蕃椒辛味成分に関する研究 (第12報)

辛味成分の利用について

小 菅 貞 良*・竹 内 徳 男**

最近とうがらし果実の生産高が激増し、その輸出高もまた増加の一途をたどり、相当の額にのぼっている。

(昭和32年度国内推定生産高9960トン、輸出高3500トン)しかるにこの利用については、科学的な根拠に立脚した処理がほとんど施されておらず、もっぱら経験的に取扱われているに過ぎない現況である。

しかしてとうがらし果実の市場における品質は、主としてその色沢によって等級が付けられ、辛味料として取引される場合でもなお辛味成分含量が考慮されず、色沢に基礎をおく等級により取扱われている。しかるにその等級と辛味成分含量との関係は、いまだ明らかにされていない。またとうがらし果実を辛味料として利用するとき、辛味成分を溶出し、溶液として味われることも多いが、辛味成分の溶解度や溶出条件などについての報告も見当らない。なお辛味成分でも芥子油が防カビ性があるため^{1)~3)}、ときにとうがらし果実の辛味成分も防腐、防カビ性があるかのごとく伝えられることがある。

よってとうがらし果実の辛味成分利用に資する目的をもって、市販品の等級と辛味成分含量との関係を明らかにし、辛味成分の溶解度、同果実粉末よりの溶出条件、防腐、防カビ性および糸状菌による分解などに関する測定ならびに試験を行った。以下その詳細と結果について報告する。

なお辛味成分量は前報⁴⁾と同様に測定し、カプサイシノイド量で表わした。またカプサイシノイドの標品は岐阜県産とうがらし「ホンダカ」種の果実より、さきに報告⁵⁾したように単離し、融点64~65°のものである。

実 験 の 部

1. とうがらし果実の等級とカプサイシノイド含量

市販とうがらし果実の品質はさきに述べたように、主としてその色沢によって等級付けられ、通常赤熟した損傷のない形状の整った果実を1級、かっ色ないし黄色を呈し損傷のないものを2級、また緑色を呈していたり、損傷があったり、あるいは不整形のものは格外品として取

第1表 とうがらし果実の等級とカプサイシノイド含量

品 種 等 級	水 分 量 (%)	カプサイシノイド 量 (%)*	備 考
タカノツメ	1	9.72	赤 色
	1	9.95	〃
	1	9.75	〃
	1	9.37	〃
	2	11.30	緑黄色
	2	10.12	褐 色
	2	9.94	黄褐色
	3	12.25	黄緑色
ヤツフサ	1	12.06	赤 色
	1	12.23	〃
	1	10.42	〃
	2	12.77	褐 色
	2	10.01	黄 色
	2	10.92	黄緑色

* 無水物中

第2表 カプサイシノイドの水に対する溶解度

温 度 (°C)	0	13	20	30	50	60	70	75	85	92
溶解量 (γ/cc)	20.4	27.7	31.9	48.0	61.1	75.8	98.7	109	132	153

* 岐阜大学農学部農芸化学科 (岐阜県稲葉郡那加町)

** 愛知県食品工業試験所 (名古屋市西区新福寺町2-13) (現在)

Studies on the Pungent Principles of Red Pepper. Part XII. On utilization of the pungent principles in red pepper. By SADAYOSHI KOSUGE and TOKUO TAKEUCHI.

扱われている。つぎに市販とうがらしの各等級の果実について、カプサイシノイドを定量して第1表のごとき結果を得た。

すなわち市販とうがらし「タカノツメ」および「ヤツフサ」の2種の果実においては、1級および2級間のカプサイシノイド含量の差異はまったく認められなかった。なお市販とうがらし果実は、昭和29~30年の両年度にわたり購入したものである。

2. カプサイシノイドの溶解度

とうがらし果実を辛味料として使用する食品では、カプサイシノイドは水溶液になっていることが多いので、その各種温度の水に対する溶解度を測定して、第2表のごとき結果を得た。またカプサイシノイドの溶解度 S と水温 t との関係は第1図のようになり、つぎの実験式で示される。

$$S = 20.6e^{0.0220t}$$

ただし、 $S = \text{g/cc}$

すなわちカプサイシノイドの水に対する溶解度は、温度の上昇に伴い増大し、融点(64~65°)付近を越えればとくにいちじるしく増大する。なおカプサイシノイドの定量は同溶液を苛性ソーダ溶液に加え、以後同様に行なった。

