

[新しい風味の減塩発酵漬物の開発]
キャベツ減塩発酵漬物の冷蔵保存試験および風味の検討

中山里彩・佐藤万里・三枝静江
(食技セ)

【要 約】酪農用乳酸菌 *Lactobacillus helveticus* を利用することで、漬物用乳酸菌 *L. plantarum* と比較して程よい酸味で、多様な有機酸および多くの遊離アミノ酸を含み、冷蔵保存下でも総酸度の上昇を抑えたキャベツの減塩発酵漬物を製造できる。

【目 的】

酪農用乳酸菌を用いたキャベツの発酵漬物の安定的な品質保持技術を開発するため、冷蔵保存中における理化学特性の変化を解明し、製造した漬物の官能評価および分析を行う。

【方 法】

1. 乳酸菌スターターとして、漬物用: LP (*Lactobacillus plantarum*)、および酪農用: LC (*L. casei*)、LH (*L. helveticus*)、YC (*L. bulgaricus*+*Streptococcus thermophilus*) の4種類を供試した。図1のようにキャベツの漬物を製造し、発酵終了後、10°Cで4週間冷蔵保存した。対照として、乳酸菌を添加しない漬物も作製し、各漬物を分析した。
2. 製造した漬物3種 (LP, LC, LH) について、職員11名をパネルとして、7段階評点法による官能評価を行った。また、遊離アミノ酸を測定した。

【成果の概要】

1. 酪農用乳酸菌 LC 添加区では、発酵終了後の冷蔵時も乳酸菌が増加し、冷蔵1週間で総酸度が1.0%を超え、冷蔵3週間でpHが3.9まで低下した。一方、酪農用 LH 添加区は冷蔵4週間後もpH4.0を下回らず、総酸度も1.0%を超えなかった。また、酪農用 YC 添加区は前年度より漬込量を増やすと発酵不良となった(表1)。LP および LC 添加区では、発酵および冷蔵の過程でリンゴ酸とクエン酸が減少した(図2)。リンゴ酸は乳酸菌のマロラクティック発酵により乳酸に変換され、クエン酸は糖との共代謝に利用されたと考えられる。一方、LH 添加区では、対照区と同程度のリンゴ酸とクエン酸が残存し、さらに、コハク酸とピルビン酸を生成した(図2)。
2. 官能評価の結果、総合評価(漬物の好ましさ)は酪農用 LH 添加区で最も高く、漬物用 LP 添加区より有意に高かった。また、LH 添加区の酸味はLP および LC 添加区より有意に弱かったことから、酸味の弱い漬物ほど好まれる結果となった。香りの項目では、試料間の差はみられなかった(図3)。また、*L. helveticus* は一般に、タンパク質分解能が高いとされており、総遊離アミノ酸量は LH 添加区で最も多く、対照区の1.3倍に増加した。なかでも、甘味に関係するアラニン(Ala, 下線)は対照区の2.2倍に増加した(表2)。
3. 以上のことから、酪農用乳酸菌 LH を利用することにより、総遊離アミノ酸量が多く、有機酸組成が複雑であり、漬物用乳酸菌 LP よりも程よい酸味で、かつ、長期の冷蔵保存時も総酸度の上昇を抑えたキャベツの減塩発酵漬物を製造できる。

