

黄色カリフラワーの調理特性に関する研究

畑 明美・南出 隆久

Studies on Cooking Property of Yellow Cauliflower

AKEMI HATA and TAKAHISA MINAMIDE

Abstract

Yellow cauliflower (*Brassica oleracea* L., Botrytis group) was packed with low density polyethylene bag (30 μ m thickness: 50 \times 54 cm) non-hermetically and stored at 5 $^{\circ}$ C and room temperature (15–22 $^{\circ}$ C) for freshness test. It was kept fresh about 15 days at 5 $^{\circ}$ C storage and 5 days at room temp. as same as white head type.

Yellow type had higher carotene content than white one. They also contained significant amount of calcium (Ca), magnesium (Mg), and vitamin C.

The color of head was quickly changed; CIE (1976) L* and a* values were decreased and b* value was increased up to 2 min during boiling. The better treatment to keep good yellow color was added to flour (0.5%) into boiling water.

The volatile responsible for the cooked odor was found 2-ethylhexanoic acid and the formation of this compound was suppressed to boil with flour, vinegar, and lemon juice.

From these results, the new type cauliflower can be good materials for salad and relish.

(Received August 10, 1993)

1. 緒 言

日本における野菜類の利用は多岐にわたり、それぞれの種類に応じた各種の成分および栄養特性を活かした利用がなされている。これら野菜を摂取するには、生食、煮食などの調理操作を行うが、これらの操作による栄養成分や組織構造などの変化についてこれまで多くの研究がみられる。近年、野菜は栽培技術の向上や品種改良などにより周年供給されるとともに、新しい形質をもった野菜の開発がなされ、従来の野菜にみられる栄養・調理特性とはかなり異なったものが販売されている。

本研究では、新素材として開発された花蕾が黄色系のカリフラワーを用い栄養成分の特性と花蕾の黄色安

定性ならびに揮発成分に及ぼす調理操作の影響について調べ、従来の白色系カリフラワーと比較検討した。

2. 材料および方法

1) 材 料

黄色および白色カリフラワーは、タキイ農場 (滋賀県) で栽培された収穫適期 (1992年11月18日) のものを実験に供した。

2) 鮮度保持実験

収穫したカリフラワーは、3個体をプラスチックのカゴに入れポリエチレン袋 (厚さ 30 μ m, 50 \times 54 cm) で非密封包装し、5 $^{\circ}$ Cと室温 (15–22 $^{\circ}$ C) に貯蔵した。

(1) 花蕾の色調測定

京都府立大学生活科学部食物学科調理・保蔵学講座

Laboratory of Cookery Science, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto Prefectural University

ミノルタ色差計 (CR-300) で花蕾部分を 1 個体につき 5 箇所測定し, CIE (1976) $L^*a^*b^*$ により表示した。

(2) 鮮度評価

鮮度は, 外観 (はり, 花蕾の色および黒斑の発生状況), 重量変化などから 6 点評価を行った。5 は非常に新鮮, 0 は食用に適さないものとした。

3) 栄養成分の測定

(1) 試料の調製

分析試料は, 花蕾と花梗 (軸) を含む小花蕾全体を 3 個体から均等に取り, 液体窒素で冷凍しミキサーで粉末にした。粉末試料は, 分析に供するまで -80°C に冷凍保存した。

(2) 水分, タンパク質, 脂質, 無機成分, カロチン, ビタミン C の測定

冷凍粉末試料を用い, 水分は 105°C で恒量になるまで処理した。タンパク質は, ケルダール法により全窒素を測定し, 係数 6.25 をかけて求めた。脂質含量は, クロロフォルム-メタノール (2:1) 混液で抽出後, クロロフォルム層を乾固し, 脂質量とした。無機成分は, 550°C で灰化, 原子吸光および炎光分析法により測定した。カロチンは, メタノールで抽出後, ベンゼン可溶性分画を, ビタミン C はヒドラジン法により分光光度計を用いそれぞれ測定した。