3. カプサイシノイド水溶液における pH と溶解度

第1図 カプサイシノイド溶解度曲線

すべての食品はほとんど酸性を呈している。とくにとうがらし果実を辛味料として使用する漬物などは、いちじるしい酸性を呈する。水溶液における pH と溶解度との関係を明らかにする目的をもって、とうがらし果実を辛味料とする食品の酸性に比較的關係の多いのは乳酸および酢酸であるので、Michaelis の乳酸—乳酸ソーダおよび酢酸—酢酸ナトリウムの兩種緩衝液中で各種の pH におけるカプサイシノイドの溶解度を測定した。各種 pH の緩衝溶液の10倍希釈液50ccに適量のカプサイシノイドを加え、密栓してときどき振盪して室温に3~4日間放置し、溶液の一定量を採り、水酸化ナトリウム溶液として供試液とした。各 pH におけるカプサイシノイドの溶解度は第3表に示す。

すなわち水溶液中におけるカプサイシノイドの溶解度には、pH の変化による明らかな差異が認められなかった。なお表中の pH は測定値である。

4. とうがらし果実よりカプサイシノイドの抽出

ソース製造において、通常とうがらし果実の辛味成分は、同果実粉末を水とともに煮沸抽出して利用されるので、同果実より辛味成分の抽出について研究することとした。供試とうがらし果実には昭和29年度岐阜県産「ホンダカ」種を用いた。

(1) カプサイシノイド水抽出における試料量と抽出率

とうがらし果実粉末(2mm篩目を通したものの)の2~10gを精秤し、1ℓエルレンマイヤーフラスコに採り、熱水500ccを加え、還流冷却器を付し沸騰水浴中で30分間加熱したのち、熱湯中で抽出されるカプサイシノイド量を測定して、第4表のごとき結果を得た。

すなわちソース製造における使用量に近い、2.085gのとうがらし果実粉末を、熱湯500cc(ほぼ1石当り200匁)で抽出しても、辛味成分量の約50%が抽出され

第3表 水溶液における pH とカプサイシノイドの溶解度

酢酸—酢酸ナトリウム 緩 衝 液		乳酸—乳酸ナトリウム 緩 衝 液	
pH	mg/l	pH	mg/l
2.0	21.4	2.3	24.7
3.6	23.1	3.2	25.0
4.2	20.0	4.1	26.3
5.1	26.5	5.5	27.3
6.1	26.4	6.0*	26.3

注: 測定温度 13°C

* クエン酸塩緩衝液

第4表 カプサイシンの水抽出における果実量と抽出率

果実量 g/500 cc (匁/石)	果実中の カプサイ シノイド 量 (mg)	抽出カプ サイシノ イド量 (γ /cc)	抽出カプ サイシノ イド量 (mg)	抽出率 (%)
2.085 (200)	8.21	9.1	4.55	55.4
4.170 (400)	16.42	16.3	8.15	49.6
6.225 (600)	24.51	19.2	9.60	39.1
8.340 (800)	32.84	23.3	11.65	35.5
10.425 (1000)	41.05	26.0	13.00	31.7

るに過ぎず、同粉末量の増加にともない抽出率は順次減少する。しかし実際ソース製造の際には、同果実量に対し抽出に使用する熱湯量は、通常前記割合より少ないから、同一熱湯量に対し果実量は多くなり、抽出率はさらに低いものであることが推定される。カプサイシノイドの定量は抽出水溶液を乾燥濾紙で濾過し、冷却後濾液の一定量を採り、液体脂肪抽出器を用いカプサイシノイドをエーテルをもって抽出し、前記定量法により定量した。なお抽出率(%)は抽出カプサイシノイド量 $\times 100$ /試料中のカプサイシノイド量である。

(2) 辛味成分の水抽出における加熱抽出時間と抽出率
ソース製造の際、とうがらし果実の辛味成分の抽出には、同果実粉末を0.5～1時間加熱抽出したり、あるいは加熱後、そのまま数日間浸漬しておくなどいろいろの処理法がある。よって加熱抽出時間とカプサイシノイド抽出率との関係を明らかにする目的をもって、とうがらし果実粉末4.15gに94～97°Cの熱湯500cc(約400匁/1石)を加え、沸騰水浴中で加熱抽出時間を変え、0.5～2.5時間内におけるカプサイシノイドの抽出率を測定して、第5表のごとき結果を得た。

すなわち抽出率は30分の加熱抽出ですでに限度に達し、それ以上続けても抽出率は増大しなかった。

5. カプサイシノイドのアルカリ抽出

上記のごとく、通常のソース製造におけるとうがらし辛味成分の抽出利用率は相当に低いものであることが推

第5表 カプサイシノイドの水抽出における加熱抽出時間と抽出率

加熱抽出時間	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
抽出量 γ /cc	16.0	15.0	15.6	15.0	15.6
全抽出量 mg	8.0	7.5	7.8	7.5	7.8
抽出率 (%)	49.1	46.0	47.6	46.0	47.6

