サイクロデキストリンの柑橘加工への応用

三 崎 勝*

Utilization of Cyclodextrin for Citrus Fruit Products

Masaru MISAKI

*Food Research Laboratories, Takeda Chemical Industries, Ltd.
(2-17-85, Jusohonmachi, Yodogawa-ku, Osaka 532, Japan)*

Citrus fruits contain various kinds of flavanone compounds, such as hesperidin and naringin. Hesperidin is slightly soluble in water and causes turbidity in canned mandarin orange products. This study was carried out to find efficient solubilizing agents for hesperidin. It was found that the turbidity of canned mandarin orange syrup was reduced by the addition of β -cyclodextrin through the formation of an inclusion complex between β -cyclodextrin and hesperidin. Naringin, one of the bitter taste constituents of citrus fruit products, is chemically analogous to hesperidin. The bitterness of naringin was reduced by addition of β -cyclodextrin. The bitterness of limonin, a constituent of citrus fruits, was reduced by addition of β -cyclodextrin. Since β -cyclodextrin has been commercially available in pure food-grade form for several years, these findings are of practical interest to the citrus industry.

1. はじめに

澱粉からサイクロデキストリン（以下 CD と略称）を製造する際に、従来は有機溶媒による分別沈殿が用いられていた。しかし、近年になって生成酵素の開発が進み、CD の収率が向上するとともに、精製技術が進み、有機溶媒を使わずに製造する技術が開発された¹⁻³⁾。その結果、安全性の保証された製品が大量にそして比較的安価に製造されるようになり、CD の食品分野での利用研究が広く行われ、一部で実用化されるようになってきた⁴⁻⁶⁾。

著者らは、CD がその包接化合物形成の機能により、食品の色、香り、味等に影響を与えることに興味をもち、各種食品への研究を行う過程で柑橘加工への利用実験を行い、柑橘加工で問題と考えられている、みかん缶詰シロップの白濁や、晩柑類の加工にあたって生ずる苦味に対して、 β -CD の添加が一つの解決手段になる可能性を見出した。ここでは、CD の食品への利用について述べ、続いて柑橘工業の現状および CD の柑橘加工への応用

について紹介する。

2. CD の食品への利用

CD はシャーディンガーデキストリンとして知られており、グルコースが 6 個以上 α -1,4 に結合した環状の多糖類である。一般にグルコースが 6, 7, 8 個結合したものが、それぞれ α -CD、 β -CD、 γ -CD と呼ばれており、これら CD は種々の化合物を王冠状の内部に包接して、包接化合物を形成する性質があり⁷⁾、医薬、食品、化粧品、農薬などの種々の分野で応用研究が行われている。

食品分野における応用例を Table 1 に示す⁸⁾。乳化、香りの安定化、異味や異臭の抑制、品質改良などの目的で各種食品に利用されている。

3. 柑橘類の現状

世界の柑橘類の生産量を Table 2 に示す。柑橘類の生育が温帯に限られているため、その生産国は、アメリカ南部、地中海沿岸などいずれも気候の温暖な国である。第一の生産国はアメリカで、カリフォルニアやフロリダでは大量のオレンジ、グレープフルーツなどが栽培され、生果として、あるいは果汁、飲料として国内外に供給さ

* 武田薬品工業株式会社食品研究所（532 大阪市淀川区十三本町 2-17-85）

Table 1. Application of cyclodextrins to foods.

Uses	Guests	End products
Emulsification	Oils & Fats	Margarine, Cake, Whipping cream, French dressing
Stabilization	Flavors, Spices, Colors & Pigments	Horse radish paste, Mustered paste, Cakes & cookies, Pickled vegetables, Dried vegetables
Masking of taste and odor Improvement of quality		Juices, Soy milk, Bone powder, Boiled rice Hard candy, Cheeze, Soy sauce, Canned citrus fruits & juices
Reduce volatility	Ethanol	Food preserves
Others		Malodorous breath reducing candy

Table 2. Citrus production (world and regional) in 1978.

Region and country	1,000 tons	%	1,000 tons	%
North America	16,753	32.9		
U. S. A.			12,893	25.3
Mediterranean Basin	12,063	23.7		
Spain			2,748	5.4
Israel			1,489	2.9
South America	11,538	22.7		
Brazil			8,723	15.8
Other important regions (Japan, India, Pakistan, China, S. Africa)	8,059	15.8		
Japan			3,748	7.3
All other countries	2,051	4.9		
World total	50,914	100.0

Fig. 1. The citrus production in Japan, 1949-1980.