4) 調理特性の測定

(1) 調理操作

調理特性を調べる試料は, 小花蕾 (約 10 g) に調製したものを用いた。試料 50g を厚手アルミ鍋 (直径 16cm) の熱湯 500ml に投入し, 一定時間ガスコンロ (火力: 2300kcal/h) でゆでた後, 直ちに氷水で 30 秒間冷却し附着水を拭き取った。熱湯には, 食塩, 小麦粉, 食酢, レモン果汁 (水に対して 0.5, 1.0, 2.0%) を加え, 花蕾の色ならびに揮発成分への影響を調べた。

(2) 花蕾の色調測定

調理操作した試料は, 上述の方法により粉末にし解凍した後, 円筒ガラスセル (直径 3cm) に入れ, 測色色差計 (日本電色工業: Z-100/DP) で測定した。同一試料を 3 回測定しその平均値を示した。

(3) 揮発成分の測定

解凍した粉末試料 (2 g) をバイアルに入れ, ゴムパッキンで密封したもののヘッドスペースガスをガスクロマトグラフィー (GLC) で分析した。分析条件は, 島津 GC-9A, カラム: CPB-20, カラム温度: 70°C で 1 分経過後 $7^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温率で 150°C まで昇温, キャリヤーガス: ヘリウム, 検出器: FID である。揮発成分の同定は, GC-MS で行い GC 部は, Hewlett Packard 5890 Series II, MS 部は, JMS-SX

102 A を用いた。

結果および考察

1) 黄色カリフラワーの鮮度保持

黄色ならびに白色カリフラワーを収穫後直ちに, ポリエチレン袋に入れ, 非密封の状態では 5°C と室温に貯蔵した。貯蔵に伴う鮮度評価を, 外観, 花蕾の表面色の変化から行いその結果を Fig. 1, 2 に示した。これまでの研究によると白色系のカリフラワーの最適貯蔵条件は, 0°C , 湿度 90-95% で 2-3 週間とされている¹⁻⁴⁾。貯蔵による変質は, 花蕾の変色, 外葉の黄化脱落, 花蕾表面のカビの発生などがあげられる。本実験結果から, 5°C , 20 日貯蔵したものは, 外葉の黄化脱落, 花蕾表面にカビが発生し食用限界を過ぎていた。室温貯蔵したものは, 約 1 週間でその限界になった。品種改良された黄色系のカリフラワーを同様に貯蔵したところ, 5°C , 室温とも白色系とほとんど同じ貯蔵性であった。

花蕾が黄色のカリフラワーは, 貯蔵期間が長くなってもそれほど花蕾の色は変化しないが, 白色系は b^* 値の増加からも明らかなように時間経過に伴い黄色になった (Fig. 2)。白色・黄色系とも貯蔵の進行により花蕾表面の光沢がなくなり, くすんだ黄色になることが CIE L^* 値の低下からもうかがえる。ブロッコリーの花蕾の貯蔵による急激な黄変⁵⁾ に比べ, 黄色系のカ

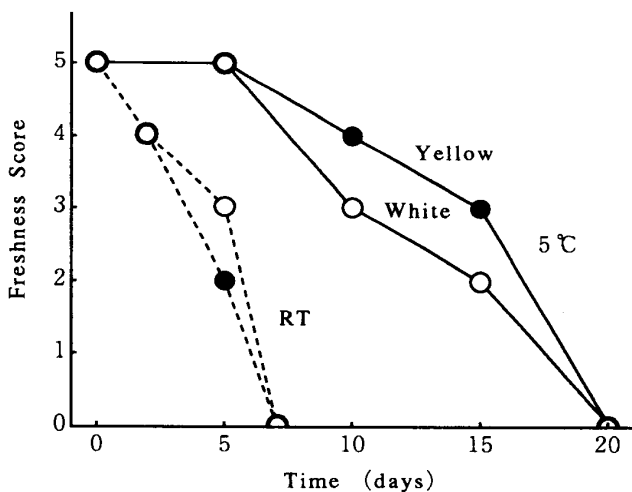


Fig.1 Changes in freshness of yellow and white cauliflower during storage at 5°C and room temperature.

Each bud was packed with polyethylene film bag (non-perforation: $30\mu\text{m}$ thickness) Close and open circle showed yellow and white cauliflower, respectively.

