

漬物の低温化技術の確立

誌名	農業技術
ISSN	03888479
巻/号	472
掲載ページ	p. 57-60
発行年月	1992年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



漬物の低塩化技術の確立

—第47回農業技術功労賞受賞記—

小川 敏 男

このたび、はからずも権威と伝統ある農業技術功労賞をいただき、農業技術者として身に余る光栄と感激しているところです。御推せんいただいた方々に、厚く御礼申し上げる次第でございます。

私の専門とする漬物加工は、野菜を主原料とするもので、平成2年度の我が国の生産量は約120万tに達し、年間2～3%の伸びを示しています。それに要する野菜はその倍量の約240万tと推定され、家庭の主婦による家庭漬を合算すれば、大変な量の野菜が漬物として食膳に供せられていることとなります。ダイコン、ハクサイの大半が漬物になり、また、キュウリ、ナスなどの最盛期の余剰のものは、漬物原料として塩蔵され、野菜需給の安全弁として大きな役割を果し、野菜栽培と漬物加工は、車の両輪としての密接な関係にあると思います。

1. 研究の背景とそのねらい

漬物は野菜を食塩で保存することから始められたと言われるが、今では多様化して種類が多く、塩漬、ぬか漬・しょうゆ漬、酢漬、こうじ漬、からし漬などに大きく分けられ、酢漬を除いては、塩分が高いものが多い。昔は塩分はさほど問題にされなかったが、今では健康志向の中で、その過剰摂取が高血圧、脳卒中などの原因となることが明白となり、食品の低塩化は食生活改善の大きな課題ともなっている。

漬物は野菜を原料とするだけに、食物繊維、カルシウム、無機塩類、特有のビタミンなどを含み、健康食としての特性をもっているが、ただ食塩の過剰が大きな欠点ともなっていた。

漬物は塩で生れ、塩で育てられてきただけに、低塩化は、本来の技術の基本にかかわるような変革でもあった。

漬物の使命は、原料面からは野菜の利用加工によって、農業生産の安定をはかり、漬物面からは、健康を守り、食生活の向上に役立つことである。そして、漬物にとっては正に低塩化こそ、急を要し、その改善な

くしては、その前途はありえないともいえる重要課題であった。

古い歴史をもつ漬物ではあるが、伝統の良さを伸ばしながら、不合理な古い殻は脱皮して、これからの食生活にふさわしい近代的食品に改善してゆかなければならない。

低塩化のねらいとして、先ず第一に着目したのは食塩の持つ保存性である。

①食塩の塩素イオンの防腐殺菌作用。②酸素の溶解度を減少させて好気菌を阻止する。③細菌が炭酸ガスに対して鋭敏になる。④菌の蛋白分解酵素作用の阻害などもあげられているが、食塩の場合は、殺菌剤や防腐剤のように少量の添加ではその効果はなく、多量に添加して初めて保存効果をあげることができる。

そして食塩の保存性の主体は、低分子、電解質の特性によって、その溶液が極めて高い浸透圧を呈するにあると考えられた。

低塩化の研究としては浸透圧理論に重点をおき、加熱殺菌、低温利用など各面について行い、直ちにこれらの新技術を漬物製造の指導に供して、減塩化に成果をあげることができた。

2. 食塩代替の高浸透圧物質の利用

(1) 浸透圧質の提供

調味料などで食塩に代替できる物質の利用について、検討した。今まで浸透圧を数値的にとらえて、浸透圧

第1表 各種溶液の浸透圧計算式(C%)

① NaCl

$$P_{30} = \frac{(766 - 8.5C)C}{100 - 0.36C} \text{ atm}$$

(KClはNaCl×0.78とする)

② 砂糖、麦芽糖

$$P_{30} = \frac{72.6C}{100 - 0.63C} \text{ atm}$$

③ ぶどう糖、ソルビット、果糖

$$P_{30} = \frac{138C}{100 - 0.63C} \text{ atm}$$

④ アルコール

$$P_{30} = \frac{539C}{100 - C} \text{ atm}$$

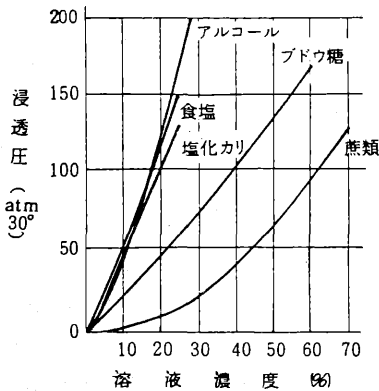
注) 1°Cにつき0.3%を加減する

値と保存性との関係づけた報告はなかった。各種溶液の浸透圧の算出には一般に、Vant-Hoffの公式が使用されているが、この式は希薄溶液のものであって、漬物

Toshio OGAWA: Establishment of Hypochlorizaton Technology in Pickles. 農業技術 47 (2), 1992.

