食品中の酵素インヒビターについての 調理科学的研究 (第 3 報)

Studies on the Enzyme Inhibitor in Foods (Report 3)

小麦粉のアミラーゼインヒビターと調理 (その 1)

Effect of cooking on the amylase inhibitor in flour (Part 1)

(昭和 42 年 6 月 27 日 受理)

別 所 秀 子 黒 沢 祝 子
(Hideko Bessho) (Shikuko Kurosawa)

Amylase inhibitor in flour and in breads and cakes made of flour was investigated. The flour products obtained by a strong heat treatment showed less activity of the amylase inhibitor. There was no amylase inhibitor in most of the outer part of the loaf, whereas more than half of the active inhibitors in flour was found to remain in pancake.

The potency of amylase inhibitor in dough was shown to decrease in proportion with the time of baking in an oven.

小麦粉のアミラーゼインヒビター (AI) については、Militzer ら¹⁾が 1946~1947 年穀類雑に小麦について比較的详细な研究を行ない、その本態について或程度詳しく報じているが、その後この AI の研究はあまり行なわれていない。最近、わが国ではパン食が急増し、場合によってはパンなど小麦粉加工品中の AI が消化上、問題になる可能性があるように思われる。

著者らは、かかる見地からまず、2, 3 原料小麦粉並びにパンや菓子など小麦粉加工品中に AI がどの程度存在するものかについて検討を行なった。本報では小麦粉中の AI の測定法並びにその方法を適用して種々小麦粉加工品について AI を検した結果について報告する。

実験材料および方法

1. 試料のつくり方

小麦粉あるいはその加工製品に10倍量の水を加え、ミキサーで磨砕し、20°C 前後に2時間放置した後、2000 r. p. m. で15分間遠心分離しその上澄液をAI試料とした。

2. 実験方法

アミラーゼの測定法：被検アミラーゼとしてはPancreatin (日本臓器) に 1000 倍の M/100 NaCl および M/100 Ca (CH₃COO)₂ を含む溶液 (pH 7.0)

を加え、30°C, 30 分 放置し、その上澄液をアミラーゼとして用いた。アミラーゼの基質は同じく M/100 NaCl および M/100 Ca(CH₃COO)₂ を含む溶液で 1% 溶性でん粉溶液 (pH 7.0) を調製し用いた。アミラーゼ力の測定は糊精化力法に依った。すなわち、試験管にアミラーゼ 1 ml, 蒸溜水またはインヒビター液 1 ml および M/50 Veronal buffer (pH 7.2) 1 ml 加え、40°C 30分間インキュベートした後、この溶液 20ml を予め40°C に保温した 1% 溶性でん粉液 2.5ml に加えアミラーゼ反応を行なわせ、経時的にその反応液 0.5ml を、氷冷した塩酸々性ヨウ素・ヨウ化カリ液 (N/20 I₂・N/2 IK・NHCl を用時 5 倍に稀釈し N/100 I₂ として用いた) 0.5ml に採取し、その呈色を検した。糊精化の終点は沃度反応赤色 (標準液を予め用意した) とした。この方法でヨード反応が終点に達するのに10分を要した場合をアミラーゼ力 1 単位とした。

ii) AI 力の表示法：上記条件でアミラーゼ活性 2 単位を 1 単位に低下させる AI 力を 1 阻害単位とした (1 U)。その計算は前報に従い、山本博士の方式にならった。すなわち

$$\frac{\text{アミラーゼ活性}(A_0)}{2} \times \frac{\text{称量倍数}}{\text{使用 Inhibitor}} \times \left(\frac{\text{阻害率}}{50} \right)^*$$

=阻害単位 1 U/g 当たり

*: AI の濃度と阻害力との関係の補正項で Inhibitor を加えない時の Amylase 活性を A_0 , Inhibitor を加えた時のそれを A_1 として下式によって阻害率を求めた。

$$\frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 = \text{阻害率, \%}$$

実験結果ならびに考察

1) 市販種々小麦粉中の AI について

市販の小麦粉中に AI 力の有無をしらべてみた。第1表に示すように、AI 力は小麦粉によって相異を示したが、平均すれば強力粉の方がやや強い傾向を示した。

第1表 市販小麦粉中の AI 力

小麦粉標品	備 考	AI, U/g
強 力 粉	京都N店のもの	39.5
"	大阪M店のもの	31.0
"	N製粉会社のもの	29.5
薄 力 粉	京都N店のもの	30.0
"	大阪M店のもの	32.0

2) 種々小麦粉加工品中の AI について

次に種々小麦粉加工品について AI の有無、その度をしらべてみた。いずれの標品についても、前述の如く、10倍重量の水を加え、前同様の条件によって測定した。AI 活性は加工製品 1g 当たりについて表示した。うどんについても同様に行なった。その結果は第2表の通りで、各種パンについて比較した場合、加熱度合の強いパン程 AI 活性が少ないことが判った。

第2表 市販小麦粉加工品中の AI 力

小麦粉の種類	製品の名称並びに入手先	AI, U/g
強 力 粉	ミルクパン (T店)	27
"	スィートパン (S店)	23
"	コッペパン No.1 (M店)	18
"	同 上 No.2 (M店)	15
"	学童パン (京都市指定)	4
"	角 パ ン (A店)	6
"	同 上 (K店)	3
"	同 上 (M店)	2
中 力 粉	うどんの玉(T店)そのまま	8
"	同 上 ゆでたもの	8
薄 力 粉	ホットケーキ (M店)	20

