

食品材料としての小麦胚芽に関する研究

I 市販小麦胚芽食品中のトリプシン・インヒビターの存在とその熱的性質

西出 佳子*, 野本 美子**

Studies on Wheat Germ as a Food Material

I. Presence and Thermal Properties of Trypsin Inhibitor in Wheat Germ Foods on the Market.

Yoshiko Nishide and Mitsuko Nomoto

I. 緒 言

我国では、1年間に約500万トンの小麦が利用されており、副産物として10数万トンの小麦胚芽が得られている。現在、この胚芽は、主として家畜の飼料に利用されているが、胚芽中には、良質のタンパク質をはじめ多くの特異成分を含み、栄養学的に優れているので種々の食品材料としての応用が検討されている¹⁾。例えば、現在では、脱脂胚芽を熱処理して加工食品（主に菓子類）に添加されたり、また、健康食品としてそのまま利用されている。

一方、小麦胚芽のタンパク質のアミノ酸組成は優れているが、その正味タンパク利用率は極めて低い²⁾。そして、この一原因が、タンパク分解酵素の働きを阻害するタンパク性物質（プロテアーゼ・インヒビター）の存在によると考えられている。実際に、胚芽中には4種類の阻害物質が認められ³⁾、その内2種類の阻害物質が単離され、それらの性質が明らかにされている⁴⁾。

そこで、本研究においては、小麦胚芽の食品材料への応用について検討するため、まず、現在市販の小麦胚芽食品および、小麦胚芽添加食品について、トリプシンに対する阻害活性の存在の有無を調べ、次に、小麦胚芽中のトリプシン・インヒビターの熱的安定性について検討した。

II. 実験方法

1. 試 料

実験に供した小麦胚芽はカナダウェスタン種小麦胚芽を日清製粉株式会社より入手した。小麦胚芽食品および小麦胚芽添加食品（ビスケット）は市販品を購入し、用いた。トリプシン（2×cryst, from bovin pancreas）は、Sigma Chemical Co. 製品を使用した。トリプシンの基質としてのカゼインは、E. Merck A. G., Darmstadt, Germany の製品を実験に供した。

2. トリプシンに対する阻害活性の測定法

2-1 トリプシン活性の測定

トリプシンの活性は、萩原らの方法を改良して用いた⁵⁾。すなわち、3ml のカゼイン溶液（pH 8.0, 1%）に0.05 Mリン酸緩衝液（pH 8.0）0.5ml とトリプシン溶液（25mg%）0.2ml を加え、この混合液を30分間37°Cに保った。この反応液に0.13M 三塩化酢酸（0.93M 酢酸と0.26M 酢酸ナトリウムを含む）を加えた。この混合液を37°Cで30分間保った後、ろ過した。ろ液1ml に0.55M 炭酸ナトリウム溶液5ml と5倍に希釈した市販フェノール試薬1ml を加え37°Cで30分間放置した後、波長660nm でその吸光度を測定した。

2-2 阻害活性の測定

試料液のトリプシンに対する阻害活性の測定は、前述のトリプシン活性の測定時の緩衝液の代わりに試料液を加えて、トリプシンの残存活性を測定して求めた。

* 近畿大学医学部

** 本学食品化学研究室

阻害活性はコントロールに対するの阻害百分率(I%)で示した。その算出は次式に従った。

$$I(\%) = \frac{T - T^*}{T} \times 100$$

この式で T* および T は、試料液を加えた時のトリプシンの活性と緩衝液のみを加えた時のトリプシンの活性を示している。

III. 結果および考察

1. 市販食品中のトリプシンに対する阻害活性

市販食品中の小麦胚芽が、トリプシンに対する阻害活性を有しているかどうかを次の方法で測定した。

小麦胚芽食品は 5g, 小麦胚芽添加食品は 50g を秤取し、これに 0.1M 塩化ナトリウム溶液 50ml を加え、混合、摩砕した。2時間放置後遠心分離 (1100×g, 15分) を行ない、得られた上清を試料液として実験に供した。

その結果表1に示すごとく、市販小麦胚芽に 16.6~35.0%の阻害活性を認めた。これに対して、小麦胚芽添加のビスケットには10.1~18.0%の阻害活性が認

表1 市販食品中のトリプシン阻害活性

| Sample | Inhibitory Activity(I%) |
|-------------------|-------------------------|
| Germ A | 35.0 |
| Germ B | 16.6 |
| Biscuit A | 18.0 |
| Biscuit B | 13.6 |
| Biscuit C | 10.1 |
| Biscuit (control) | 8.1 |

められ、小麦胚芽無添加のビスケットに比較して2倍近い値を示した。すでに報告されているように、小麦穀粒の各部位にはトリプシンに対する阻害活性物質が存在しているが、特に胚芽部に強くその活性が認められている。しかし、ここで示した実験結果より、市販小麦胚芽製品中にトリプシンに対する阻害活性が認められたことは、小麦胚芽が食品として利用される場合に熱処理がされているものの、その製品化される過程において小麦胚芽中のインヒビターはその阻害活性を失うことはなく、その製品中にはなおトリプシンに対する阻害活性が残存していることを示している。

2. 小麦胚芽の熱処理による阻害活性の変化

小麦胚芽を食品材料として利用するのに、これらトリプシン・インヒビターの熱的性質を明らかにすることは極めて重要なことである。そこで、小麦胚芽中に存在するトリプシン・インヒビターが、熱処理により