Freshness score depended on the evaluation with a macroscopic test: 5 very fresh, 4 fresh, 3 market limit, 2 slightly bad, 1 bad, 0 not-edible

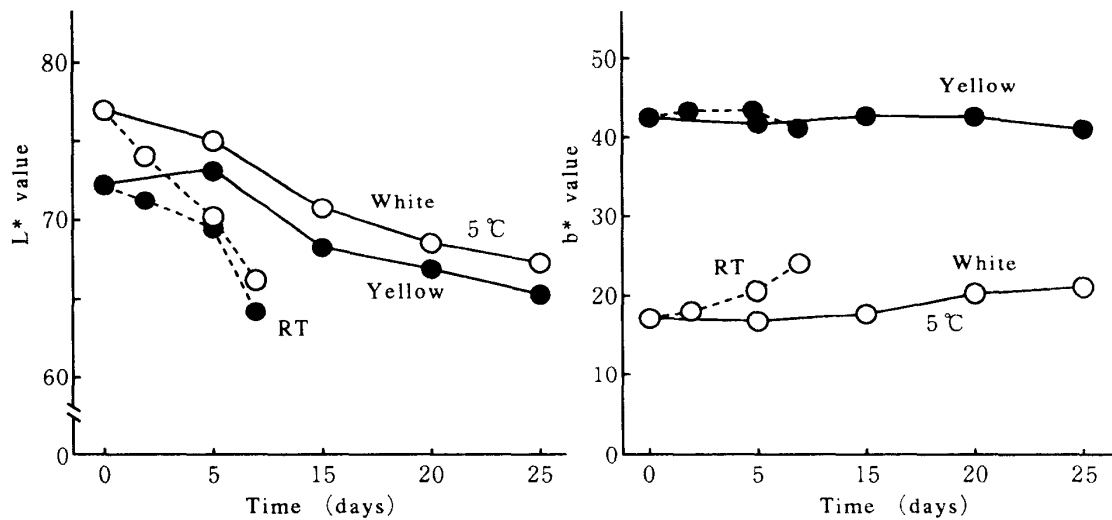


Fig.2 CIE (1976) L* and b* values in yellow and white cauliflower at different storage

Table 1 Comparison with composition of yellow and white cauliflower

		Composition per 100 g									
		Water	Protein	Fat	Ash	Ca	Mg	Fe	K	Carotene	Vitamin C
		g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	μg	mg
Yellow	raw	88.5	3.4	0.2	0.6	18	21	0.7	302	83	83
	boiled	90.4	2.9	0.1	0.5	16	16	0.6	187	76	68
White	raw	91.1	3.0	0.1	0.6	21	15	0.6	232	2	80
	boiled	92.0	2.8	0.1	0.5	21	15	0.6	143	2	71

Florets were boiled in unsalted water 2 min.

リフラワーは、ある程度貯蔵しても外観評価は良好に保てるものと考えられる。

2) 黄色カリフラワーの栄養成分の特性

白色系カリフラワーは、同じ科のブロッコリーに比べビタミン類、特にカロチン、Cは少ないが、他の成分はほとんど変わらない⁹⁾。黄色系カリフラワーの栄養成分ついて調べたところ、白色系にはほとんど含まれないカロチンが約83μg%含有しており、これが花蕾の色を形成しているものと考えられる。カリフラワーを2分ゆでたときの各成分の変化は黄色、白色ともほとんど差異はみられなかった (Table 1)。

3) 黄色カリフラワーの色調に及ぼす調理操作の影響

カリフラワーは、サラダや煮込みなどによく利用されるが、その場合美しい白色に仕上げるため、小麦粉や食酢を加えてゆでることが一般的に行われている⁶⁾。

黄色カリフラワーは、上述したようにカロチンを含んでおり、花蕾は濃い黄色であることから、従来のゆで操作で色調にどのような影響を及ぼすかについて調べた。小花蕾をゆで、時間経過に伴う色調変化は、Fig. 3に示したように、L*値は30秒のゆで操作で生に比べ高くなり、その後値は変動するものの加熱6分まではほとんど変わらなかった。色相に關与するa*, b*値は、ゆで15秒でa*値は低下し、b*値は増加し、2分間で最大になりその後低下した。この色相の変化から花蕾の色は、ゆでることで濃い黄色から薄い黄色を経て黄緑になることを示している。食べたときの花蕾や軸の硬さの程度は、2分程度が好ましく、4分では少し軟らかくゆで上がっていた。美しい黄色を保持する最適ゆで時間は、2分程度がよいことが色相測定から示唆された。

