多少変った第2表の結果はそれを考慮に入れて欲しい。参考までにあげておく。

3. 考 察

この実験によって夏ミカン果実中には予想以上大量のリモノイドが含有されることを発見した。この場合外皮中のリモノイド量は成熟の期間を通じ大体一定であったが、種子のリモノイドは成熟とともに減じ、じょう嚢部は成熟とともに増加していた。じょう嚢部にリモノイドが多い事実は注目すべきことである。寒害果ではかなり数値的には乱れが見られたが、完熟とともに普通の状態にかえて来ていることが認められた。もちろん凍結害の強いものは落果し、4月頃まで木についているものは割合害の少ないものであるわけだから、この頃の数値は正常果に近いものと見てよいのではないかと思う。リモノイドは水には不溶、または難溶であるが、果汁にはかなり溶解する。夏ミカンを加工する場合、忘れること

のできない事実である。果汁のリモノイドは4月はじめのもので10 l に0.12 g であった。砂胞には乾物400 g に0.35 g のリモノイドがあった(ともに4月1日採果)。

リモノイドの定量法には未だよい方法が発見できていないので抽出法による定量を行なっているが、この方法は試料を多く要する上、時間や経費をも多く要するので、問題が多い。ここに分離定量されたリモノイドの構成は未だ全部は明確になし得ていないが、主力はリモニンであることを確認している²⁾。

文 献

- 1) 野村男次: 山口大学理学会誌, **1**, 37 (1950).
- 2) 野村男次: 醱酵工学, **30**, 199 (1952).

(附記) 柑橘果の完全利用に関する研究第1報, 本誌, **10**, 115 (1963), 第2報, 真空化学, **11**, 52 (1963) に発表済。

(1963年4月12日受理)

カステラにおける生地中のリポキシダーゼの阻害について*

竹 林 や ゑ 子*

リポキシダーゼがカロチノイドを退色させることは HASS および BOHN¹⁾ によって明らかにされ、さらに ANDRE および HOW²⁾ によっても報告されている。リポキシダーゼが小麦粉中に存在し、デューラム小麦粉中のリポキシダーゼの cyanid による阻害について IRVIN および ANDERSON³⁾ らの報告がある。

カステラへの β -カロチン添加の研究にあたり、生地中のリポキシダーゼの作用がカロチンの損失に影響を与えていると考えられたので、生地中におけるリポキシダーゼの阻害について実験を行ない若干の結果を得たので報告する。

1. 試料の調製

カステラ生地材料およびその配量は第1表のとおりであり、阻害剤およびその濃度は第2表のとおりである。

少量の水に水飴と砂糖を混合して煮とかし、冷却してから鶏卵と小麦粉とを混合する。この中から15 g ずつ5箇の試料をとり、そのうち4箇におおの第2表の阻

第1表 カステラ生地材料およびその配量

材 料	重 量 (g)	備 考
鶏 卵(全 卵)	60	市 販 品
グ ラ ニ ュ 糖	60	大阪製糖(株)
小 麦 粉	30	昭和産業(株)
水 飴	12	〃

第2表 阻害剤およびその濃度

阻 害 剤	濃 度
KCN	0.005M
〃	0.1M
Na ₄ P ₂ O ₇	0.1%
〃	1.0%

害剤を一定濃度の割合に入れて混合する。器底に小麦粉が沈殿するのでセライト535を5 g ずつ混合する。つぎ

* カステラへの β -カロチン添加に関する研究(第1報)

** 東京都立立川短期大学(立川市曙町3丁目)

On the Inhibition of Lipoxidase in Batter in Sponge-cake. By YAEKO TAKEBAYASHI.

