

漬け込み条件が塩漬け壬生菜の植物色素に及ぼす影響

Influence of the Condition of Soaking on Plant Pigments in Salted Mibuna (*Brassica campestris*)

宮崎絵梨*, 中西謙二*
Eri Miyazaki, Kenji Nakanishi

抄 録

浅漬け製造の従来法である7%食塩水浸漬, 3°C保存を対照区として, 種々の条件で漬け込み一定期間保存した壬生菜の植物色素含量変化を調べた. その結果, 従来より高塩分濃度で壬生菜を漬け込み低温保存することで, 緑色色素であるクロロフィル a, b が3ヶ月保存後でも十分保持された. β -カロテン, ルテインについても従来法の数倍保持された. 3ヶ月保存後の壬生菜の外観についても, 従来法では褐変等が見られたが, 高塩分・低温保存区では軸の白さも保たれており有意な差が認められた.

1 はじめに

浅漬けは原料収穫から製品出荷までの期間が短いため, 製造には安定した原料野菜供給が不可欠である. しかしながら原料野菜の収穫量や収穫時期は自然災害, 気温変動等の影響を受けやすく, 供給量は安定しにくい. 漬物企業では次亜塩素酸ソーダによる原料野菜の洗浄や, 品質保持剤の添加等による保存期間の延長を行っているが, 現状では2~3週間しか保存できず, 塩素臭など品質面で問題も生じる. そのため, 野菜の緑色に代表される新鮮さを保ったまま長期間保存できる漬物製造技術の開発が求められている.

そこで, 種々の条件で漬け込み後一定期間保存した壬生菜の植物色素含量を調べ, 緑色保持効果の高い漬け込み条件について検討した.

2 実験方法

2・1 分析試料

県内漬物企業より提供された壬生菜に, 同重量の食塩水を加えて重石をすることで, 浅漬けの漬け込みを行った. 浅漬け製造の従来法である7%食塩水浸漬, 3°C保存の試験区を対照区とし, 種々の条件で漬け込みを行い3ヶ月間保存した. 一定期間ごとに塩漬け壬生菜を取り出し, 分析試料とした.

従来より高濃度の14%食塩水で漬け込みを行った試験区については, 保存温度を-3°Cとした. 漬け替

えを行った試験区は, 漬け込みから3日目に壬生菜を取り出し, 新しく調製した14%食塩水に漬け替えた. なお, 本試験では漬物企業での漬け込み法に倣い, 壬生菜は洗浄せずにそのまま用い, また漬け込み液には次亜塩素酸ソーダ・サラシ粉含有添加物を溶解したものをを用いた.

2・2 乳酸菌数測定

乳酸菌数はBCP加プレートカウント寒天培地を用いて混釈培養後, 生育コロニー数を計測した.

2・3 植物色素含量の分析

満田ら¹⁾の方法を参考に, 塩漬け壬生菜から植物色素を抽出した. 低温条件下, 塩漬け壬生菜約5gにアセトンを適量加えてホモジナイズ後, 3000rpm, 5分間遠心分離を行い, 得られた上清をメスフラスコに採取した. さらに残渣にアセトンを加え, ホモジナイズ, 遠心分離を数回繰り返して上清を採取し, 100mlに定容した. 調製した抽出液について Waters 製 HPLC 装置を用い, 次の条件で分析を行った.

カラム Imtakt Unison UK-C18 4.6×100mm

移動相 A:メタノール/水=90/10, B:酢酸エチル

0-100%B (0-7min), 100%B (7min-)

流速 1mL/min

温度 30°C

検出波長 450nm

標準試薬としては, 和光純薬工業(株)製のクロロフィル a, クロロフィル b, β -カロテン, ルテインを使用した.