つぎに、白色カリフラワーで行われる、食塩、小麦粉、酢などの添加が、黄色カリフラワーの色相に及ぼ

す影響について検討した。ゆで時間は、2分間とし無添加のものと比較した (Fig. 4)。L*値は、いずれの添加物も対象区との間に差はみられなかったが、a*値は、添加物により著しい相違がみられた。食塩添加

は、低濃度ほど色はより緑になり花蕾は薄い黄色に仕上がった。小麦粉は、1、2%では、無添加のものと仕上がりに差はみられなかったが、0.5%添加することでa*値の低下、b*値の増加がみられ花蕾は美しいオ

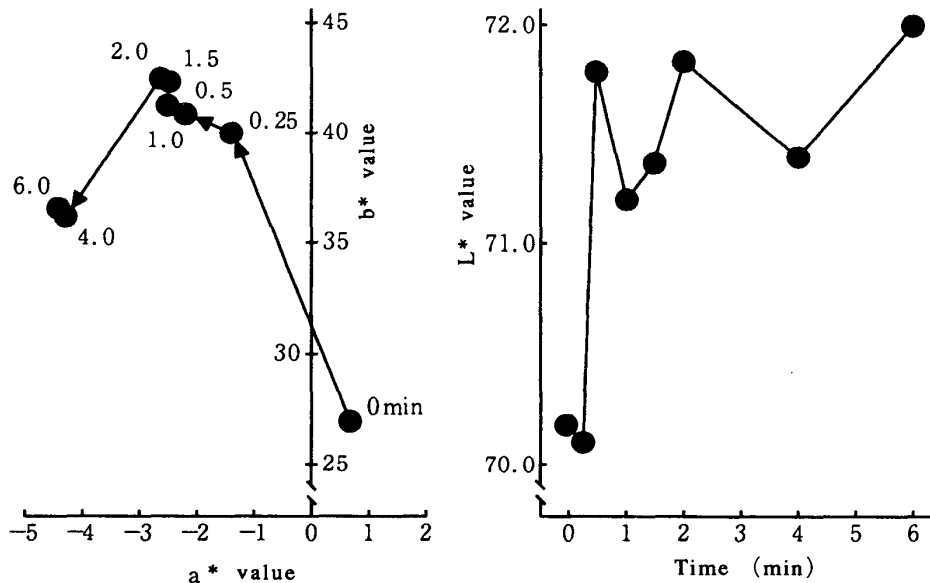


Fig.3 CIE (1976) L*, a* and b* values in yellow cauliflower during boiling

Cauliflower florets (ca 50 g) were boiled with unsalted water (ca 500 ml) for up to 6 min.

Each sample was frozen with liquid nitrogen gas and was ground.

Color was evaluated with HunterLab/ Difference Meter Z-100/DP (Nippon Denshoku)

