研究ノート

カットキャベツにおける微生物繁殖ならびに
褐変の抑制に対する冷風乾処理効果*

阿部一博*・高橋 徹*・茶珍和雄*

Effect of Air-exposure at Low Temperature on
Microorganisms and Browning of Shredded Cabbage*

(Studies on the Physiological and Chemical Changes in Shredded Cabbage, Part II)*

ABE Kazuhiro*, TAKAHASHI Toru* and CHACHIN Kazuo*

**College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Gakuen, Sakai, Osaka 593 Japan

Effects of air-exposure at low temperature (1°C) for 2 hrs after processing on growth of microorganisms and browning in shredded cabbage during holding at 20°C were studied.

Air-exposure at low temperature reduced growth of microorganisms and retarded browning, and effects of this treatment were almost same as NaOCl treatment or washing.

Air-exposure at low temperature retarded browning but either cooling or slight drying did not retard it. Only combination of cooling and slight drying after processing was effective to the retardation of browning. Changes in contents of phenolic substances and free amino acid were little and shredded cabbage formed lignin during holding. There was no difference in their contents and forming of lignin among samples.

Retarding of browning in thick shredded cabbage (1.5mm) was more apparent than that in wide shredded cabbage (3~5mm).

(Received Sep. 8, 1994)

近年の食生活の変化に伴いカット野菜・果実の流通や消費が増加しており¹⁾, カットキャベツはカットタマネギに次いで消費量が多い²⁾。一般にカット野菜・果実は生食用であるため輸送や貯蔵中の品質管理が困難であり, 微生物の繁殖が問題となることが多い^{3), 4)}。カットキャベツの品質保持には他のカット青果物と同様に流通過程の低温管理^{5), 6)}が品質保持上必要であり, またフィルム包装^{7)~9)}や鮮度保持剤とフィルム包装の併用⁹⁾もある程度の品質保持効果がみられている。しかし, まだ経済面や品質保持効果における問題が残されている。

筆者らはカット野菜や果実の品質保持技術に関する研

究において, ピーマン^{10), 11)}やニンジン^{12), 13)}では異なる切断方法により流通過程での商品性保持期間に差が生じたり, エチレン除去剤¹⁴⁾やショ糖脂肪酸エステル¹⁵⁾がカット野菜・果実の品質保持に効果があり, カットキャベツについては軽微の冷風乾処理が商品性保持期間をある程度延長させる効果のあることを報告した¹⁶⁾。

本研究ではカットキャベツの微生物の繁殖速度に対する冷風乾処理の影響を調べるとともにその褐変抑制要因を明らかにしようとした。

* カットキャベツの生理・化学的变化に関する研究 (第2報)

** 大阪府立大学農学部 (〒593 堺市学園町 1-1)

実験材料および方法

1. 実験材料

大阪府下の中央卸売市場より購入したキャベツの外葉を除去後、4分割し、心部を取り除き、包丁で約3～5mm幅に切断し供試材料とした。

異なる切断幅の千切りキャベツに対する冷風乾処理の効果を調べた実験では前述の千切りキャベツと市販の剥皮器で幅1.5mmに調製した千切りキャベツを供試材料とした。

2. 実験方法

1) 冷風乾処理 前報¹⁶⁾と同様に千切りキャベツを硬質プラスチック容器に入れ、1℃の暗所に2時間静置することによって冷風乾処理を行い、その後直ちにポリエチレン袋で密封包装した。

切断後直ちにポリエチレン包装を行い所定の温度で保持したものを対照区とした。

冷風乾処理の効果の要因を確かめる実験では冷風乾処理の他にポリエチレン包装後に1℃に2時間静置した冷却処理区を設けた。

各実験区は2反復とした。

2) 滅菌処理方法 カットキャベツ100gを100ppm次亜塩素酸ナトリウム水溶液1ℓに10分間浸漬し、ついで30秒間約3.5ℓの流水で洗浄した後、簡易遠心脱水機で脱水した。これらの処理を行ったものを塩素処理区とした。