【残された課題・成果の活用・留意点】

発酵により生じた漬物における香気成分の評価方法を検討する必要がある。

表1 発酵後のキャベツ漬物を冷蔵保存したときのpH, 総酸度, 乳酸菌数の変化

| | 10℃ 保存 | 乳酸菌 | | | | |
|------------------------------|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 無添加 対照 | 漬物用 | | 酪農用 | |
| | | LP | LC | LH | YC | |
| pH | 0w | 5.4 | 3.9 | 4.5 | 4.4 | 5.2 |
| | 1w | 5.4 | 3.9 | 4.1 | 4.2 | 5.2 |
| | 2w | 5.4 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 5.2 |
| | 3w | 5.4 | 3.8 | 3.9 | 4.2 | 5.3 |
| | 4w | 5.4 | 3.8 | 3.9 | 4.2 | 5.1 |
| 総酸度 ^a (%) | 0w | 0.3 | 1.4 | 0.7 | 0.8 | 0.4 |
| | 1w | 0.4 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.4 |
| | 2w | 0.4 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.4 |
| | 3w | 0.4 | 1.6 | 1.4 | 1.0 | 0.4 |
| | 4w | 0.4 | 1.6 | 1.6 | 1.0 | 0.4 |
| 乳酸菌数 ^b (CFU/g) | 0w | ND ^c | 1.7×10 ⁹ | 7.7×10 ⁸ | 2.8×10 ⁷ | 1.6×10 ⁷ |
| | 1w | ND ^c | 7.0×10 ⁸ | 1.1×10 ⁹ | 5.3×10 ⁷ | 9.2×10 ⁶ |
| | 2w | ND ^c | 5.4×10 ⁸ | 1.4×10 ⁹ | 3.9×10 ⁷ | 1.4×10 ⁷ |
| | 3w | ND ^c | 3.1×10 ⁸ | 1.1×10 ⁹ | 2.6×10 ⁷ | 6.2×10 ⁶ |
| | 4w | ND ^c | 1.9×10 ⁸ | 6.4×10 ⁸ | 1.6×10 ⁷ | 7.1×10 ⁶ |

発酵72時間後の漬物を0wとして冷蔵開始し、1週間ごとに測定した。

a) 総酸度は滴定を行い、乳酸換算した値。 b) MRS寒天培地を使用。

c) ND: 漬物の10倍希釈液2mlから、コロニーが検出されなかった。

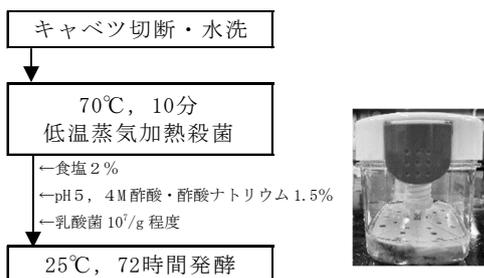


図1 漬物の製造工程(左)と発酵の様子(右)

各試験区キャベツを約1kgずつ漬けた。

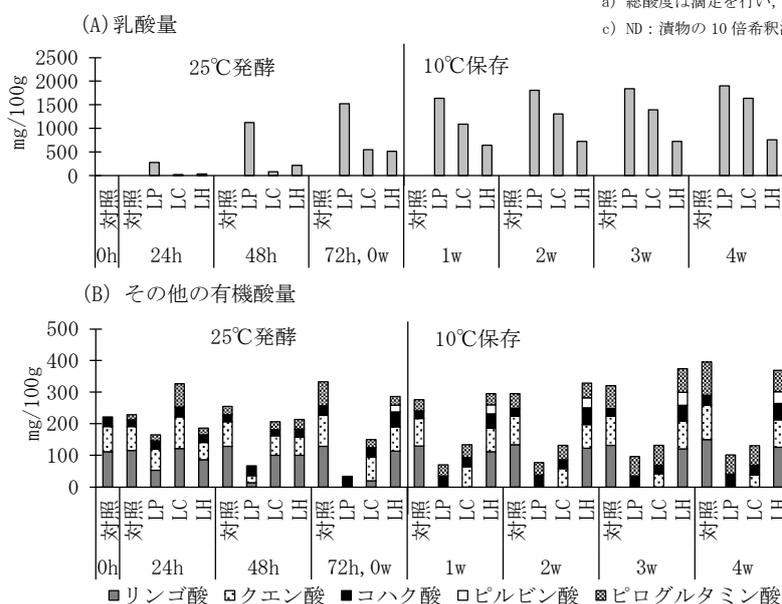


図2 キャベツ漬物を25℃で72時間発酵後、10℃で4週間保存したときの有機酸組成の変化(A: 乳酸, B: その他)