その阻害活性をどの程度失活するのかを検討した。

小麦胚芽 5g をシャーレーに入れ、100~180℃の種々の温度で30分~5時間熱処理した。この熱処理小麦胚芽は、前述の小麦胚芽食品と同じ操作を行ない、得られた抽出液についてトリプシンに対する阻害活性を測定した。図1は、無処理の物の阻害活性率を100%とし、縦軸に残存活性率を、横軸に処理時間をとって示した物である。

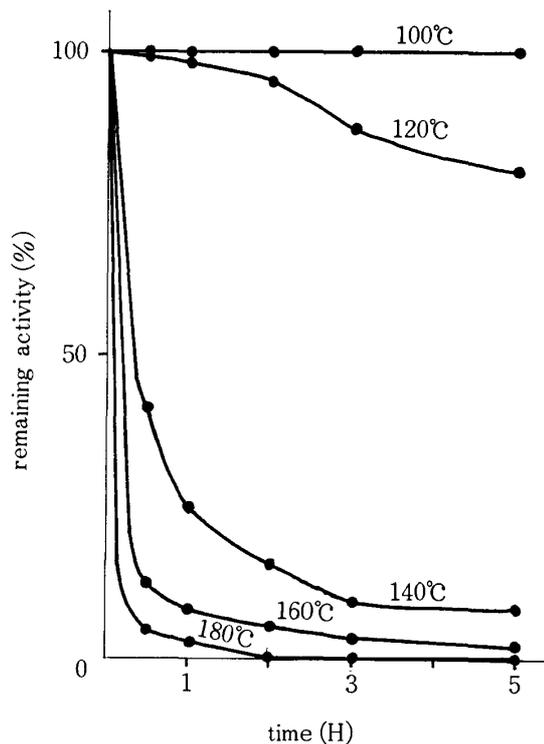


図1 小麦胚芽中のトリプシン阻害活性の熱安定性

その結果、30分の熱処理についてみると、100℃、120℃ではほとんど阻害活性は低下していないが、140℃になると約60%、160℃では約90%失活し、180℃ではわずかに阻害活性が認められる程度であった。また、時間経過にともなってみてみると、100℃ではその阻害活性の変化は認められず、120℃では5時間で約20%の低下しか示さなかったが、140℃では3時間、160℃では1時間の熱処理により90%失活した。しかし、完全に失活させるためには、180℃で2時間の熱処理が必要であった。従って、小麦胚芽中のインヒビターは熱に対して安定であり、安易にその阻害活性を失わないことが明らかとなった。

3. 熱処理による小麦胚芽の外観の変化

以上の結果より、小麦胚芽を食品として利用する場合に熱処理を行うには、少なくとも160℃以上必要と思われる。そこで、無処理の小麦胚芽を100~180℃の

各種温度で30分間熱処理し、この熱処理小麦胚芽と市販の小麦胚芽食品とを比較した結果は、図2に示すごとくである。

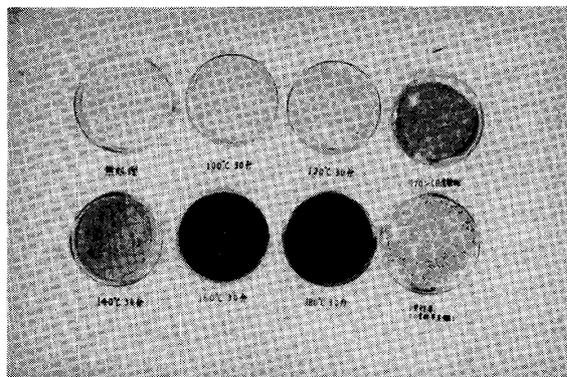


図2 熱処理による小麦胚芽の外観の変化

これからわかるように、100～140℃ではあまり外観の変化は認められないが、160℃・180℃では著しい褐変現象が起り、商品としての価値が失われることが明らかである。

IV. 総 括

現在市販の小麦胚芽食品および小麦胚芽添加食品について、トリプシンに対する阻害活性の存在の有無を調べた結果、強い阻害活性が認められ、また、胚芽無添加食品と比較しても、その存在は明らかであった。

そこでさらに、小麦胚芽中のインヒビターの熱的安

定性について検討したところ、熱に対して安定であり、100℃、120℃の熱処理に対して、ほとんど活性は低下しない。そして、100%失活させるためには、160℃以上の熱処理が必要であるが、この温度では著しい褐変現象が起り、食品材料としての商品価値が失われてしまうのである。

これらの結果より、我々がこれらの胚芽食品を摂取した場合に、当然トリプシン・インヒビターも体内に入るが、その際、インヒビターが消化酵素に対して何らかの阻害を示すであろうことが予測される。この事実は、食品学的見地からのみならず、栄養学的立場からも検討する必要があると考えられる。

最後に、本実験にあたり御指導下さいました本学の光永俊郎助教授に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) Shurpalekar, S. R. and Haridas, Rao P., *Advances in Food Res.* 23, 187 (1977)。
- 2) Affia, F. and Creek, R. D., *Cereal Chem.*, 42, 494 (1965)。
- 3) Mitsunaga, T., *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 20, 153 (1974)。
- 4) Mitsunaga, T., in press.
- 5) Hagihara, B., Matsubara, H., Nakai, M. and Okunuki, K. *J. Biochem.*, 95, 271 (1961)。