Each point represents the mean across three replication

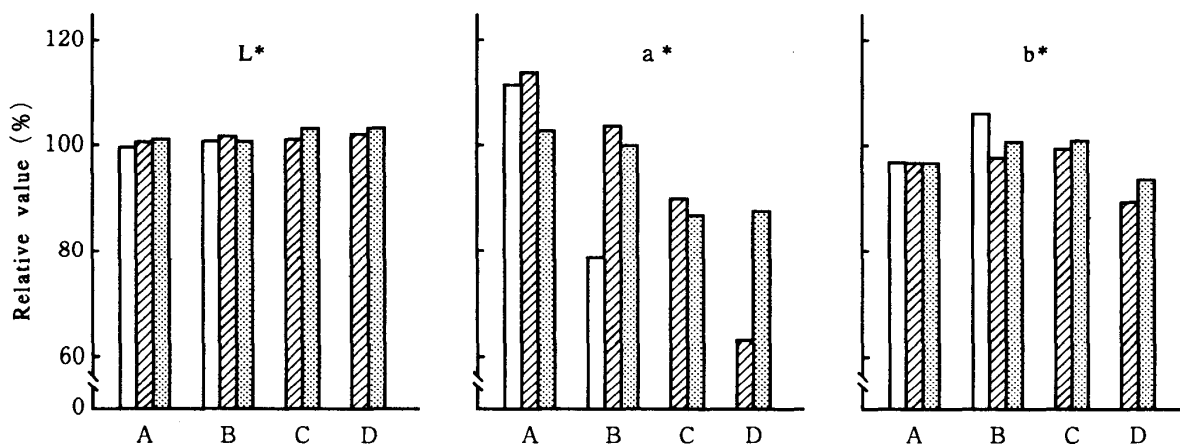


Fig.4 Effect of salt (A), flour (B), vinegar (C), and lemon juice (D) at different conc. on CIE (1976) L*, a*, and b* values of yellow cauliflower

Treatment see in Fig. 3 except for boiling time (2min)