れている。また最近ではブラジルでの柑橘類の生産量が増加し、アメリカに追いつこうとしている。

一方、日本の柑橘類の生産量をみると、Fig. 1 のとおりであり、温州みかん (Satsuma mandarin) が主体であ

る。温州みかんの生産量は年間約 300 万トンであるが、このうち約 3/4 が生果として消費され残り 1/4 が加工用に向けられて、約 30 万トンがみかん缶詰に、また約 50 万トンが果汁とされ果実飲料の製造に用いられている。しかしながら、最近ではみかんの消費量が限界になったため、夏みかん、はっさく、伊予柑などの晩柑類の生産量がふえてきた。従来これらの晩柑類はみかんの端境期に生果として食べるものであったが、現在では生産量の増加にともなって、飲料や果実缶詰に加工されるようになり、この場合には苦味除去が必要となる。

4. みかん缶詰の白濁防止

わが国のみかん缶詰は、その品質がよく、国内はもとより、アメリカやヨーロッパに輸出されているが、技術上次の問題点がある。

みかん缶詰は製造後、約 2 週間経つとシロップに白濁

Table 3. Effects of the additives on the precipitation of hesperidin.

Additives	Concentration (%)	Precipitation
None	...	++
Methylcellulose	0.001	-
Pectin		
Acid treated	0.1	++
Enzyme treated	0.1	++
Gum Arabic	0.01-0.1	++
Gum Tragacanth	0.01-0.1	++
Xanthan Gum	0.01	++
Pullulan	0.1	++
Dextrin	1-10	++-+
β -Cyclodextrin	0.1-1	-

++, Precipitation; -, no precipitation.

が生じ、商品価値を低下させることがある。この白濁はみかんの果肉に含まれる難溶性のヘスペリジンがシロップ中へ移行して起る現象である。現在、この白濁を防止する方法として、ヘスペリジナーゼのような酵素剤^{9,10)}、あるいは、メチルセルロース¹¹⁾のような添加物が使用されている。しかしながらヘスペリジナーゼを用いる場合には、シロップの pH が低かったり、加熱殺菌温度が高いと失活して効果を示さなくなること、一方殺菌温度を低くすると膨脹缶の原因になることなど多くの問題があり、製造管理の面から配慮が必要である。一方メチルセルロースはわが国では食品添加物に指定されており合成糊料添加という表示が必要であり、また外国では、本品の使用が認められていない国があり輸出に際しての制限になる。それに加えて本品の水溶液は粘度が高く、溶解や取り扱いの点で使いにくい欠点がある。以上のような理由で、みかん缶詰業界では新しい白濁防止剤として取り扱いやすい天然物の開発が要望されている。

4.1. ヘスペリジンの可溶化

メチルセルロースの作用機構から推定して、分子内にメチル基をもつペクチン、分子構造で空洞内が疎水性雰囲気にある円筒状分子の β -CD、および食品に利用される天然糊料を選び、ヘスペリジンに対する溶解補助作用をしらべた。

ヘスペリジンとおおのの物質を加えたシロップを調製し、放置したのちヘスペリジンの沈殿状態を観察した結果を Table 3¹²⁾ に示す。

β -CD を添加したものが、メチルセルロースと同様にヘスペリジンの沈殿を防止することが明らかになり、さ

Fig. 2. Effect of β -cyclodextrin on hesperidin solubility. Fig. 3. NMR spectrum of β -cyclodextrin. Fig. 4. Chemical shift of β -cyclodextrin protons added with hesperidin.

Table 4. Effects of the additives on the transparency of canned mandarin orange syrup.

Place Month	Ehime Prefecture				Kagawa Prefecture				Shizuoka Prefecture				Saga Prefecture			
	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
1	>200	>200	131	131	>200	>200	130	120	>200	180	100	100	200	180	110	70
2	>200	>200	138	127	>200	>200	200	150	>200	200	150	130	>200	200	110	90
3	>200	>200	186	188	>200	>200	>200	>200	>200	>200	200	200	>200	200	140	100
4	>200	>200	200	182	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	200	160	100
5	>200	197	161	162	>200	>200	200	170	200	180	120	100	200	180	100	40
6					>200	>200	200	160								

1. None, 2. β -cyclodextrin 0.1%, 3. β -cyclodextrin 0.2%, 4. β -cyclodextrin 0.4%, 5. hesperidinase 0.05%, 6. methylcellulose 0.0002%.

Transparency was measured by cylinder method, mm.