定されるので、その向上を計る目的をもって希アルカリ液による抽出試験を行なった。しかしさきに⁴⁾述べたように、とうがらし種子は辛味成分を含有せず、かつアルカリを消費するので、種子を除いた、いわゆる果皮粉末の上記篩目を通してものを試料とした。

(1) 熱アルカリ液による抽出

上記試料に10倍量の各種濃度のアルカリ液を加え、炭酸ガスの入らぬようにして加熱時間を変えて抽出し、冷却後、濾液中に炭酸水素ナトリウムを加えて水酸化ナトリウムを炭酸塩に変え、液体脂肪抽出器中でエーテルをもって抽出した。以後同様にしてカプサイシノイドを定量し、抽出率を求めて、第6表のような結果を得た。

すなわち2%以上の水酸化ナトリウム液10倍量でほとんど完全に抽出され、かつ抽出率は加熱1時間までは増加するが、それ以後は変らない。

(2) 冷アルカリ液による抽出

またアルカリ濃度を変え、15時間冷浸(液温24～27°C)抽出し、室温におけるアルカリ濃度と、カプサイシノイド抽出率との関係を測定して、第7表のごとき結果を得た。

第2図 アルカリ濃度および加熱時間とカプサイシノイド抽出率

第6表 アルカリ濃度および加熱時間とカプサイシノイド抽出率

加熱時間 アルカリ濃度	0.5	1.0	2.0	4.0
0.0(水のみ)	11.5	13.3	13.4	13.1
0.5%	29.5	32.2	30.4	33.9
1.0	49.3	48.1	51.5	50.5
2.0	89.3	94.5	101	102
3.0	92.2	102	101	102

第7表 冷浸出におけるアルカリ抽出とカプサイシノイド抽出率

水酸化ナトリウム濃度 (%)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
抽出率 (%)	8.3	18.5	73.0	76.5	78.2

すなわち本抽出率は冷浸出でも水によるよりは大きく、2%まではアルカリ濃度の増大にともない増大した。

6. 辛味成分の防腐, 防カビ性

とうがらし果実の辛味成分の防腐, 防カビ性の有無を確認する目的をもって, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces sojae*, *Lactobacillus casei*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* および *Rhizopus usami* の7菌種について, 酵母およびバクテリアには Henneberg 寒天培地, また糸状菌には Czapek Dox 寒天培地を用い, 培地1cc 当り5, 25, 75および100 γ になるようにカプサイシノイドを加え, 約10日間30°Cで培養し, 画線溝の周辺における菌の発育状態を観察した。なお *Lactobacillus casei* のみは30°Cで4日間, 続いて冷所で培養した。その結果, とうがらし果実の辛味成分混合体であるカプサイシノイドには, 上記微生物の発育阻止, あるいは抑制の作用が認められなかった。

7. カプサイシノイドの糸状菌による分解

上記カプサイシノイドの防腐, 防カビ試験中, 辛味成分は糸状菌により分解されて, 辛味成分の消失するのを見出したので, カプサイシノイドの糸状菌による分解消失量を測定した。*Aspergillus niger*, *Rhizopus usami* および *Penicillium wortmanni* の孢子(3%グリセリン懸濁液)を, 常法により殺菌したシャーレ内のとうがらし

第8表 糸状菌によるカプサイシノイドの分解

菌 種	培養日数	カプサイシノイド含量(%)	備 考
<i>Aspergillus niger</i>	直 後	0.42	菌糸全面を覆う 孢子着生
	3	0.20	
	6	0.004	
	8	0.003	
	9	0.000	
<i>Rhizopus usami</i>	直 後	0.42	菌糸全面を覆う
	3	0.37	
	5	0.22	
	7	0.11	
	10	0.004	
<i>Penicillium wortmanni</i>	直 後	0.42	
	6	0.36	
	8	0.21	
	10	0.15	
	12	0.07

第3図 糸状菌によるカプサイシノイドの分解

果実粉末(種子を除き, 径2mm 篩を通過したもの)にほぼ同量になるように噴霧したのち, 30~32°C 飽和湿度で培養繁殖させた。経日的に同果実粉末の一部を採取し, 乾燥後カプサイシノイド含量を測定して, 第8表のごとき結果を得たので第3図に図示した。

すなわちカプサイシノイドは *Aspergillus*, *Rhizopus* および *Penicillium* などの糸状菌により分解, 消失するのを認めた。

考 察

市販とうがらし果実の品質は, 主としてその色沢によって等級付けられているが, その色沢と辛味成分含量とのあいだにはなんら関係がなく, 市販の1級および2級品の間においては, 辛味分含量にほとんど差異のないことが認められた。したがって, 薬味や漬物などに使用するときのごとく, 辛味とともにその鮮明な紅色をも必要とする用途には1級の紅色品を使用するのがよく, またソース製造の際におけるごとく辛味のみが利用され, その色沢が関係のない用途には2級の色彩の劣るものを使用しても差しつかえないものと史料せられる。