Salt and flour : , 0.5 , 1.0 , 2.0%

Vinegar and lemon juice : , 1.0 , 2.0%

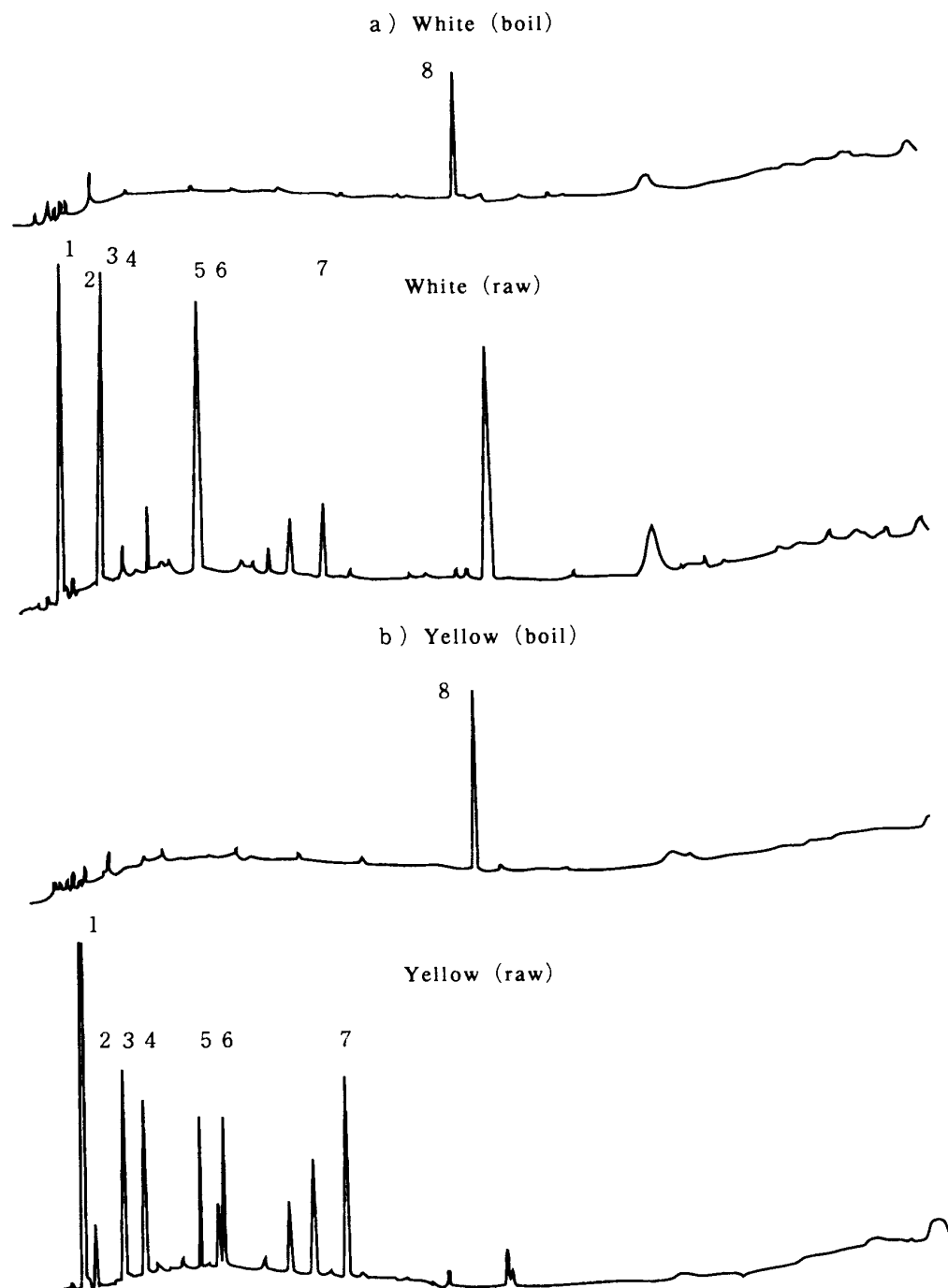


Fig.5 Gas chromatograms of volatile compounds in raw and boiled yellow and white cauliflower

Treatment see in Fig. 3

A 10 g powder sample put into vial (20 ml volume) and was sealed with rubber lid tightly.

The vial was incubated at 85°C for 15 min. Volatile compounds of head space were analyzed by gas chromatography (Shimadzu HSS-2A). Condition of chromatography : Fused silica capillary column (25 m x 0.25 mm i.d.) coated with CBP-20. Oven temp : programmed to stay at 70°C for 1 min and then rise to 150 °C at the rate of 7 °C/min. Carrier gas : He 2 ml/min.

Injection temp. : 200°C. FID.

Table 2 Changes in volatile components of yellow and white cauliflower during boiling

PNo	RT(min)	Yellow					White				
		Boiling Time (min)					Boiling Time (min)				
		0	1	2	4	6	0	1	2	4	6
1	1.67	10377*	—	—	—	—	5661	48	14	—	—
2	1.92	363	38	54	104	124	81	57	116	591	1147
3	2.31	1028	96	39	41	34	845	101	83	31	81
4	2.63	1115	—	—	—	15	152	6	12	24	103
5	3.92	402	—	—	—	—	673	—	—	—	—
6	4.02	664	—	16	38	48	157	12	32	239	444
7	5.92	606	—	—	—	—	596	—	—	—	—
8	8.35	40	1937	1801	760	715	17	1142	1014	685	708

* mm²

Peak numbers (PNo) corresponds to those listed in Fig. 5

レンジ色に仕上がった。小麦粉の作用の一つに加熱中の酸素による色素の分解を防ぐことが知られており、上述したように白色カリフラワーを白くゆで上げるのに利用されている。食酢、レモン果汁は、ゆで水が酸性になることでa*値の著しい低下を引き起こし、むしろ黄色はくすんだ色に仕上がりがあまり好ましくない結果となった。レモン果汁は食酢に比べ1%濃度では顕著にa*値を抑制しているが、この違いはそれぞれの構成酸であるクエン酸と酢酸の色素安定性の違いによるものか、あるいは組織構造への作用の相違によるかは今後検討しなければならない。

4) 黄色カリフラワーの揮発成分に及ぼす調理操作の影響

カリフラワーは、ダイコン、キャベツ、ハクサイなどと同様加熱調理すると特有の香りが生成される。この成分はジメチルジサルファイドであることが知られているが、生成の抑制方法についての詳細な研究はなされていない^{4,7,8)}。黄色カリフラワーと白色カリフラワーの揮発成分をGLCで調べたところ、主な組成は両者とも同じであるが、黄色系は揮発成分が多く香りも強いことがわかった。2分ゆでたものの揮発成分は、低沸点部分はほとんどなくなり、ピーク8が顕著に増加した。この成分をGC-MSで検索したところ従来から言われているジメチルジサルファイドではなく、2-エチルヘキサネート(2-ethylhexanoic acid)とそのエチルエステルであることがわかった(Fig. 5)。