カットキャベツ100gを水1ℓに10分間浸漬し、ついで30秒間約3.5ℓの流水で洗浄した後、簡易遠心脱水機で脱水した。これらの処理を行ったものを水洗処理区とした。

3) 保持方法 前報同様¹⁶⁾にポリエチレン袋での包装後1℃と20℃の暗所で保持し、適宜観察と以下の分析を行った。

4) 分析方法 成分の抽出は試料を80%エタノールで15分間加熱後濾過して行った。分析はそれぞれ、総フェノール物質：フォリン・デニス法¹⁷⁾、オルトジフェノール：Arnowらの比色法¹⁸⁾、遊離アミノ酸：ニンヒドリン法¹⁸⁾により測定した。

なおエタノール抽出残渣（以下AIS）を測色色差計で測定したハンター値から次式の ΔE を求め、以下では ΔE を褐変度とした^{5), 20)}。なお、次式中の L_0 、 a_0 、ならびに b_0 は切断直後のAISのハンター値で、 L 、 a 、ならびに b は保持中のカットキャベツのAISのハンター値である。

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

AISのフロログルシン塩酸反応²¹⁾の呈色程度を測色色差計で測定し、呈色前後の a 値の差(Δa)を求めてリグニン形成度とした。

包装内ガス濃度は注射器で袋内ガスを定量採取してガスクロマトグラフィーで測定した。酸素（以下 O_2 ）はMolecular Sieve 5Aカラム（40～60メッシュ、2m×3mm、50℃）、二酸化炭素（以下 CO_2 ）はPorapak Qカラム（50～80メッシュ、2m×3mm、50℃）で分離し、検出器はTCD検出器を用いた。

カットキャベツの微生物は、Waksman and Fredの方法²²⁾に基づく希釈平板法で測定した。なお、この方法で培地に出現するコロニーは細菌と放線菌に由来するもので²³⁾あるが測定されたコロニー数から換算した微生物数を以下では生菌数として表示した。

結果および考察

1. 冷風乾処理が微生物の繁殖速度に及ぼす影響

Table 1に冷風乾処理がカットキャベツの微生物の繁殖速度に及ぼす影響を示した。冷風乾処理直後の生菌数は 1.0×10^4 個で無処理区との差は少なかったが、20℃保持1日と3日では無処理区より1/10少ない生菌数で

Table 1. Growth of microorganisms in shredded cabbage during holding at 20℃

Treatment	Days			
	0	1	3	6
Control	$8.7 \times 10^3^z$	2.1×10^6	1.4×10^7	1.0×10^8
AE-LT ^y	1.0×10^4	1.4×10^5	2.7×10^6	5.9×10^7
NaOCl ^x	6.7×10^2	8.0×10^4	1.7×10^6	1.1×10^8
Washing ^w	4.7×10^2	1.8×10^5	3.6×10^6	5.1×10^7

^z: Count of microorganisms/g f. wt.

^y: Air-exposure at low temperature (1℃) for 2 hrs

^x: Treated with NaOCl (100ppm) for 10 min. and rinsed

^w: Washed by water for 10 min. and rinsed

Fig.1 Changes in browning index of shredded cabbage during holding at 20°C

●: Control, ○: Air-exposure at low temperature (1°C) for 2 hrs, ▽: Treated with NaOCl (100ppm) for 10 min. and rinsed, ◇: Washed by water for 10 min. and rinsed
 $\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$
 L, L_0, a, a_0, b, b_0 : Hunter value of alcohol insoluble solid of shredded cabbage after shredding [$L_0(88.0), a_0(-1.1), b_0(2.9)$] and during holding

あった。一般的に行われている水洗処理や塩素処理は処理直後の生菌数を少なくしたが保持1日と3日では冷風乾処理との差が小さくなり、保持6日では4区の差はほとんどみられなかった。

青果物カット事業協会の自主基準では一般生菌数は試料1gあたり 10^5 個以下と定めており²⁴⁾、本研究では保持1日で無処理区は生菌数が 2.1×10^6 個と基準をかなりオーバーしたが冷風乾処理および水洗処理区は基準を上回るものの無処理区より少なく、塩素処理区の生菌数は 8.0×10^4 で基準以下であった。