3 結果及び考察

3・1 HPLC 条件の検討

HPLC によるクロロフィルおよびカロテノイドの分析に関して、西山ら²⁾はキウイフルーツ果実中のクロロフィル、ルテインおよびβ-カロテンの分析を、また満田ら¹⁾はハウレンソウ、シュンギク、葉ネギ、トマト等に含まれるクロロフィル、ルテイン、α-カロテン、β-カロテンおよびリコペンの同時分析法について報告している。しかし、何れの方法も成分溶出に約 20 分を要しているため、分析時間の短縮について検討した。近年、粒子径 2μm 以下のカラムによる超高速分析が注目されているが、それには高耐圧の HPLC 装置が必要である。そこで、一般の装置でも使用可能な粒子径 3μm のカラムについて検討した。その結果、Imtakt(株)製 ODS カラムを用いたメタノールと酢酸エチルの直線グラジエント溶出法により、クロロフィル a, b, β-カロテンおよびルテインを 10 分以内に妨害ピークなしに分離溶出することができた (図 1)。

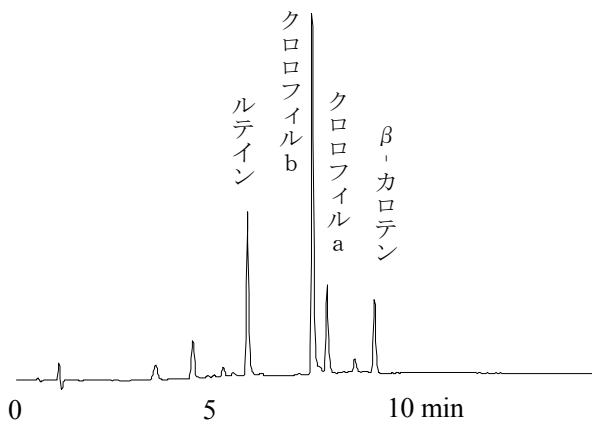


図 1 塩漬け壬生菜抽出物の HPLC クロマトグラム

カラム Imtakt Unison UK-C18
移動相 A:メタノール/水=90/10, B:酢酸エチル
0-100%B (0-7min), 100%B (7min-)
流速 1mL/min
温度 30°C
検出波長 450nm

3・2 高塩分・低温保存による乳酸菌増殖抑制

漬物は漬け込み中に乳酸菌などの生酸菌が作用するため、漬け込み液は酸性となる。β-カロテンやルテインは比較的安定な植物色素であるのに対し、クロロフィルは酸の存在下で分解が促進されフェオフ

イチンへと変化し外観の悪化に繋がる³⁾。つまり保存期間中の乳酸菌増殖を抑制することが、クロロフィル保持には重要となる。前報⁴⁾においては、保存温度や前処理、各種添加物の有無による微生物挙動について報告した。今回の試験では、食塩水濃度の違いによる微生物挙動について検討を行った。保存期間中の乳酸菌数変化を図 2 に示した。14%食塩水で浸漬し、-3°Cで保存した試験区(高塩分・低温保存区)では保存期間中の乳酸菌増殖が対照区よりも抑制されており、3 ヶ月保存後の乳酸菌数は対照区が $6.8 \times 10^6/g$ であったのに対し、 $4.1 \times 10^3/g$ と少なかった。

前報⁴⁾では 7%食塩水で漬け込んだ場合従来より低温の-3°Cで保存した方が、乳酸菌増殖抑制効果が高いことを報告した。今回試験した高塩分・低温保存区は 7%食塩水で漬け込み、-3°Cで保存した試験区よりも乳酸菌数が少なかった。これは低温に加えて漬け込み液の塩分濃度が高くなったことで水分活性が低下し、乳酸菌の増殖抑制効果がより高まったためと考えられる。

漬け替えを行った試験区の 3 ヶ月保存後の乳酸菌数はさらに少なく、 $1.6 \times 10^3/g$ であった。これは漬け込み初期に新しい漬け込み液へ漬け替えを行うことで、原料壬生菜に付着していた土壌菌が除去されたためと推測される。