とうがらし果実の辛味成分は, 水溶液として使用せられることが多いのであるが, 水による同様辛味成分混合体であるカプサイシノイドの抽出率がきわめて低く, 抽出水中におけるカプサイシノイド含量は, その溶解度よりはるかに下廻っている。それゆえ通常ソース製造における従来の抽出条件では, とうがらし果実中のカプサイシノイドの30~40%程度までしか抽出利用されるに過ぎない。さらにその抽出利用度の向上を図る必要のあることが認められる。著者らはとうがらし果実中のカプサイシノイドの抽出率を高め, 利用率の向上を図るため, 抽出に水の代りに弱アルカリ溶液を使用して好結果を得

た。

とうがらし果実のカプサイシノイドは防腐、防カビ作用がほとんどなく、逆に *Aspergillus*, *Rhizopus* および *Penicillium* などの糸状菌により分解消失されることを認めた。したがって同果実は収穫後そのまま推積、あるいは貯蔵するようなことは避け、速やかに乾燥させて、糸状菌のごときものの寄生繁殖するのを抑制し、辛味成分の分解消失するのを防止すべきであると考えられる。

要 約

とうがらし果実の辛味成分利用に関連する基礎事項の研究および測定を行なった。すなわちカプサイシノイドの水に対する溶解度、ならびに水および弱アルカリ液による抽出率の測定、防腐、防カビ性および糸状菌による分解消失などの試験を行なった。そしてとうがらし果実よりカプサイシノイドの水による抽出率はきわめて低

く、弱アルカリ溶液によりほとんど完全に抽出されるのを認めた。またカプサイシノイドは防腐、防カビ性はまったく無く、逆に糸状菌によりほとんど完全に分解されるのを認めた。

終りにのぞみ、いろいろ御助言を賜わり、便宜を供与された岐阜大学友枝幹夫教授ならびに本実験に御助力を賜った稲垣幸男氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 木下浅吉・野田為之助: 醸造試報, **81**, 1(1920).
- 2) 木下浅吉・大野豊作・福井三郎・雲 篤三: 醸造試報, **87**, 35 (1922).
- 3) 小林正造: 大工研, **7**, 1 (1932).
- 4) 小菅貞良・稲垣幸男: 農産技研誌, **8**, (6), 281(1961).
- 5) 小菅貞良・稲垣幸男・上原 勤: 農化, **32**, (8), 578 (1958).

(1961年10月30日受理)

酸化防止剤処理を行なった包装紙の抗菌性について

梶 本 五 郎*・笠 村 貴 美 子*・遠 藤 義 臣**

包装紙は、食品の外観を美しくし、商品価値を高めるばかりでなく、内容食品の保存性の向上に大いに役立つことはよく知られている。しかし、たんぱく質、油脂含量の多い食品を包装した場合、食品中のたんぱく質、および油脂が包装紙に接触、付着し、そこでは油脂は薄い膜となっているために、空気にさらされる面積は非常に大きくなり、腐敗、酸化されやすくなる。また包装紙中には、通常酸化を促進する微量の金属が含まれており、この酸化促進金属と油脂が直接に接触するので、これによっても酸化は一層促進され、また不注意な取扱い、昆虫などにより、包装紙に傷がつき、菌の侵入がおこり、腐敗を起させる。このような状態では、食品の長期保存、衛生的な食品は望めないものである。

これらの問題を解決するには、物理的な改良を加えることもできるが、それでは十分でなく、また経費もかか

る。

最近、油脂および油脂食品の酸化防止剤が広く使用されており、著者ら^{1)~7)}は、酸化防止剤がまた、抗菌性、抗カビ性、防虫性などを有することを報告してきた。そこで今回、酸化防止剤を適用することにより、理想的な包装食品ができるものと考えた。

包装紙に対する酸化防止剤の処理方法および処理包装紙の酸化防止能の報告を見ると、包装資材の被膜材には、パラフィンワックスがよく使用されており、まずパラフィンワックスの抗酸化性を調べるため、SENBERT⁸⁾はBHTをワックスに0.01%添加し、抗酸化性をみたが、無処理に比べ安定度は10倍であると報告している。

BENTZ⁹⁾は、BHAをワックスにとかし、BHAが紙の重量に対して、0.05~0.1%になるように紙に塗布している。

* 神戸森女子短期大学(神戸市兵庫区下山1)

** 日本揮発油株式会社(東京都千代田区大手町2-4)

Studies on the Antiseptic Action of Packing Paper to Treatment of Antioxidant. By GORŌ KAJIMOTO, KIMIKO KASAMURA and YOSHIOMI ENDŌ.