の塩分などのように高濃度には誤差が多く、また各種溶液の高濃度の実用的な算出式は全く見当らない。

筆者は食塩溶液の浸透圧については、濃度を電気伝導度から電離度を出して濃度と浸透圧との関係式を見出し、またアルコール、糖などについても実用的な第1表のような浸透圧算出式を提供した。表中のCを溶質の濃度%として計算すれば、C%における浸透圧を算出することができる。そしてこの式が実験に際して培地浸透圧の算出や、漬込みの際の配合調味料の浸透圧値の算出に使用された。



アルコールV/V%, 他はW/V%
第1図 調味料の濃度と浸透圧

算出式による各種溶液の浸透圧値は、第1図の通りである。

(2) 浸透圧と変敗の関係

漬物の湧きに関与する酵母(*Torulopisis*属)を分離して、菌の増殖と培地浸透圧との関係をワールブルグの検圧計により実験を行い、浸透圧算出式によって、培地と菌によるガス発生との関係を試験した。そして培地が食塩、糖などの溶質に関係なく、浸透圧値がガス発生量を左右することを知った。更に福神漬の漬液の食塩、アルコール、糖などの配合を異にして漬込み、保存試験を行ったが、漬物の変敗が漬液に配合された各種調味料の合計された総合的な浸透圧値に左右されることを明確にすることができた。

漬物の変敗防止は食塩が主体に考えられていたが、食塩を含めて、アルコール、糖、塩化カリウムなどの総合的な浸透圧を高めることであった。また酸の添加によって浸透圧を低めることができることも明らかになった。

福神漬の例では、これらの総合的な浸透圧が122気圧であった。食塩1%に相当する浸透圧として、アルコール1.1%、塩化カリウム1.3%、ブドウ糖、果糖、ソルビット5%、蔗糖、麦芽糖10%で代替できることであった。

糖の場合をみると、蔗糖などの二糖類よりも、ブ

ドウ糖などの単糖類が同じ濃度の場合、約2倍の浸透圧を呈することである。それでわさび漬の甘味料として、ブドウ糖、ソルビットなどで調味すれば、甘味度が低い場合、砂糖の約倍量を添加しないと同じ甘味を呈しないため、浸透圧値は約4倍を添加したことになり、わさび漬の酸敗防止に効果をあげることができた。

(3) 溶質の併用による相乗効果

奈良漬、福神漬などは、食塩、糖、アルコールなど浸透圧の高い調味料によって保存されている。しかもこれらの調味料つまり溶質は、互いに相乗効果のあることがわかった。浸透圧の算出には、morseらの Vant-Hoff を改善した次の式がある。

$$P_T = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

n : モル濃度 T : 絶対温度
 R : 気体係数(定数) V : 溶媒の量

ここに3種の溶質(A, B, C)を混合した場合を考えてみる。この混合溶液の浸透圧が、それぞれにA, B, Cの各溶質の浸透圧の相加的であるとするならば、混合溶液の浸透圧Pは次のような式になる。

$$P = A \text{の浸透圧} + B \text{の浸透圧} + C \text{の浸透圧}$$

$$P_T = \frac{n_A \cdot R \cdot T}{V_A} + \frac{n_B \cdot R \cdot T}{V_B} + \frac{n_C \cdot R \cdot T}{V_C}$$

しかし上記の分母、 V_A, V_B, V_C は、それぞれの溶質の単独溶液としての溶媒の量として計算されている。しかし混合溶液の場合は、次のような式としなければならない。

$$P_T = \frac{n_A \cdot R \cdot T + n_B \cdot R \cdot T + n_C \cdot R \cdot T}{V_{(A, B, C)}}$$

ここで、 $V_{(A, B, C)}$ は混合することによって、 V_A, V_B, V_C それぞれよりも減少する。

つまり、 $V_{(A, B, C)} < V_A, V_B, V_C$ となり、混合することによって、溶媒の量が小さくなるので、次のことがいえる。

$$\begin{aligned} & \frac{n_A \cdot R \cdot T + n_B \cdot R \cdot T + n_C \cdot R \cdot T}{V_{(A, B, C)}} > \\ & = \frac{n_A \cdot R \cdot T}{V_A} + \frac{n_B \cdot R \cdot T}{V_B} + \frac{n_C \cdot R \cdot T}{V_C} \end{aligned}$$

食塩や糖やアルコールは混用することによって、それぞれの溶媒(漬物の場合は水)の量を減少させることにより、浸透圧は相加的よりもはるかに高い浸透圧値となるわけである。