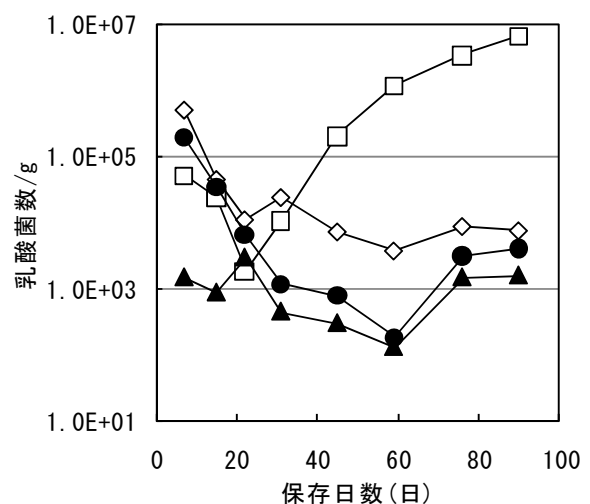


図 2 保存期間中の乳酸菌数変化

● 14%NaCl・-3°C保存 ▲ 14%NaCl(漬け替え)・-3°C保存
◇ 7%NaCl・-3°C保存 □ 7%NaCl・3°C保存

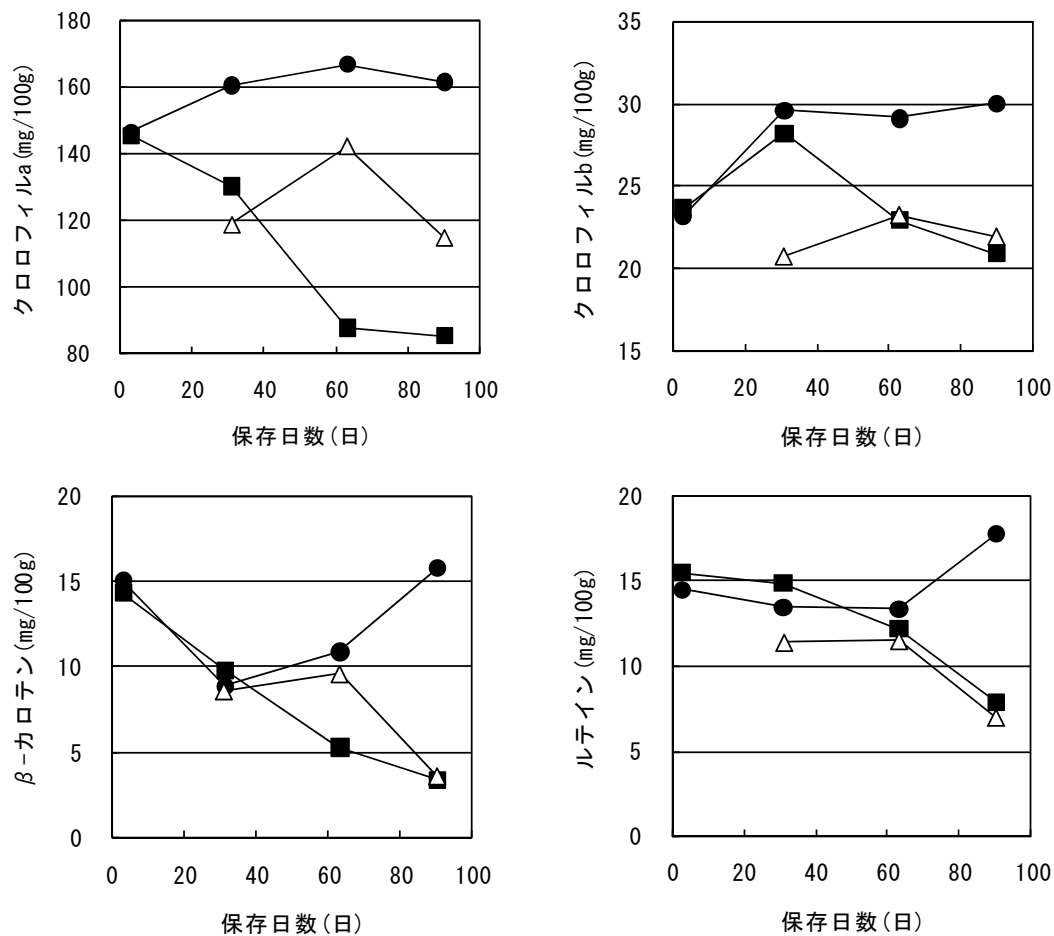


図3 保存期間中の植物色素含量変化

■ 7%NaCl・3°C保存 ● 14%NaCl・-3°C保存 △ 14%NaCl(漬け替え)・-3°C保存

3・3 高塩分・低温保存による植物色素保持

各条件で漬け込みを行った塩漬け壬生菜の、保存期間中における植物色素含量変化を図3に示した。対照区では保存期間が長くなるにつれて、植物色素含量が徐々に減少した。一方、高塩分・低温保存区についてはほとんど減少しなかった。特に野菜の新鮮さの指標として重要視される緑色色素クロロフィルa, bについては、明確な差が認められた。機能性成分として知られるβ-カロテン、ルテインについても、高塩分・低温保存区では3ヶ月保存後においてβ-カロテンは従来法の4倍以上、ルテインは2倍以上保持されていた。また、対照区で3ヶ月保存した壬生菜は軸の白さが損なわれ褐変するなど外観にも変化が見られたが、高塩分・低温保存区では軸の白さも保たれており良好な状態であった。