キャビラリー電気泳動装置を用いて測定した。0hは発酵前の有機酸量。製造時に酢酸を添加しており、どの区もほぼ一定であったため、図中では省略した。

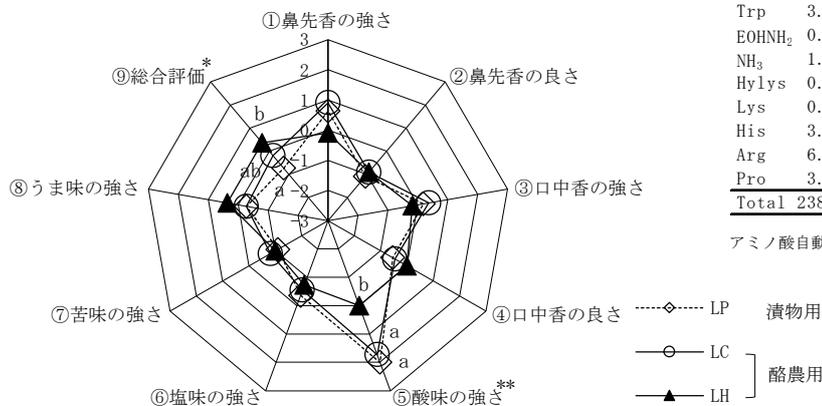


図3 キャベツ漬物3種の官能評価結果

パネル11名の評点3: 非常に強い(良い) ~ -3: 非常に弱い(悪い)の平均値を示した。

鼻先香: 密閉容器のフタを開けた時の香りを、口中香: 食べている時の香りを評価した。

統計解析は、試料とパネルを要因とした二元配置分散分析およびTukeyのHSDによる多重比較を行った。

** : P<0.01, * : P<0.05で有意差あり。a, b異なる文字間に有意差あり。

表2 発酵後のキャベツ漬物の遊離アミノ酸組成

| | 漬物用 | | 酪農用 | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 対照 | LP | LC | LH |
| P-Ser | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| Tau | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Urea | 35.7 | 38.0 | 31.2 | 40.3 |
| Asp | 6.4 | 6.3 | 7.8 | 5.6 |
| Thr | 2.9 | 1.3 | 2.8 | 3.8 |
| Ser | 4.3 | 3.5 | 5.0 | 6.1 |
| Asn | 11.2 | 12.2 | 11.8 | 13.6 |
| Glu | 3.9 | 9.0 | 7.9 | 3.7 |
| Gln | 125.6 | 132.0 | 146.2 | 158.8 |
| Sar | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.1 |
| a-AAA | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| Gly | 1.1 | 2.2 | 1.8 | 1.8 |
| Ala | 6.2 | 5.5 | 7.1 | 13.7 |
| a-ABA | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| Val | 3.3 | 1.0 | 2.6 | 4.3 |
| Cys | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.6 |
| Met | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.7 |
| Cysthi | 0.6 | 1.1 | 0.9 | 0.6 |
| Ile | 2.3 | 0.4 | 1.3 | 2.7 |
| Leu | 1.1 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Tyr | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| Phe | 0.8 | 0.0 | 0.2 | 0.8 |
| GABA | 9.7 | 11.1 | 11.5 | 12.2 |
| Trp | 3.7 | 0.0 | 3.1 | 5.4 |
| EOH ₂ N | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.9 |
| NH ₃ | 1.0 | 1.5 | 1.4 | 1.4 |
| Hylys | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Lys | 0.9 | 1.3 | 1.8 | 1.2 |
| His | 3.4 | 3.3 | 3.9 | 4.4 |
| Arg | 6.8 | 7.3 | 8.5 | 10.0 |
| Pro | 3.6 | 4.4 | 4.9 | 5.7 |
| Total | 238.7 | 245.0 | 266.1 | 302.3 |

アミノ酸自動分析装置を用いて測定した。

(分析値: mg/100g)