におのおの試料から2gずつとり、10 mlの抽出液（*n*-ブタノール：メタノール1：1の割合で混合）で20分間振盪抽出する。残りのおのおの試料を30°Cに1昼夜保存し、前回同様に抽出する。これら抽出液は砂糖の結晶が析出するので、1昼夜冷蔵庫内に保存し砂糖の結晶を除去して測定を行なった。

2. 測定および結果

前記抽出液を日立分光光度計 EPU-2A 型を使用し、厚さ1 cmのキュベットに入れて、波長450 m μ における吸光度を測定した。その結果は第3表のとおりである。

以上の結果により阻害剤シアンカリウム濃度0.005 M添加にては色素の減少が認められたのでリボキシダーゼの阻害は完全であるとは思われない。しかしシアンカリウム0.1 Mにおいては阻害が認められ、またピロリン酸ナトリウムの1.0%および同じく0.1%でも阻害が認められた。したがって生地の色素は安定化されることが認められた。

第3表 生地中のリボキシダーゼの阻害

No.	阻 害 剤	濃 度	吸 光 度 (450 m μ)	
			当 日	翌 日
1	対 照	—	0.109	0.090
2	KCN	0.005M	0.140	0.111
3	"	0.1M	0.110	0.110
4	Na ₄ P ₂ O ₇	0.1%	0.120	0.120
5	"	1.0%	0.115	0.115

3. ワールブルグ検圧計使用による小麦粉中のリボキシダーゼの阻害実験

デュラム小麦のリボキシダーゼ系の熱力学的研究は、同よう IRVIN および ANDERSON⁴⁾ らによって報告されている。生地中のリボキシダーゼのシアンカリウム0.005M濃度による阻害実験結果は、さきにあげた同氏らの報告³⁾と相異したのでワールブルグ検圧計を使用して、使用小麦粉のリボキシダーゼの阻害について実験した。

(1) 試 料

i) 酵素調製：小麦粉10g、海砂5gに20 mlの蒸留水を加え3分間攪拌する。これを50 mlの遠心分離管に移して、4,000 rpmにて10分間分離する。この上澄液を酵素抽出液として用いた。

ii) 基質調製：60%リノレイン酸10 mlおよびtween No. 60 2 mlとをジュースミキサーに入れて完全に乳化したのち、水を加えて全容を250 mlとする。

(2) 測 定 法

ワールブルグ検圧計を使用する。ワールブルグ検圧計プラスコ容積15 ml、ガス相は大気で、反応物混合以前に10分間空振りを行なう。速度130 oscillation/min、振幅4 cm、恒温槽温度30°Cである。側室に基質1 mlを入れ、主室に酵素液0.8 mlと1/15 Mリン酸緩衝液(pH 6.5) 2 mlを入れる。阻害濃度の検討のために最初から阻害剤を添加し、10分間空振の間に完全に阻害を行なったのち、基質を添加して各時間における酸素の吸収を測定した。実験方法の大略は第4表のとおりである。

第4表 酵素液、リン酸緩衝液、基質と阻害剤の配量

No.	主 室 (各 ml)			側 室 (各 ml)	
1	酵 素 液	0.8		H ₂ O	1.0
	リ ン 酸 buffer	2.0			
2	酵 素 液	0.8		linoleic acid sol.	1.0
	リ ン 酸 buffer	2.0			
3	酵 素 液	0.8		"	sol. 1.0
	リ ン 酸 buffer	1.9			
	KCN	sol. 0.1 (最終濃度 $5 \times 10^{-3} M$)			
4	酵 素 液	0.8		"	sol. 1.0
	リ ン 酸 buffer	1.9			
	KCN	sol. 0.1 (最終濃度 $5 \times 10^{-3} M$)			
5	酵 素 液	0.8		"	sol. 1.0
	リ ン 酸 buffer	1.9			
	Na ₄ P ₂ O ₇	sol. 0.1 (最終濃度 $7.5 \times 10^{-3} M$)			

第5表 KCN および $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ によるリポキシダーゼの阻害

No.	阻害剤	時間(分)	酸素吸収量 (μl)			
			10	20	30	40
1	基質なし		7.4	10.3	16.2	16.2
2	対照		23.5	33.6	48.5	58.9
3	KCN $5 \times 10^{-3}M$		20.7	34.5	48.3	56.6
4	KCN $5 \times 10^{-2}M$		0	0	0	0
5	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ $7.5 \times 10^{-6}M$		0	0	0	0

