

市販および製造時のアジ干物表面の 細菌数について

平原嘉親、原田恭行、北川可奈子、鐵見雅弘、中室克彦

市販および製造時のアジ干物表面の細菌数について

(2015 年 3 月 19 日受付)

(2015 年 9 月 18 日受理)

平原嘉親^{a)}、原田恭行^{b)}、北川可奈子^{c)}、鐵見雅弘^{c)}、中室克彦^{c)}

a) 近畿厚生局

b) 富山県農林水産総合技術センター食品研究所

c) 摂南大学理工学部生命科学科

Bacterial counts on the surface of dried horse mackerels purchased at markets and self-made ones

(Received March 19, 2015)

(Accepted September 18, 2015)

Yoshichika Hirahara^{a)}, Yasuyuki Harada^{b)}, Kanako Kitagawa^{c)}, Tadahiro Tetsumi^{c)}, Katsuhiko Nakamuro^{c)}

a) Kinki regional Bureau of Health and Welfare

b) Food Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

c) Faculty of Science and Engineering, Department of Life Science, Setsunan University

Abstract

Total plate count, *Escherichia coli* or coliform bacteria on the surface of dried horse mackerel produced by cold-air or hot-air drying were tested. These organisms on the surface of dried-horse mackerel available on the market were considerably more than those of the fish produced by cold-air or hot-air drying. Twenty minutes soak in 1%NaCl and reduction of water activity by cold-air drying of the fish contributed to repress these bacteria. These results suggested that a strict hygienic management in preservation, transport and over-the-counter is required.

Keywords: アジ干物、一般細菌、大腸菌、大腸菌群

dried-horse mackerel, total plate, *Escherichia coli*, coliform bacteria

I 緒言

食品には、食品素材が置かれた環境条件に適応した多種の微生物が増殖し、マイクロフローラを形成しているが、一般的にこれらには食中毒や感染症を引き起こす有害微生物が混入している割合は低く、ほとんどは非病原菌であると言われて¹⁾。しかし、製造、運搬、保管過程などで食品が不適切に取り扱われた場合には、これら非病原菌が増殖し、腐敗を引き起こして食品としての価値を失わせる¹⁾。特に、魚介類は畜肉と比較して水分が多いため腐敗が進みやすく、筋肉に付着した水生細菌の *Pseudomonas* 属や *Vibrio* 属が大半を占めると、店頭に並ぶときには細菌数は $10^6 \sim 10^7/\text{cm}^2$ 程度に増えるといわれている¹⁾。好塩菌である *Vibrio parahaemolyticus* は、一般の腐敗細菌より速く増殖するため、魚介類の表面でこの菌の耐熱性溶血毒や耐熱溶血毒類似毒素を産生する株が存在すると腸炎ビブリオによる食中毒が引き起こされ、見かけ上新鮮な魚介類でも注意が必要となる¹⁾。

食品衛生法では、食品の成分規格、加工基準、保存基準等が定められており、牛乳や卵、カキ、食肉加工食品のような変質の危険性が高い食品に対しては細菌数や大腸菌群などの衛生指標菌の基準値が定められている。魚介類、特に生食用生鮮魚介類および生食用かきは、腸炎ビブリオ、細菌数、*E.coli* や一般細菌の個別の基準が定められているが、干物類についての規格等はない。一方、近年、干物は新鮮さが重視され生魚に近い一夜干しや生干しが好まれる傾向にある。また、衛生面から天日干しが好まれない傾向にあり、衛生的でおいしい干物を製造するために、オゾン生成器(紫外線ランプ方式)を内蔵した冷風乾燥機や熱風乾燥機による乾燥法が普及してきた²⁾。

そこで、干物の製造から流通過程に至る衛生状態を把握することを目的として、市販干物だけでなく、実際に干物の製造に使用されているオゾン生成器(紫外線ランプ方式)を装備した冷風乾燥機および熱風乾燥機を用いて製造したアジ干物の一般細菌および大腸菌・大腸菌群を測定するとともに

に、生鮮アジの前処理に用いられる塩水濃度や干物の水分含量・水分活性が、これら乾燥後の干物表面の細菌数に及ぼす影響について検討した。

II 実験方法

1. 試料および検査項目

大阪府枚方市および寝屋川市のスーパーマーケットの生鮮コーナーで市販されていた表1に示すアジ干物10種類を購入し、市販アジ干物表面の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌を測定した。また、購入した生鮮アジを水冷して実験室に搬入し、各種条件でアジ干物を製造後、アジの干物表面の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌および水分含量、水分活性を測定した。なお、試料は購入後1時間以内に検査に供した。