Fig. 5. Canned mandarin orange products stored for one year.

らにこの場合 β -CD の添加量の増加とともにヘスペリジンの溶解度が上昇することがわかった。

4.2. β -CD とヘスペリジンの相互作用

(1) ヘスペリジンの溶解度に及ぼす β -CD の影響

CD と種々の化合物との包接化合物の形成を証明する方法として、溶解度の変化を測定する方法が簡便法として一般に用いられている¹³⁾。一定量のヘスペリジン水溶液に種々濃度の β -CD を加えた際の溶解ヘスペリジン量の関係を Fig. 2¹²⁾ に示す。

実験の結果、溶解ヘスペリジン量は β -CD の添加濃度とともに増加している。

(2) HNMR による包接化合物の証明 溶解度測定は包接化合物形成の直接の証明にはならない。一方 NMR スペクトルによる方法は包接化合物形成の直接の証明法の一つとして認められている¹⁴⁾。実験の結果を Fig. 3 および Fig. 4¹²⁾ に示す。

Fig. 3 は β -CD の HNMR のスペクトルである。

Fig. 4 は種々濃度のヘスペリジンを含む際に β -CD 分子中の各水素原子のケミカルシフトを示したものである。 β -CD 分子の環状の入口または内側に位置している水素原子の H-3, H-5 および H-6 原子が強く影響をうけケミカルシフトをし、環状の外側に位置する H-1, H-2 および H-4 のスペクトルは全く影響をうけていない。

これらの結果から、 β -CD の環状分子のなかにヘスペリジンが入り、包接化合物が形成されていることが証明された。

4.3. 実生産ラインでのみかん缶詰の白濁防止

天然のみかんには種々の成分が含まれており、モデル系の結果がそのまま当てはまるとは限らない。そこでみかん缶詰における β -CD の白濁防止効果を確認する目的で、全国 4 カ所のメーカーの製造ラインでみかん缶詰を製造し、えられた製品を保存して、シロップの透明度を経時的にしらべた。測定の結果を Table 4 および Fig. 5 に示す¹⁵⁾。

β -CD を添加した缶詰シロップは無添加品に比較して透明度が高く、従来のヘスペリジナーゼやメチルセルロースと同等ないしはそれ以上の白濁防止効果があった。 β -CD の効果がえられる添加濃度は注入するシロップに対して 0.2~0.4% であった。一方添加によるみかん果肉の重量変化や、色、香り、味、テクスチャーへの悪影響は認められなかった。

以上のように β -CD は、みかん缶詰に対して、白濁防止効果を有することが確認された。なお、 β -CD の使用に際しては、酵素を用いる場合のようにシロップの pH や殺菌温度に注意をはらう必要がなく、またメチルセルロースのような粘度もなく、使いやすい白濁防止剤である。

5. 柑橘類の苦味抑制

グレープフルーツの味に代表されるように、柑橘類にとって適度な苦味は好ましい味として必要である。一般に果物を生果として食べる場合には、柑橘類の苦味はあまり問題になっていない。しかしこれを加工して果汁にしたり缶詰にする際には苦味が問題となることが多い。

柑橘類の苦味は主に二つの物質に起因している。一つはフラボノイド化合物のナリンギンで、もう一つはトリテルペノイド化合物のリモニンである。ナリンギンは夏みかんやグレープフルーツに含まれる苦味成分として知られている¹⁶⁾。一方リモニンはネーブルオレンジや伊予柑などの柑橘類を搾汁したり加熱したりする際に生成することが知られている^{17,18)}。ネーブルオレンジや伊予柑は生果として食べる際にはあまり苦味を感じないが、これをジュースにして飲むと非常に苦い。

これらの苦味を除去あるいは減少させる方法として、ナリンギンの場合にはナリンギナーゼを作用させる方法が開発され¹⁹⁾、夏みかんの苦味除去に実用化されている。一方リモニンについては主にアメリカやオーストラリアで研究がすすめられ、各種の樹脂に苦味を吸着させて除去する方法が開発されている²⁰⁾。しかし苦味とともに酸など他の成分も吸着されて風味をそこなう問題がある。

1981年に東京で行われた国際柑橘学会においても、柑橘類の苦味除去法に関して酵素やイオン交換樹脂等を用いる研究の発表がなされたが、現状では完全な方法はなく、今後の課題として残されている。

5.1. ナリンギン、リモニンの苦味抑制

苦味成分の一つであるナリンギンはフラボノイド化合物であり、白濁物質のヘスペリジンに類似した構造を有

Fig. 6. Effect of β -cyclodextrin on naringin bitterness.