また、これらの調味料は混合によって、味の調味がはかれ、漬物の風味の向上にも役立つ効果も期待できる。

3. 小袋詰の加熱殺菌

昔は漬物といえば樽詰が多かったが、最近の市販品は小袋詰が主体となっている。合成樹脂フィルム小袋詰は包装費が安いばかりでなく、取扱いの便利さ、変質の防止、貯蔵性などの面で特長があるためである。しかし、小袋詰によって新しい問題として、湧きの防止が課題となった。従来樽詰ではガスは自然に樽外に排出するから、比較的問題にされず、むしろ白かび(産膜酵母)が重要であったが、小袋詰は発生したガスが排出されずに袋の中に蓄積し、小袋が膨張するからである。特に低塩化にとってガス発生は大きな問題であった。

漬物の腐敗菌は、漬液面に生ずる白かび(産膜酵母)、湧きの原因となる酵母、かび類(糸状菌)や酸敗の原因となる乳酸菌で、ヘテロ型(乳酸菌)は多少のCO₂ガスを発生するが、漬物の場合ガス発生は酵母が主であった。

酵母類の耐熱性は一般には50~55℃程度とされ、特殊なものでも死滅温度は68℃、乳酸菌も76.5℃程度とされているので、80℃以下で殺菌される。また加熱は殺菌だけでなく、酵素作用を不活性化し、変色や風味の保存に役立ち、ポリガラクチュロナーゼの働きを抑制して、漬物の軟化を防止するなどの効果もある。

加熱には容器の中心部まで殺菌温度に達することが肝心である。内容容積が大なれば、それに応じて加熱時間を長くし、中心部までの温度の到達を十分にすることが必要であり、大きな容器は殺菌を長くしなければならない。また漬物の熱伝導の良否にも左右される。合成樹脂フィルム容器の熱の伝導は、缶、びん詰に比べて極めて速く、加熱殺菌には有利で、特に80℃以下の低温度殺菌に適している。しょうゆ漬、酢漬のようなもので漬液の多いものは熱の伝導が早く、固型物や半流

動物のもろみ漬や、みそ漬などは熱伝導率が悪く、加熱時間を長くしなければならない。

筆者は、各種漬物小袋詰について加熱殺菌試験を行い、それぞれの種類に応じた殺菌標準を第2表のように提示して、漬物の加熱殺菌技術を確立した。加熱時間は小袋漬物のそれぞれの内容量、塩分、糖などの浸透圧、pH、袋内の熱伝導の良否などにより、加減する必要があり、第2表を基準としてメーカー各自の製品に適合した加熱時間を設定しなければならない。

4. 低温による保存流通技術の開発

塩分つまり浸透圧と低温の両面から保存性を高めて、漬物の低塩化をはかることに着目し、低塩度冷蔵法を開発した。また一夜漬類の保存温度と品質限界期間を提示して、一夜漬の発展に寄与することができた。

(1) 低塩度冷蔵法の開発

野菜の下漬を10%以下の低塩度で漬込み、10℃以下で長期間貯蔵する方法である。低塩度冷蔵法には次のような利点があげられる。

- ①低塩度で変敗が防止できる。
- ②保存中の野菜からの脱水が少ないため原形を保ち、原料野菜の風味が保持される。
- ③仕上加工に際し、脱塩工程が省略されるから、風味の流出が少なく、使用水の節減、排水処理の改善になる。
- ④低温障害に弱い野菜も、低塩漬で5℃以下の冷蔵が可能になり、ビタミンCなどの残存率も高く、新鮮度を保ち貯蔵される。

⑤塩漬によって氷点が降下し、0℃以下の氷点下でも氷結することなく、低温貯蔵ができる。

ウリ、ナス、ピーマンなどは低温障害に弱いものが多く冷蔵に適さないため、相場の変動がいちじるしく、特に浅漬類製造では、生鮮原料野菜の需給が不安定となっている。原料野菜は下漬によって細胞が生活作用を失い、低温障害と無関係になり、冷蔵が可能になる。また塩水は濃度に応じて氷点が降下するので、塩分によって0℃以下でも氷結なしに冷蔵できることである。たくあん用のダイコン、キュウリ、野沢菜などが低塩度の10%以下で長期間冷蔵され、また一部の繊維の多い菜類やナスでは、凍結貯蔵が行われるようになった。

(2) 一夜漬類の低温による保存と流通

一夜漬類は、新鮮味が特長となっているが、塩分が3%以下のため、日持ちが悪く、家庭漬の域を出なか

第2表 袋詰の加熱殺菌標準 (120~158g入)

漬物の種類	殺菌温度	時間
福神漬	75℃	10~15分
らっきょう漬	65	15
はりはり漬	65	10
ピックルス	65	10
もろみ漬	80	15~20
みそ漬	80	10
しょうゆ漬	75	15
からし漬	75	10~15
たくあん漬	真空70	10
奈良漬	真空75	15~20