カットキャベツは生食されることが多いので微生物の繁殖は抑制しなければならないが、切断前からかなり微生物は付着しており²⁵⁾、ある程度の微生物の繁殖は避け得ない。本研究で試みた冷風乾処理は塩素や水洗処理とはほぼ同程度で微生物の繁殖を抑制した。

カットレタスでは減菌処理は生菌数を減少させるものの塩素処理は組織の劣化を促進し、水洗の場合も余剰な付着水により微生物の繁殖が促進されるので付着水の除去工程が不可欠であると報告²⁶⁾されており、本研究においても塩素処理区や水洗処理区の生菌数が保持1日で冷風乾処理区とはほぼ同じとなったのは、それぞれ切断面の組織劣化や付着水が微生物の繁殖に関与したためと思われる。

処理後20°Cで保持中のカットキャベツの褐変度をFig. 1に示した。試料の褐変度は保持1日では塩素処理区と水洗処理区は無処理区や冷風乾処理区より低く、保持3日では処理3区は無処理区よりも低く、保持6日

Fig.2 Changes in browning index of shredded cabbage during holding at 1°C and 20°C

●: Control, ○: Air-exposure at low temperature (1°C) for 2 hrs, □: Cooling at low temperature (1°C) for 2 hrs after polyethylene film packaging

²: Same as in Fig.1 [$L_0(89.5), a_0(-1.1), b_0(2.4)$]

Fig.3 Changes in phenols content of shredded cabbage during holding at 1°C and 20°C

●, ○, □: Same as in Fig. 2

²: Phenols content (mg/100g f. wt.)

では冷風乾処理区が最も低かった。図表によるデータの表示は行わなかったが、本研究でのカットキャベツの外観の変化は褐変度の変化とはほぼ同様に推移した。

このように冷風乾処理はカットキャベツで最も問題となる褐変²⁷⁾をある程度抑制することのみならず微生物の繁殖を遅らせる効果のあることを明らかにした。

2 冷風乾処理効果の要因

カットキャベツを冷却するとともに軽微な乾燥を与える冷風乾処理と冷却のみの冷却処理が褐変度に及ぼす影響をFig. 2に示した。1°C保持では褐変度は増加が少なく、処理区間に差もみられなかった。20°C保持では3区とも保持1日で急増し差は少なかったが、その後は冷風乾処理区の褐変度は無処理区や冷却処理区より低かった。また、20°Cで軽微な風乾を行った場合は褐変抑制効

Fig. 4 Changes in lignin index of shredded cabbage during holding at 1°C and 20°C

●, ○, □: Same as in Fig. 2

^z: $\Delta a = a - a_0$

a, a_0 : Hunter value of alcohol insoluble solid of shredded cabbage before (a_0) and after (a) phloroglucin reaction

果はほとんどみられなかった。このような実験結果から冷風乾処理による褐変抑制効果は冷却あるいは風乾のみでなく、冷却とともに軽微な風乾の組み合わせによってもたらされることが明らかとなった。

褐変に関与するカットキャベツのフェノール物質含量の変化は (Fig. 3), 1°Cならびに20°Cとも保持に伴う含量の変化は少なく、処理区間の差も小さかった。

カットキャベツでは保持中の褐変にはフェノール物質が関与するという報告^{20), 28)}があり、褐変の程度は品種

による差異が大きいことも報告^{29), 30)}されている。しかし本報でも前報¹⁶⁾同様にフェノール物質含量の変化と褐変の進展の関連性は少なかった。一方永田らはカットキャベツの褐変抑制にはアリルイソチオシアネートが関与すると報告しており^{31)~33)}、本実験の結果にもこのような要因が影響したことも考えられる。

切断面における癒傷組織形成程度の指標としてカットキャベツのリグニン形成度を測定し Fig. 4 に示した。1°C保持中は変化が少なく、処理区間の差も少なかった。20°C保持では3区とも増加したが冷風乾処理区の増加は無処理区や冷却処理区より少なかった。つまり冷風乾処理による品質保持効果は切断面におけるリグニン形成との関連性は少ないものと思われる。