—, without β -cyclodextrin;
 -----, with 0.5% β -cyclodextrin.

している。したがってこのナリンギンに β -CDを加えた場合にはその味に何らかの影響を与える可能性がある²¹⁾。

ナリンギンの水溶液に β -CDを加えた際の苦味の強さをシェッフエの一対比較法により官能検査を行った。ナリンギン濃度と苦味の強さとの関係を Fig. 6 に示す。ナリンギンの苦味は β -CDを0.5%加えることにより約半分に減少することがわかった²²⁾。

次いで柑橘のもう一つの苦味成分であるリモニンについても同様の検討を行った。結果を Fig. 7 に示す。リモニンの苦味も β -CDの添加により減少した²²⁾。

なお、他の苦味成分、たとえば塩酸キニーネ、カフェイン、L-トリプトファン、L-フェニルアラニン、フェニルチオウレアなどについても、 β -CDの添加の影響をしらべたが、苦味抑制効果は認められなかった²²⁾。

これらの結果から β -CDはどんな苦味でも抑制するのではなく、特定の構造をもった苦味成分に対してのみ効果を示すことがわかった。

5.2. β -CD とナリンギン、リモニンの相互作用

(1) ナリンギン、リモニンの溶解度に及ぼす β -CDの影響 一定量のナリンギンおよびリモニンに種々濃度

Fig. 7. Effect of β -cyclodextrin on limonin bitterness.

—, without β -cyclodextrin;
 -----, with 0.5% β -cyclodextrin.

Fig. 8. Effect of β -cyclodextrin on naringin solubility.

Fig. 9. Effect of β -cyclodextrin on limonin solubility.

の β -CD を加えた際の、ナリンギンおよびリモニンの溶解度を Fig. 8 および Fig. 9 に示す²³⁾。

実験の結果、溶解ナリンギンおよび溶解リモニンの量は β -CD の添加濃度の上昇とともに増加しており、包接化合物の形成が示唆される。

(2) HNMR による包接化合物形成の証明 ナリンギンと β -CD についての包接化合物形成の証明を NMR スペクトルにより行った結果を Fig. 10 に示す²³⁾。

β -CD 分子の環状の内側に位置している H-3 および H-5 原子が強く影響を受け、環状の外側に位置している H 原子は影響を受けていない。これらの結果からナリンギンと β -CD は包接化合物を形成していることが証明された。

リモニンの場合は、その溶解度が低いために NMR による測定は不可能であったが、溶解度測定の結果から考えて包接化合物が形成されているものと思われる。

5.3. 柑橘類加工食品の味の改良

先の実験において β -CD が、ナリンギンおよびリモニン水溶液の苦味を抑制することが明らかになったが、これらの苦味物質を含む柑橘の果汁類や果実缶詰に対しても、その苦味を減少させて味を改良する効果が期待される。そこで、夏みかんジュース、伊予柑ジュース、およびはっさく果肉缶詰、夏みかん果肉缶詰について β -CD の添加効果をしらべた^{24,25)}。

(1) 夏みかんジュースへの利用 夏みかんの濃縮果汁を希釈し、これに砂糖を加えて、Bx. 13° の 100% 果汁を調製した。これを 3 等分し、 β -CD を 0, 0.3, 0.5 % 加えて試料とした。試料の苦味、甘味、酸味を無添加品を標準にして、官能検査により評価した。結果を Table 5 に示す。

β -CD を 0.3% および 0.5% 添加したジュースの苦味は有意に減少した。一方甘味および酸味については無添加品と比較して差が認められなかった。

Fig. 10. Chemical shift of β -cyclodextrin protons added with naringin.

Table 5. Taste modification of *Citrus natsudaidai* juice by β -cyclodextrin.

	β -Cyclodextrin (%)	
	0.3	0.5
Bitterness ^a	-0.50*	-0.63**
Sweetness ^a	0.04	0.08
Sourness ^a	0.13	0.00

^a Scale values are the differences from the control; $n=24$; the larger the value, the more intense the taste.

* and ** mean statistical significance at 0.05 and 0.01, respectively.