った。一夜漬類の低温における保存試験を行い、保存温度と品質保持限界との関係を第3表のように提示して、これら低温技術改善に役立てることができた。一夜漬類の加工は夏期でも20℃以下の空調室内で処理し、下漬、中漬も10℃以下の低温下におき、包装後の製品は速やかに冷蔵庫に搬入し、冷却(予冷)保管する。そして出荷に際しては、発泡スチロール保冷箱詰あるいは保冷車で輸送して品温の上昇を防止するなど、低温による保存と流通が品質保持技術の決め手となった。

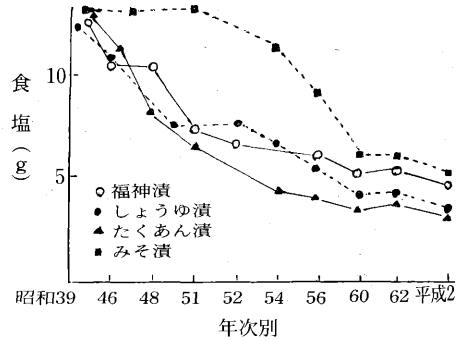
第3表 生鮮漬物の品質保持限界 (NaCl 約2%)

温度	保持限界
0℃	13日
2℃	9日
5℃	6日
7℃	5日
10℃	3日
20℃以上	1日

おわりに

健康志向に沿って、漬物加工の最重要課題であった低塩化に取組み、その成果を技術指導に移して、成果をあげることができた。そして最近の市販の漬物の塩分は第2図のように20年前の2～3分の1まで減塩されるようになった。

低塩化は、単一技術ではなく、食塩代替浸透圧の利用、加熱殺菌、低温の保存と流通、酸の利用、初発菌数の抑制など各面からの技術を駆使して、総合的に保



第2図 各種漬物の年次別塩分の変化

存性を高めることである。浸透圧理論については、漬物の低塩化だけでなく、広く溶液に関与する技術面に応用されれば幸いである。

今日までの長い間の漬物研究には、各面からの心からの御指導、御協力、御支援をいただいたお蔭で、おわりに臨み、深く感謝の意を表する次第であります。

(元東京都農業試験場長)

参考資料

- 1) 小川敏男：(1988)「漬物製造学」光琳
- 2) 小川敏男他：(1975) 漬物の浸透圧における変敗防止に関する研究 東京農試特別報 No8
- 3) 小川敏男他：(1970) 各種漬物の加熱殺菌試験・日食工誌 17(11), 26.
- 4) 小川敏男：(1980) 漬物における低温の保存と流通、コールドチェーンの研究, 6(4), 126.

農林漁業現地情報 (通巻244号)

農林水産省統計情報部発行

○きぬさやえんどうの抑制栽培(石川・金沢市) 石川県農総試は、促成ハウス栽培のトマト、キュウリの後作として、秋取りきぬさやえんどうの栽培研究結果を発表した。県内のえんどうは、秋に種をまいて翌年5、6月に収穫するため、秋取りのきぬさやえんどうは、すべて県外産のもので賄われている。そこで、同試が、市場性の高い9～10月に出荷できればと、露地・ビニールハウスに4～5品種の試験栽培を平成元年より続けてきたもので、7月下旬から8月中旬にかけて種をまき、収穫はその年の9月から10月、成績では通常栽培の約60%の収量が見込まれている。

○水稲3品種奨励品種の名称公募(滋賀県・大津市) 県では、農試で育成した水稲2品種の名称を公募していたが、このほど滋系52号は「こころづくし」、酒米の滋系54号を「吟おうみ」と決定した。「こころづ

くし」は倒れにくいという、比較的病虫害にも強く、収穫期はコシヒカリと日本晴の間で品質も良い。「吟おうみ」は大粒で、蛋白含量が低く、糖分が高いことから、日本酒の原料として優れている。命名に当たって「こころづくし」は、親しみやすく生産者の心が伝わること、また、「吟おうみ」は近江米からおいしい日本酒が造られることを連想させるとしている。

○「佐賀県農業・農村ナンバーワン運動」スタート(佐賀・全域) 県では、農業・農村の急変するなか、魅力ある農業と農村社会の実現を目指して標記運動を平成3年8月にスタートさせ、今後5年間にわたり展開することになった。この運動は、これまでの推進してきた「佐賀農業地域づくり」をさらに発展させ、1) 全国に通用する多彩な銘柄産地の育成、2) 生産性の高い地域農業の確立、3) 活力と潤いのある農村の建設の3つを目標とし、それぞれについて、ナンバーワンづくりを積極的に推進し、希望と誇りを持てる農業と活力ある農村社会の実現を目指す。