3) パン、ホットケーキなどの焼き時間と AI について

イ. 角パンの焼き時間と AI について

角パンを常法に従って焼く場合、その焼き時間によって AI 活性がどのように相異するかを検討した。第3表の配合で実際にパンを焼き、焼き時間 0, 10, 20, 30, 40, 50分にそれぞれパンを取り出し、24時間室温に放置した後、それぞれについて AI を測定した。その結果は第4表で、焼き時間と共に AI は減少し、50分焼きのパンではもとのその約7%に減少した。

第3表 角パンの材料

強 力 粉	3 kg
砂 糖	150g
塩	60g
ショートニング	90g
イースト	60g
エバーミルク	100g
卵 白	0.3l
水	1.1l

第4表 製パン時の焼き時間と AI 力

焼 き 時 間	AI, U/g
0 (分)	39
10 "	37
20 "	21
30 "	5.5
40 "	5
50 "	2.8

ロ. 角パンの部位と AI 力について

パンの外側と内側とでは加熱される度合が当然ちがうので、これと AI との関係を知るため、50分焼きの角パンについて、AI 活性を部位との関係においてしらべた。角パンの外側から1cm 厚さに切り取って外側部とし、その内側を2cm 巾に切り取って内側部とし、一方、パンの中心部から外側に向かって1.5cm巾に切り取り、これを中心部とし、それぞれについて AI 力をはかった。その結果は第5表で、AI は外側部には全くなく、内側部には少しみられ、中心部には内側部よりも強い AI 活性が見られた。角パン全体の AI 活性は内側部の AI 活性とほぼ等しかった。

角パンはしばしばトーストして食される。上述結果よりパンをトーストすると AI はさらに減少することが予想されるが、実際、トースターで常法で焼いたものをしらべてみたところ、AI 活性は全く認められなかった。

第5表 角パンの部位と AI 力

角パンの部位	AI, U/g
角 パ ン 全 体	2.8
外 側 部	0
内 側 部	3.0
中 心 部	5.5
トースターで焼いたパン	0

ハ. ホットケーキと AI について

第2表に示した如くホットケーキ (M店) には, 原料薄力粉の約50%の AI 活性が残っていることが認められた。そこで, 焼き方を変えた場合 AI 力はどうなるかについて検討をしてみた。第6表の配合でつくったドウを, よく焼けた鉄板上に流し, 表裏を前後3分間で焼くのが最上の色にでき上がり, 味も最もよいので, その方法で焼いたものと, 加熱時間をその半分の1.5分間で焼いたものについて AI を比較した。その結果は第7表で, 理想的に仕上げて, ホットケーキは原料小麦粉中の半分の AI 活性が残ることが判った。ミルクパンなどになお, かなりの AI が残存していたがこれもホットケーキの場合同様, 加熱度が少ないためと思われる。ビスケットクッキーなどの AI については目下検討中である。

第6表 ホットケーキの作り方 (材料5人分)

薄 力 粉	225 g	混合した dough を鉄 板で表裏を 焼く。
砂 糖	113 g	
ベーキングパウダー	1.5 g	
牛 乳	90cc	
卵	150 g	
バ タ ー		
パニラエッセンス	少々	
レモンエッセンス		

理想的なもの→3分焼く。

第7表 ホットケーキの焼き時間と AI 力

標 品 の 種 類	AI, U/g
薄 力 粉	32
ホ ッ ト ケ ー キ 3 分 焼	16
同 上 半 焼 き	30

4) 加工後の時間と AI について

加熱によって AI 力は減少するが, パンなどを放置した場合, 減少した AI が回復するかどうかについて検討した。しかし, 角パンの AI は14日或いは21日においても最初のそれと同じで, 従って熱により失格した AI は放置中に回復するなどの現象は見られなかった。

要 約

アマラーゼインヒビター (AI) の測定法を定め, それにもとづいて小麦粉, その加工品中の AI を検討した。

1. 試験したいずれの小麦粉も約30単位/gの AI 力を示した。小麦粉加工品の AI はいずれも原料小麦粉のそれより低かった。一般に, 角パンの AI は特に少なく, 一方ミルクパン, ホットケーキなどでは原料小麦粉の約半分或いはそれ以上の AI が認められた。

2. 加熱の度合と AI 力の変化との関係を角パンについて, その焼き時間との関係に於いて AI を検した結果, 焼き時間と共に AI は減少し, 50分焼いたパンでは AI は小麦粉のその約7%となった。しかし, 角パンでも中心部には或程度 AI が残存していた。ただし, これもトースターで焼くと皆無になることが判った。

ホットケーキでは焼き方の性質上, 殆んど常に AI は50%も残存することが判った。

ご懇切なご教示を賜った大阪市大(理)山本武彦博士に厚くお礼申し上げます。

実験に協力を惜まれなかった木田澄子, 鈴木えみ子の両姉にお礼申し上げます。

(本報告は, S. 42. 5. 13, 第21回日本栄養・食糧学会総会において発表した。)

文 献

- 1) Miltzer, W., Ikeda, C. & Kneen, E.: *Arch. Biochem.*, **9**, 309, 321 (1946); **15**, 249 (1947)
- 2) Kneen, E. & Sandstedt, R. M.: *ibid.*, **9**, 235 (1946); **15**, 251 (1947)

(同志社女子大学家政学部)