葉菜類では黄化や劣化に伴い遊離アミノ酸含有量が増加し品質劣化の指標となるが³⁴⁾、本研究のカットキャベツでは増加が少なく処理区間の差も小さかった (図表によるデーターの表示は省略)。

3. 切断幅の異なる千切りキャベツに対する冷風乾処理効果

カットキャベツの切断幅が異なった場合の冷風乾処理の効果を Fig. 5 に示した。両保持温度とも褐変度の増加は1.5mm 幅の千切りキャベツの方が切断幅 3~5 mm の千切りキャベツより顕著であった。20°Cでは切断幅 3~5 mm の千切りキャベツに対する冷風乾処理の効果は保持 1 日でわずかにみられただけであったが、

Fig. 5 Changes in browning index of shredded cabbage during holding at 1°C and 20°C

Shredding thickness—3~5mm [●: Control
○: Air-exposure at low temperature (1°C)
for 2 hrs
Shredding thickness—1.5mm [▲: Control
△: Air-exposure at low temperature (1°C)
for 2 hrs

^z: Same as in Fig. 1 [$L_0(88.1)$, $a_0(-1.0)$, $b(3.1)$]

Fig.6 Changes of O_2 and CO_2 concentrations in polyethylene bags of shredded cabbage during holding at $1^\circ C$ and $20^\circ C$

●, ○, ▲, △: Same as in Fig. 5

1.5mm 幅の千切りキャベツでは冷風乾処理区の褐変度は無処理区より低かった。1℃保持でも1.5mm 幅の千切りキャベツでは冷風乾処理による褐変抑制効果がみられたが、切断幅3～5mmの千切りキャベツでは褐変度の差はみられなかった。このようなことから単位重量あたりの切断面積が大きいカットキャベツに対する冷風乾処理による褐変抑制効果は切断面積が小さいカットキャベツに対する効果よりも大きいことが明らかとなった。

キャベツのフェノール物質含量は品種間差が大きく²⁰⁾, カットキャベツにした場合の褐変程度にも大きな差があり^{29), 30)}, 本研究で使用したキャベツは若干褐変しやすいキャベツであったことなども切断幅3～5mmの千切りキャベツでの褐変抑制効果が少なかった理由のひとつと考えられる。

切断幅の異なる千切りキャベツの保持に伴う包装内 O_2 と CO_2 濃度の変化をFig. 6に示した。 O_2 濃度は1℃保持で減少傾向がみられ、20℃では保持直後に減少した後保持に伴い増加した。1℃での減少や20℃での変化は切断幅1.5mmの千切りキャベツの方が3～5mm

の千切りキャベツより顕著であった。 CO_2 濃度は1℃保持で増加し、増加は1.5mmの千切りキャベツの方が3～5mmの千切りキャベツより顕著であった。20℃では保持直後が最も高く、保持に伴い減少したが、変化は1.5mmの千切りキャベツの方が顕著であった。

このように包装内の O_2 や CO_2 濃度は切断幅や保持温度が異なると明らかな差がみられたものの、冷風乾処理の影響はほとんどみられなかった。一般的には低濃度 O_2 ^{5), 9)}や高濃度 CO_2 ³⁵⁾はカットキャベツの保持に伴う異臭生成を促進するので切断幅の狭いカットキャベツは外観のみならず成分的な変化がおきやすいと思われるため取り扱いには注意が必要となる。

要 約

本研究ではカットキャベツに対する軽微な冷風乾処理が微生物の繁殖速度に及ぼす影響を調べるとともに褐変抑制要因を調べた。

冷風乾処理は塩素処理や水洗処理とほぼ同程度に褐変を抑制するとともに微生物繁殖も抑制し、冷風乾処理による褐変抑制は冷却処理のみによる抑制より顕著であ

たことから、褐変抑制には冷却のみでなく軽微な風乾が必要であることが明らかとなった。

カットキャベツの褐変に対する冷風乾処理の抑制効果は、切断幅が広い千切りより切断幅が細い千切りにおいて顕著であった。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、有益なご助言を賜りました農林水産省果樹試験場矢野昌充室長に謹んで感謝の意を表します。