(2) 伊予柑ジュースへの利用 伊予柑の果実から果汁を搾り、等量の水を加え、砂糖を加えて Bx. 13° の 50% 果汁を調製した。これを二分し一方はそのまま未加熱の試料とし、他方は 93°C 達温後冷却して加熱試料とした。さらにそれぞれを二分して一方に β -CD を 0.5% 添加した。このように調製した 4 種類の試料について、苦味、甘味、酸味をシェッフエの一对比較法による官能検査により評価した。結果を Table 6 に示す。

伊予柑の果汁は搾汁や加熱によりリモニンが生成して苦味を呈するといわれているが、今回の実験でも搾汁により苦味が生じ、さらに加熱により苦味が増加している。試料の加熱、未加熱いずれの場合とも β -CD を 0.5% 加えることにより苦味は明らかに減少し、これにともなって甘味が増加する結果が得られた。

(3) はっさくおよび夏みかん果肉缶詰への利用 みかん缶詰の製造法に準じて、はっさくおよび夏みかん果

Table 6. Taste modification of *Citrus iyo* juice by β -cyclodextrin.

	β -Cyclodextrin (%)				Remarks
	0	0.5	0	0.5	
	Unheated		Heated		
Bitterness ^a	0.53	−0.63	0.81	−0.72	**
Sweetness ^a	−0.34	0.41	−0.47	0.41	**
Sourness ^a	0.00	−0.03	0.19	−0.16	

^a Main effects in Scheffe's analysis of variances of paired comparison; $2r=8$. The larger the value, the more intense the taste.

** means statistical significance at 0.01.

Table 7. Taste modification of Hassaku can by β -cyclodextrin.

		β -Cyclodextrin (%)				Remarks
		0	0.1	0.3	0.5	
Fruit	Bitterness ^a	0.25	0.25	-0.09	-0.41	
	Sourness ^a	-0.03	0.16	-0.03	-0.09	
	Sweetness	-0.13	-0.22	0.06	0.28	
Syrup	Bitterness ^a	0.31	0.13	-0.03	-0.41	*
	Sourness ^a	-0.03	0.16	0.00	-0.13	
	Sweetness ^a	-0.16	-0.31	0.22	0.25	*
Preference ^a		-0.22	-0.13	0.09	0.25	

^a Main effects in Scheffe's analysis of variances of paired comparison; $2r=8$. The larger the value, the more intense the taste.

* means statistical significance at 0.05.

Table 8. Taste modification of Natsudaikai can by β -cyclodextrin.

		β -Cyclodextrin (%)				Remarks
		0	0.1	0.3	0.5	
Fruit	Bitterness ^a	0.31	0.44	-0.19	-0.56	**
	Sourness ^a	-0.09	0.38	0.00	-0.28	*
	Sweetness	-0.16	-0.41	0.00	0.56	**
Syrup	Bitterness ^a	0.28	0.44	-0.22	-0.50	**
	Sourness ^a	-0.16	0.38	0.03	-0.25	**
	Sweetness ^a	0.00	-0.38	-0.09	0.47	**
Preference ^a		-0.03	-0.31	0.16	0.19	

^a Main effects in Scheffe's analysis of variances of paired comparison; $2r=8$. The larger the value, the more intense the taste.

* and ** mean statistical significance at 0.05 and 0.01, respectively.

肉缶詰を製造し、 β -CD の添加効果を調べた²⁶⁾。添加量は内容総量に対して、0, 0.1, 0.3, 0.5%の4水準とし、3カ月間室温に保存したのち、果肉およびシロップの苦味、酸味、甘味、ならびに嗜好をシェッフエの一対比較法による官能検査により評価した。結果を Table 7, 8 に示す。

はっさく、夏みかんいずれの場合も、 β -CD を 0.3% 以上添加することにより、果肉およびシロップの苦味が減少して、好ましい味になった。

以上のように、柑橘類のジュースおよび果肉缶詰に対して、 β -CD の添加は苦味を抑制し風味を改良する効果があることが確認された。

6. む す び

以上、柑橘加工への β -CD の利用について、実験の結果を中心に述べてきた。結果をまとめると次のとおりである。

みかん缶詰シロップの白濁は β -CD の添加により減少した。これは β -CD と白濁原因物質のヘスペリジンが包接化合物を形成し、ヘスペリジンの溶解度が増加したためである。

柑橘類の苦味は β -CD の添加により減少した。これは β -CD と苦味成分のナリンギン、リモネンの間で包接化合物が形成されたためである。

なお実験は β -CD 以外に α -CD, γ -CD についても行ったが、ヘスペリジンの可溶化およびナリンギン、リモネンの苦味抑制の効果はなく、 β -CD とこれら物質との特異的な相互作用によるものといえる。