第6表 KCN の濃度とリポキシダーゼの阻害

No.	KCN の濃度	時間(分)	酸素吸収量 (μl)			
			10	20	30	40
1	$5 \times 10^{-3}M$		21.0	34.8	49.0	57.2
2	$2.5 \times 10^{-3}M$		0	0	0	0
3	$5 \times 10^{-2}M$		0	0	0	0

第7表 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ の濃度とリポキシダーゼの阻害

No.	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ の濃度	時間(分)	酸素吸収量 (μl)			
			10	20	30	40
1	$7.5 \times 10^{-7}M$ (0.01%)		0	0	0	0
2	$7.5 \times 10^{-6}M$ (0.1%)		0	0	0	0

(3) 実験結果

実験結果は第5表のとおりであり、シアンカリウムの濃度とリポキシダーゼの阻害実験結果は第6表のとおりで、ピロリン酸ナトリウムの濃度とリポキシダーゼの阻害実験結果は第7表のとおりである。

以上の結果からシアンカリウムによりリポキシダーゼの阻害はシアンカリウム濃度 $5 \times 10^{-3}M$ にては不可能であることが明らかとなり、IRVIN や ANDERSON³⁾ らの報告と異なり、高濃度でのみ阻害が可能であることを示した。これは小麦粉の原料からくるリポキシダーゼの差と考えられ、報告はデュラム小粉であり、この場合はウェスタンホワイトを主原料とした薄力粉である。

ピロリン酸ナトリウムによるリポキシダーゼの阻害はピロリン酸ナトリウム濃度 $7.5 \times 10^{-6}M$ にて可能なことがわかった。

4. 官能テスト

以上の実験によりピロリン酸ナトリウムがリポキシダーゼの阻害に有効であることが明らかとなったので、全卵 600 g, 砂糖 600 g, 小麦粉 300 g, 水飴 120 g の材料

第8表 官能テスト (順位法による総点)

添加物 (0.1%)	対照	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	$\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$
パネル				
お茶水女子大 (9人)	23	26	21	23
立川短大 { 男9人	23	23	21	23
	23	28	27	23

を用い、ピロリン酸ナトリウム水和物、ピロリン酸ナトリウム、ピロリン酸カルシウムをおのおののカステラ材料の 0.1% を小麦粉に混合して長崎カステラを作り、対照とともに官能テストを行なった。調査方法はパネル28人で (お茶の水女子大調理研究室9名、立川短大教官男9名、同じく女10名) 食味、口ざわり、内相の色、外観 (スポンジ状態およびこげ色) などを総合判定して KRAMER⁵⁾ の4点順位法で行なった。その結果は第8表のとおりで順位合計点において多少の相異があるが、5%危険率において有意差を認めなかった。

5. 要 約

長崎カステラは従来病人の食物として適当とされており、製法中にカロチノイドの損失をみることは好ましくない。食品添加物として公定されているものによってこれが防止できるならば幸である。今回の実験ではカステラ生地中のカロチノイドの損失は、小麦粉中のリポキシダーゼが作用していることがうかがわれ、そしてこの作用の阻害にはシアンカリウムでは濃度 2.5×10^{-3} , ピロリン酸ナトリウムでは濃度 0.01% を添加すれば可能であることを知った。またピロリン酸ナトリウム水化物、ピロリン酸ナトリウム、ピロリン酸カルシウムをカステラ生地中におのおの 0.1% 添加したカステラの官能テストでは対照と劣らぬことを知った。

この実験にあたり試料の提供と多くの便宜を与えられた昭和産業株式会社に対し深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) HASS, L.W. and BOHN, R.: U.S. Pats., 1957333-7 (1934).
- 2) ANDRE, E. and HOU, K.W.: *Copt. Rend.*, **194**, 645 (1932).
- 3) IRVINE, G.N. and ANDERSON, J.A.: *Cereal Chem.*, **32**, 140 (1932).
- 4) IRVINE, G.N. and ANDERSON, J.A.: *Cereal Chem.*, **30**, 247 (1953).
- 5) 赤堀四郎: 酵素研究法 II, (朝倉書店), p. 536 (1960).
- 6) KRAMER, A.: *Food Technol.*, **14**, 578 (1960). (1963年4月30日受理)