2. 使用乾燥機

冷風乾燥機：特殊冷風乾燥機テイストモディファイア (GSK (株) 製 KF-58 型) を用いた。この乾燥機は、冷風を風洞 (魚の網あり) 中に風を送り、風洞の外側の隙間上下左右4方向にはほぼ均一に気流を発生させ送風 (吸風) し、庫内の温度を19℃～23℃、湿度を55%～45%に自動制御する。除湿は、乾燥によって蒸散した魚の水分を、内蔵されている冷却機に送風 (吸風) することにより着霜させ、次に冷却機の温度を上昇させることにより脱霜を繰り返すことにより行われる。また、紫外線ランプ (4W、UV: 254 nm、O₃: 185 nm) (ヒメジ理化 (株) 製) 方式によりオゾン生成するオゾン生成器が装着されている。

熱風乾燥機：デジタル温度表示循環送風式乾燥 (清水理化学機器製作所製 PSD-945 型) を用い、乾燥温度 50℃に設定した。

3. アジ干物表面の一般細菌、大腸菌・大腸菌群の測定

市販アジ干物および冷風乾燥機と熱風乾燥機を用いて製造したアジ干物表面の一般細菌数および大腸菌群数・大腸菌数を測定した。一般細菌数測定用培地 (ぺたんチェック 10 標準寒天培地 (栄研化学 (株))) および大腸菌・大腸菌群測定用培地 (ぺたんチェック 10ES コリマーク寒天培地 (栄研化学 (株))) を各干物表面に各6回押し付け表面の細菌を採取した。その後、35℃のインキュベーター中で48時間培養し、培地上に出現したコロニーを計測した。一般細菌は発育したすべてのコロニーを計測した。また、大腸菌は選択培地上に増殖した青から青紫色のコロニー、大腸菌群はピンクから赤紫色のコロニーをそれぞれ計測した。これらの培地の面積はいずれも約 10 cm² である。

4. アジ干物の水分含量の測定³⁾

水分は、105℃常圧加熱乾燥法により測定した。すなわち、アルミ容器を秤量 (W₁) し、そのアルミ容器に試料を約 2 g

採取後秤量 (W₂) した。その後、これらアルミニウム容器を乾燥機 (105℃) 中で18時間乾燥させ、乾燥後、アルミニウム容器を取出、秤量 (W₃) した。試料の水分含量は以下の式で算出した。

$$\text{試料の水分 (\%)} = [(W_2 - W_3) / (W_2 - W_1)] \times 100$$

5. アジ干物の水分活性 (Aw) の測定⁴⁾

水分活性は、コンウェイ拡散器を用いた重量平衡法により測定した⁷⁾。コンウェイ拡散器の外室に標準試薬 (K₂Cr₂O₇、K₂SO₄、KNO₃、BaCl₂·2H₂O) を5g入れ、蒸留水を1mL加えて湿らせた。重量既知のアルミ容器にアジ干物約1gをのせて精密にはかり、これをコンウェイ拡散器の内室に入れ、すり合わせ部分に白色ワセリンを塗り、速やかに密封した。25℃で2時間放置した後、再び試料の重量を測定した。標準試薬で測定した試料の増減量 (mg) を縦軸に、標準試薬のAw値 (K₂Cr₂O₇ (Aw: 0.980)、K₂SO₄ (Aw: 0.969)、KNO₃ (Aw: 0.924)、BaCl₂·2H₂O (Aw: 0.901)) を横軸にグラフを作成し、増減0の線と交わる点を試料の水分活性 (Aw) とした。

6. 冷風乾燥機および乾熱乾燥機によって製造したアジ干物表面の細菌数

三枚におろしたアジの身の部分を、10%食塩水に20分間浸漬後、キッチンペーパーで水分を軽くふき取った。その表面の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌数を測定するとともに、オゾン生成器 (紫外線ランプ方式) を使用しない冷風乾燥機および熱風乾燥機で90分乾燥後の干物表面の各菌数を測定した。

7. 冷風乾燥機に内蔵されているオゾン生成器 (紫外線ランプ方式) 使用の有無によるアジ干物表面の細菌数

三枚におろしたアジの身の部分を、10%食塩水に20分間浸漬後、キッチンペーパーで水分を軽くふき取った。その表面の一般細菌数を測定するとともに、オゾン生成器 (紫外線ランプ方式) の使用の有無による冷風乾燥機および熱風乾燥機で90分乾燥後の干物表面の菌数を測定した。庫内のオゾン濃度は、オゾン測定機 OZG-EB-02 ((株) アプリクス 製) を用いて、アジを乾燥後0～30分 (毎分)、45、60、70 および90分経時的に測定した。