文 献

- 1) 佐藤正忠：食品流通技術，**22**，5，33 (1993)
- 2) 岩田喜代治：農産物流通技術年報 '92年版，138 (1992)
- 3) SATCHELL, F. B., STEPHENSON, P., ANDREWS, W. H., ESTELA, L., and ALLEN, G. : *J. Food Prot.*, **53**, 7, 558 (1990)
- 4) KALLANDER, K. D., HITCHINS, A. D., LANCETTE, G. A., SCHMIEG, J. A., GARCIA, G. R., SOLOMON, H. M., and SOFOS, J. N. : *J. Food Prot.*, **54**, 4, 302 (1991)
- 5) 河野澄夫・小野寺武夫・早川 昭：食総研報，**45**，86 (1984)
- 6) 椎名武夫・河野澄夫・山下昭道・岩元睦夫：日食工誌，**41**，94 (1994)
- 7) 龔 一平・阿部一博・茶珍和雄：日食低温誌，**16**，145 (1990)
- 8) 徐 歩前・邨田卓夫：日食低温誌，**19**，111 (1993)
- 9) 坂根康秀・有田 昇・下川小百合・伊東裕子・箴島 豊：日食工誌，**37**，281 (1990)
- 10) 阿部一博・吉村公一・周 燕飛・岩田 隆：日食低温誌，**17**，146 (1991)
- 11) 周 燕飛・阿部一博・岩田 隆：日食工誌，**39**，161 (1992)
- 12) 阿部一博・吉村公一・岩田 隆：日食工誌，**40**，101 (1993)
- 13) 阿部一博・吉村公一：日食工誌，**40**，506 (1993)
- 14) ABE, K. and WATADA, A. E. : *J. Food Sci.*, **56**, 1589 (1991)
- 15) 阿部一博・WATADA, A. E. : 園学雑，**60** (別1)，590 (1991)
- 16) 阿部一博・高橋 徹：日食工誌，**41**，43 (1994)
- 17) FOLIN, O. and CIOCALTEU, V. : *J. Biol. Chem.*, **73**, 627 (1927)
- 18) ARNOW, E. : *J. Biol. Chem.*, **118**, 531 (1937)
- 19) YEMM, E. W. and COCKING, E. C. : *Analyst*, **80**, 209 (1955)
- 20) 名和義彦・細田 浩・椎名武夫・伊藤裕朗・黒木 証吉：食総研報，**50**，65 (1987)
- 21) 宮崎 昭：栄養診断のための栽培植物分析測定法 (作物分析法委員会編，養賢堂，東京)，p. 399, (1975)
- 22) WAKSMAN, S. A. and FRED. E. B. : *Soil. Sci.*, **14**, 27 (1922)
- 23) 東條元昭・一谷多喜郎：日菌報，**34**，215 (1993)
- 24) カット野菜の製造・流通技術 (青果物カット事業協議会編，東京)，p. 102 (1992)
- 25) 柳井昭二・小松昌毅・木村 進：食総研報，**28**，94 (1973)
- 26) 太田英明・菅原 渉：日食工誌，**34**，432 (1987)
- 27) 太田英明：農業および園芸，**67**，111 (1992)
- 28) 名和義彦・細田 浩・椎名武夫・伊藤裕朗・黒木 証吉：食総研報，**50**，56 (1987)
- 29) 矢野昌充・小濱節雄・西條 康：野菜試験場報告，**14**，103 (1986)
- 30) 矢野昌充・小濱節雄・西條 康：野菜試験場報告，**14**，119 (1986)
- 31) 永田雅靖・矢野昌充・西條了康：日食工誌，**39**，322 (1992)
- 32) 永田雅靖・矢野昌充・西條了康：日食工誌，**39**，690 (1992)
- 33) 永田雅靖・田中喜之・平井正忠・西條了康：日食工誌，**40**，52 (1993)
- 34) 阿部一博：日食低温誌投稿中
- 35) 坂根康秀：日農化誌，**65**，755 (1991)

(平成6年9月8日受理)