ゆで時間によるこれら成分の変化をTable 2に示した。黄色、白色共にゆで1分でピーク8が著しく増加し、その後漸減した。

そこで、この成分の消長に及ぼす食塩、小麦粉、食酢、レモン果汁の添加の影響を調べた。Fig. 6からも明らかなように、無添加のものに比べ、いずれも抑

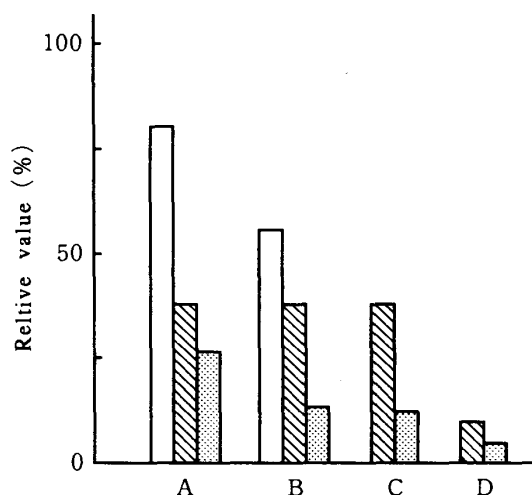


Fig. 6 Effect of salt (A), flour (B), vinegar (C), and lemon juice (D) at different conc. on 2-ethylhexanoic acid of yellow cauliflower

Treatment see in Fig. 4

制効果がみられ、添加濃度が高い程、この成分の生成は少なくなった。特にレモン果汁の添加が有効であることを認めた。しかし、カリフラワーの花蕾の色調は上述したようにあまりよくなかったことから、レモン果汁の添加は総合的にみた場合好ましくないと考える。黄色い色調を美しくゆで上げ、しかも加熱臭の生成も少ないものにするには、小麦粉1%を溶かしたゆで水で2分程度ゆでるとよいことが明らかになった。

4. 要 約

花蕾が黄色のカリフラワーの貯蔵性、栄養特性、な

らびに調理特性について調べ、以下のことが明らかになった。

1) 黄色カリフラワーを低密度ポリエチレンフィルム袋に入れ、非密封の状態で5℃と室温で貯蔵した。黄色系、白色系とも鮮度保持期間はほとんど同じで、5℃では約15日、室温では5日程度であった。

2) 黄色カリフラワーの栄養成分は、カロチンを多く含んでいたが、他の成分は白色系とほとんど変わらなかった。

3) 黄色カリフラワーは、ゆでることで鮮やかなオレンジ色になるが、ゆで水に0.5~1%の小麦粉を添加することで、色調が安定するとともに揮発成分にもよい結果をもたらすことがわかった。

本研究にあたり試料を提供していただいたタキイ種苗(株)ならびにGC-MS分析のご便宜を図ってくださいました生活科学部食品衛生学講座川添禎浩博士に感謝申し上げます。なお、この研究の一部は平成4年度タキイ財団からの研究助成金によって行われました。

5. 引用文献

- 1 大久保増太郎. 1986. 野菜の鮮度保持 pp.206-207. 養賢堂
- 2 Romo-Parada, L., C.Willemot, F.Castaigne, C.Gosselin and J.Arul. 1989. Effect of controlled atmospheres (low oxygen, high carbon dioxide) on storage of cauliflower (*Brassica oleracea* L., *Botrytis* group) *J.Food Sci.*, 54: 122-124.
- 3 Lipton, W.J. and C.M.Harris. 1976. Response of stored cauliflower to low O₂-atmospheres *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 101: 208-213.
- 4 Ludford, P.M. and F.M.R.Isemberg. 1987. *Brassica* crops Postharvest physiology of vegetables (J.Weichmann ed.) pp.497-522. Marcel Dekker, Inc.
- 5 與座宏一・太田英明・野方洋一・石谷孝佑. 1992. 常温貯蔵中におけるブロッコリーの品質に及ぼす包装資材の影響 *日食工誌*, 39: 800-805.
- 6 川端晶子・畑 明美. 1990. 調理学 pp.66-69. 建帛社
- 7 Macleod, A.J. and G.Macleod. 1968. Volatiles of cooked cabbage *J.Sci.Food Agric.*, 19: 237-277.
- 8 Aparicio-Cuesta, M.P. and C.Garcia-Moreno. 1988. Quality of Frozen cauliflower during storage *J. Food Sci.*, 53: 491-493.