8. 冷風乾燥後の干物表面の細菌数におよぼす乾燥前の浸漬塩水濃度の影響

三枚におろしたアジの身の部分を、真水および1、2、4、5、6、10、15%の各食塩水に20分間浸漬後、キッチンペーパーで水分を軽くふき取った。それを、オゾン生成器 (紫外線ランプ方式) を使用しない冷風乾燥機および熱風乾燥機で90分乾燥し、その表面の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌数を測定した。

9. 冷風乾燥機および熱風乾燥機の処理時間と製造された干物表面の細菌数、水分含量、水分活性

三枚におろしたアジの身の部分を、10%食塩水に20分間浸漬後、キッチンペーパーで水分を軽くふき取った。それを、オゾン生成器（紫外線ランプ方式）を使用しない冷風乾燥機および熱風乾燥機で各45、90、135分乾燥した。乾燥後、アジを開いた身の部分（表面）の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌数を測定した。また、身の厚さを3等分にして表層（骨側）、中層および下層（皮側）部分の水分含量をそれぞれ測定した。水分活性は表層と下層を測定した。

Ⅲ 結果および考察

1. 市販干物表面の細菌数

10種の市販アジ干物表面の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌数を表1に示す。一般細菌数は $877.0 \pm 238.1 \sim 157.3 \pm 36.8$ CFU/10 cm²、大腸菌群数は $335.2 \pm 241.9 \sim 1.2 \pm 1.1$ CFU/10 cm²、大腸菌数は $149.3 \pm 39.5 \sim 0$ CFU/10 cm²の順に多く検出された。

魚介類は水分が多く内臓の分離が不十分な場合、腐敗が進みやすく、店頭に並ぶ時には一般細菌が $10^6 \sim 10^7$ /cm²に達することもある¹⁾。また、鮮魚表面の一般細菌は一般に $10^3 \sim 10^5$ /cm²²⁾であることが報告されている。今回測定した

市販アジ干物の表面の一般細菌数は鮮魚よりも少なかったが、大腸菌群は最大800 CFU/10 cm²、大腸菌が最大200 CFU/10 cm²検出されていることから、細菌を増殖させないための衛生管理が重要であると考えられた。

2. 冷風乾燥機および乾熱乾燥器によって製造したアジ干物表面の細菌数

干物製造工程における魚の表皮の細菌学的な衛生状態についてはほとんど知られていない。そこで、乾燥機を用いて製造したアジ干物の表面細菌数について検討を行った。

冷風乾燥および熱風乾燥で製造したアジ干物表面の細菌数を表2に示す。冷風乾燥および熱風乾燥後のアジ干物の表面細菌は、乾燥しないで塩水漬けのみを行った生鮮アジに比べていずれも減少したが、冷風乾燥させた方がさらに菌数が減少することが示された。この乾燥によるこれら菌数の減少は、水分および水分活性の減少によることが考えられた。

3. 冷風乾燥機に内蔵したオゾン生成器（紫外線ランプ方式）使用によるアジ干物表面の細菌数

冷風乾燥機に内蔵されているオゾン生成器（紫外線ランプ方式）から生成するオゾンによる殺菌効果について検討した結果を表3に示す。冷風乾燥した場合は乾燥しない場合に比べて一般細菌数は約1/7少なく、オゾン生成器（紫外線ランプ方式）がある場合には細菌数はさらに約1/2少なくなっ

表1. 市販干物表面の一般細菌数、大腸菌群数および大腸菌数

食品（産地）	一般細菌数		大腸菌群数		大腸菌数	
アジ干物（和歌山）	$877.0 \pm 238.1^{*1)}$	1200 ~ 512 ^{*2)}	$335.2 \pm 241.9^{*1)}$	800 ~ 135 ^{*2)}	$12.4 \pm 10.2^{*1)}$	26 ~ 0 ^{*2)}
アジ開き（長崎）	438.7 ± 33.0	482 ~ 402	33.3 ± 4.1	38 ~ 28	149.3 ± 39.5	205 ~ 118
真あじひらき（大分）	237.3 ± 36.1	304 ~ 189	1.2 ± 1.1	3 ~ 0	0.8 ± 1.1	3 ~ 0
アジ開き（山陰沖浜田市）	216.2 ± 82.7	376 ~ 135	61.0 ± 41.9	147 ~ 20	17.0 ± 19.3	58 ~ 1
アジ開き（長崎）	204.5 ± 25.4	232 ~ 164	68.5 ± 16.4	92 ~ 47	4.8 ± 3.1	8 ~ 0
あじ開き（長崎）	675.1 ± 174.9	950 ~ 500	290.8 ± 40.8	332 ~ 225	0	0
あじ開き（オランダ）	725.1 ± 143.6	950 ~ 600	94.5 ± 12.2	110 ~ 76	29.5 ± 8.9	38 ~ 15
真あじ開き（長崎）	337.5 ± 32.6	370 ~ 290	101.5 ± 26.1	140 ~ 72	10.3 ± 8.5	23 ~ 0
あじ開き（長崎）	346.3 ± 63.2	410 ~ 255	55.8 ± 19.6	85 ~ 50	2.8 ± 2.9	7 ~ 0
あじ開き（長崎）	157.3 ± 36.8	200 ~ 106	16.5 ± 9.5	32 ~ 7	4.3 ± 4.1	11 ~ 0

