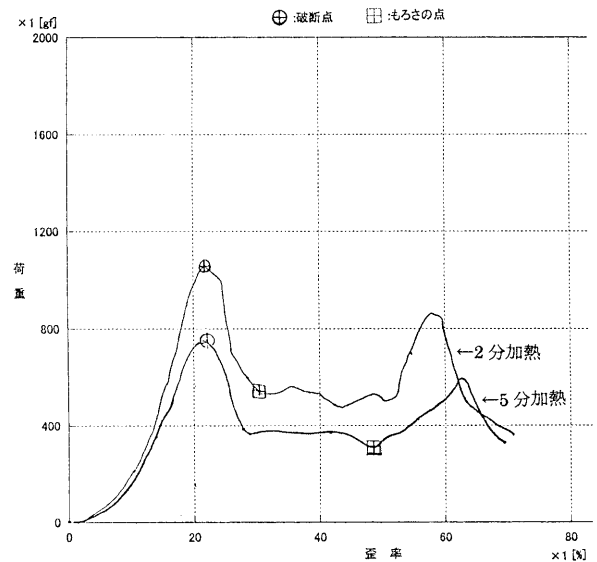
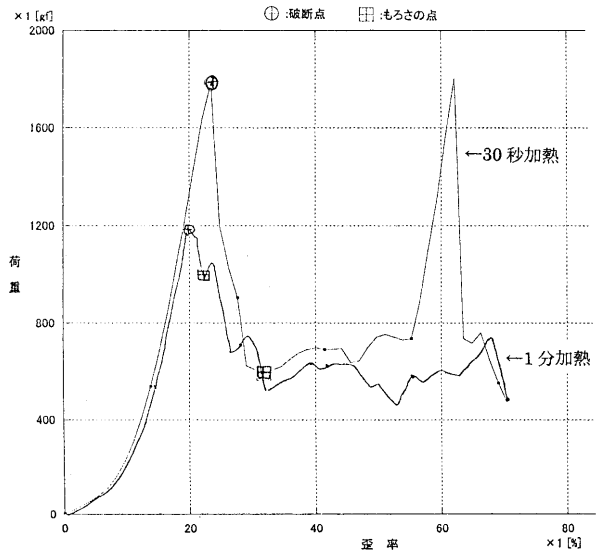


図4 応力-ひずみ曲線

表3 冷凍枝豆のTI活性値

	N社	K社	A社
TI活性値(単位/試料mg)	5.9 ± 1.0	27.33 ± 5.3	38.07 ± 3.1

(n=3)

表4 破断特性値

	30秒	1分	2分	5分
破断荷重 g f	1779	1176	1060	751
破断応力 dyn/cm	2.47 × 10 ⁶	1.63 × 10 ⁶	1.46 × 10 ⁶	1.04 × 10 ⁶
破断エネルギー	1.22 × 10 ⁵	1.06 × 10 ⁵	1.84 × 10 ⁵	9.87 × 10 ⁴

1分加熱は1176gf、2分加熱では1060gf、5分加熱では751gfであった。1分加熱では30秒加熱の破断荷重の2/3に減り、2分加熱では3/5の荷重で破断していた。5分加熱では2/5以下の荷重で破断していた。つまり、加熱時間が長くなるにつれ、破断荷重が小さい値を示し、破断応力・破断エネルギーも同様な結果となった。

5. 官能検査

3種類（30秒、1分、2分）の加熱時間の異なる枝豆を試料とし、食物栄養学科2年生19名を対象に順位法で好きな硬さのものから1番、2番、3番と記入してもらい、クレーマーの検定表を用いて有意差検定を行った。その結果、クレーマーの検定表のn=19、t=3のとき順位合計が30以下、46以上の場合、5%有意である。今回の順位合計は、30秒加熱は55、1分加熱は38、2分加熱は21であったので、2分加熱の枝豆が有意（5%）に好まれていた。また、30秒加熱の枝豆は、有意（5%）に好まれていなかった。

IV. まとめ

大豆とその未熟種子である枝豆のTI活性値と加熱時間の違いによるTI活性値も調べた。併せて、物性試験も実施しその結果以下のことがわかった。

1. 枝豆の加熱時間により豆の中心部の温度は、10秒で54.6℃、20秒で71℃、30秒は82.6℃、40秒は89.6℃、50秒は、94.7℃、70秒は97.4℃。2分では99.2℃であった。
2. TI活性値は生枝豆1mgあたり、43単位であった。完熟大豆は70単位であった。10秒加熱では、24単位と生枝豆の55.8%に急減し、20秒では17単位となり、60秒では20.9%、2分後では1単位に失活していた。

3. 冷凍枝豆3種類のTI活性値は、メーカーにより、38単位から6単位と幅があった。
4. 官能検査では、2分加熱の枝豆が有意（5%）で好まれ、30秒加熱では有意（5%）に好まれなかった。
5. 破断強度試験では、加熱時間が長くなるにつれ破断荷重が小さい値を示し破断応力・破断エネルギーも同様な結果になった。

付記

本実験を実施するにあたり、貴重なご助言を賜りました本学盛永宏太郎教授に深謝いたします。また、官能検査にご協力いただいた食物栄養学科の学生に感謝いたします。

なお、本研究の一部は2004年7月日本調理科学学会東海北陸支部第5回研究発表会にて発表した。

参考文献

1. 盛永宏太郎：食料工、44,219（1997）
2. 盛永宏太郎：食料工、46,352（1999）
3. 渡辺篤二監修：豆の辞典、幸書店
4. 山内・大久保編：大豆の科学、朝倉書店
5. 守田：富山短大紀要、37,44（2002）

白