クロロフィルは酸性条件下で分解が促進されることから、漬け込み液の酸性化を防ぐことが緑色保持にとって重要となる。これまでにも、栗林ら⁵⁾⁶⁾が

野沢菜漬けの調味液に緩衝液を用いてpH低下を抑えることで、クロロフィルからフェオフィチンへの変化率が低く抑えられ緑色保持効果を示すことを報告している。著者らも前報⁴⁾で、漬け込み液への緩衝液利用による塩漬け壬生菜の変色防止効果を確認した。

今回の試験では緩衝液等は使用していない。しかし高塩分・低温保存区は対照区より乳酸菌の増殖抑制効果が高いことから、漬け込み液のpH低下を緩やかにしたと考えられる。漬け込み液のpHを測定した結果、対照区は漬け込み22日目にpH5.8にまで急激に低下し、漬け込みから1ヶ月を過ぎたあたりからは上昇に転じた。これは同時期に増殖が認められた産膜酵母の影響と推測される。一方高塩分・低温保存区の漬け込み22日目のpHは6.2であり、その後徐々に低下した。

漬け替えを行った試験区は、pHについては高塩分・低温保存区とほぼ同様の傾向を示し、乳酸菌数

は試験期間を通じて少ない値で推移した。それにもかかわらず植物色素含量は高塩分・低温保存区よりも少なかった。この原因としては、漬け替えによって塩分濃度が上昇したことや、それに伴って細胞内成分が流出した可能性が考えられるが、詳細については今後さらに検討を要する。

以上のことから、従来よりも高濃度の食塩水で壬生菜の下漬けを行い低温で保存することが、壬生菜の緑色を長期間保持する漬け込み条件として適していると考えられる。

4 まとめ

漬け込み条件が塩漬け壬生菜の植物色素に及ぼす影響について検討し、以下のような結果が得られた。

(1) 粒子径 3 μ m の ODS カラムを用いたメタノールと酢酸エチルの直線グラジエント溶出法により、クロロフィルおよびカロテノイドを短時間で同時定量することができた。

(2) 漬物企業では 7%食塩水で浸漬し 3 $^{\circ}$ C で保存することで壬生菜の下漬けを行っているが、14%食塩水で浸漬し、-3 $^{\circ}$ C で保存することで乳酸菌の増殖が抑制された。

(3) 高塩分・低温保存区ではクロロフィルをはじめとする植物色素を長期間保持することができ、外観も好ましい状態を保つことができた。

参考文献

- 1) 満田幸恵・新本洋士・小堀真珠子・津志田藤二郎：「高速液体クロマトグラフィーによる野菜のカロテノイドおよびクロロフィルの同時分析」, 日食工誌, Vol.49, (7), pp500-506(2002)
- 2) 西山一朗・下橋淳子・松森慎吾・太田忠親：「‘ヘイワード’種キウイフルーツ果実中のクロロフィルおよびカロテノイド含量の相関性」, 日本家政学会誌, Vol.59, (3), pp193-197(2008)
- 3) 前田安彦：「漬物の変色」, 漬物学, 幸書房, pp84(2002)
- 4) 宮崎絵梨・中西謙二：「漬け込み条件が塩漬け壬生菜の微生物挙動に及ぼす影響」, 徳島県立工業技術センター研究報告, Vol.17, pp27-30(2008)
- 5) 栗林剛・大澤克己・桑原秀明・小原忠彦：「野沢菜漬の緑色保持に関する研究」, 長野食工試研報, Vol.27, pp32-33(1999)
- 6) 栗林剛・大澤克己・桑原秀明・小原忠彦：「野沢菜漬の緑色保持に関する研究(第2報)」, 長野食工試研報, Vol.29, pp35-40(2001)