現在 CD については、食品用途に適した品質のものが製造されるようになったが、さらに広く食品に使用されるためには、安全性に関するデータが蓄積されるとともに、なおいっそう、経済的な製造法が検討され、さらに価格の安い原料として供給されることが望まれる。幸い CD の製造および用途開発については、日本が最も進んでおり、見通しは明るいものと思われる。

文 献

- 1) M. MATSUZAWA, M. KAWANO, N. NAKAMURA and K. HORIKOSHI: *Stärke*, **27**, 410(1975).
- 2) 小林昭一, 貝沼圭二, 鈴木繁男: 農化, **51**, 691(1977).
- 3) 中村信之: 食品と科学, **21**(4), 110(1979).
- 4) 御船 昭, 島 淳之: 有機合成化学, **35**(2), 34(1977).
- 5) 米田豊秋, 荒井伸一郎: 食品と科学, **19**(4), 97(1977).

- 6) 小林昭一, 貝沼圭二: 食品工業, **24**(2F), 34(1981).
- 7) M. L. BENDER and M. KOMIYAMA: *Cyclodextrin Chemistry*, Springer-Verlag, Berlin, p. 2(1978).
- 8) Japan Chemical Week, Sept. 3(1981).
- 9) 岡田茂孝, 小野正之: 特公昭47-24937(1972).
- 10) 伊藤三郎, 原 嘉郎, 村田 侃: 缶詰時報, **48**, 225(1969).
- 11) 中林敏郎: 農産技研報, **7**, 80(1960).
- 12) 紺野 昭, 宮脇 勝, 三崎 勝, 安松克治: 日食工誌, **29**, 255(1982).
- 13) 小泉京子: 薬学誌, **94**, 1515(1974).
- 14) P. V. DEMARCO and A. L. THAKKAR: *Chem. Commun.*, 2(1970).
- 15) 三崎 勝, 紺野 昭, 宮脇 勝, 安松克治: 日食工誌, **29**, 228(1982).
- 16) 中林敏郎: 農化, **35**, 945(1961).
- 17) R. H. HIGBY: *J. Am. Chem. Soc.*, **60**, 3013(1938).
- 18) 別所康守, 児玉雅信, 松本恭郎, 久保 進: 日本農芸化学会西日本大会(松山, 10月)で発表(1980).
- 19) 岡田茂孝, 岸 清, 東原昌孝, 福本寿一郎: 農化, **37**, 84, 142(1963).
- 20) F. P. GRIFFITHS: U. S. Patent 3,463,763(1969).
- 21) A. KONNO, M. MIYAWAKI, M. MISAKI and K. YASUMATSU: *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 2341(1981).
- 22) J. TODA, M. MISAKI, A. KONNO, T. WADA and K. YASUMATSU: in *The Quality of Foods and Beverages*, Vol. 1, G. CHARALAMBOUS and G. INGLET, eds., Academic Press Inc., New York, p. 19(1981).
- 23) A. KONNO, M. MISAKI, J. TODA, T. WADA and K. YASUMATSU: *Agric. Biol. Chem.*, **46**, 2203(1982).
- 24) 三崎 勝, 紺野 昭, 宮脇 勝, 和田武夫, 安松克治: 缶詰時報, **61**, 298(1982).
- 25) M. MISAKI, A. KONNO, M. MIYAWAKI, and K. YASUMATSU: *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1981, Vol. 2, p. 924.
- 26) 三崎 勝, 紺野 昭, 安松克治: 食品加工技術, **2**, 249(1982).

【コメント】

大阪市工研 岡田

私たちは約20年前にナリンギナーゼ、ヘスペリジナーゼを研究し、酵素によるみかん缶詰の白濁防止法を開発しました。また、最も早く β -CD 合成酵素の研究も行いましたが、当時は CD のコストが高く柑橘への利用は見送りました。なお CD がリモネンにも有効のようですが、固定化 CD によるリモネンの除去は非常に面白いと思います。

【質問】

長瀬産業 小巻

CD 添加によってヘスペリジンやナリンギン以外の香

気や風味に関する物質も包接されて品質が変化することはありませんか。

【答】

みかん缶詰の場合は風味への影響はありませんが、ジュースの場合には風味への影響があり品質が多少変わることがあります。

【質問】

食品総研 小林

CD の食品への用途で実用化の可能性の高いもの、すでに実用化されているものはどのようなものですか。

【答】

香料や香辛料の安定化剤として、また乳化剤、風味改良剤、柑橘類の品質改良剤として実用化されています。