*1) 平均 (CFU/10 cm²) $\pm$ S.D. (n = 6)

*2) 最大～最小 (平均 (CFU/10 cm²))

表2. 冷風乾燥および熱風乾燥で製造したアジ干物表面の細菌数

条件	一般細菌数	大腸菌群数	大腸菌数
乾燥なし	$119.2 \pm 26.6^{*1)}$	0 ^{*1)}	$90.8 \pm 26.6^{*1)}$
熱風乾燥 ^{*2)}	86.2 ± 30.5	1 ± 0.37	7.5 ± 4.68
冷風乾燥 ^{*3)}	14.5 ± 11.5	0	0.5 ± 0.76

*1) 平均 (CFU/10 cm²) $\pm$ S.D. (n = 6)

*2) 庫内温度 50℃、90 分間乾燥

*3) 庫内温度 19 ~ 23℃、湿度 45 ~ 55%、90 分間乾燥

*1 栄研化学株式会社 “環境微生物検査用べたんチェック 10 説明書” 2008.

た。このことから、冷風乾燥のみで細菌数は大きく減少するが、オゾンガスが干物表面の殺菌にさらに大きな効果を及ぼしていることが示唆された。なお、庫内オゾン濃度は運転開始直後から5分をかけて0.2ppmまで上昇し、20分後に0.3ppm、さらに30分から90分後まで0.4ppmの一定となり、平均0.35ppmを示した。

表3. 冷風乾燥器(オゾン生成器内蔵)で製造したアジ干物表面の一般細菌数

条件	一般細菌数
乾燥なし	23.4 ± 14.4 ^{*1)}
冷風乾燥(オゾンなし) ^{*2)}	3.1 ± 2.8
冷風乾燥(オゾンあり) ^{*3)}	1.4 ± 1.9

*1) 平均(CFU/10 cm²) ± S.D. (n = 6)

*2) 庫内 温度 19 ~ 23℃、湿度 45 ~ 55%、90 分間乾燥

*3) 庫内オゾン濃度: 平均約 0.35 ppm、90 分間乾燥

4. 冷風乾燥後の干物表面の細菌数におよぼす乾燥前の浸漬塩水濃度の影響

乾燥前の浸漬塩水濃度が冷風乾燥後の干物表面の細菌数におよぼす影響について検討した。図1に示すように、干物表面の一般細菌数は塩水に浸漬しないで冷風乾燥したときは 84.0 ± 26.1 CFU/10 cm² であり、1% 塩水に浸漬した場合は 54.8 ± 29.7 CFU/10 cm² であった。一般に生鮮魚表面の一般細菌数は $10^3 \sim 10^5$ 個/cm² と報告されているが³⁾、今回得られた値はこれに比べてはるかに小さい値であった。また、図2に示すように、大腸菌群および大腸菌は、塩水に浸漬しない場合、約 20 CFU/10 cm² あったが1%の塩水に浸漬させることによっていずれも 1 CFU/10 cm² 以下に減少し、両者とも危険率 5% で有意な差が認められた。このように、干物の一般細菌、大腸菌群および大腸菌の増殖は冷風乾燥する前に1%以上の塩水に浸漬させることによって抑制されることが示唆された。

5. 冷風乾燥機および熱風乾燥機の処理時間と製造された干物表面の細菌数、水分含量、水分活性の関係

冷風乾燥および熱風乾燥後の干物の水分含量と細菌数との関係を図3、4に示す。干物表層の水分含量は、熱風乾燥に比べて冷風乾燥の方が大きく減少した。また、干物表層の一般細菌数、大腸菌群数・大腸菌数についても、熱風乾燥に比べて冷風乾燥の減少が大きかった。このことから、アジ干物表層の水分含量が少なくいほど細菌数が少なくなることがわかった。

水分活性は食品中の微生物の生育と深いかわりがある⁶⁾。微生物の生育に必要な最低限の水分活性値は微生物の種類によって異なり、一般に細菌では0.90、酵母で0.88、カビでは0.80以下で生育できなくなると報告されている⁶⁾。しかし、食中毒菌の生育最低水分活性は、カンピロバクター菌が0.98、病原性大腸菌が0.95、腸炎ビブリオが0.94、サルモネラ菌が0.94、ボツリヌス菌が0.94 ~ 0.97と高く、一般

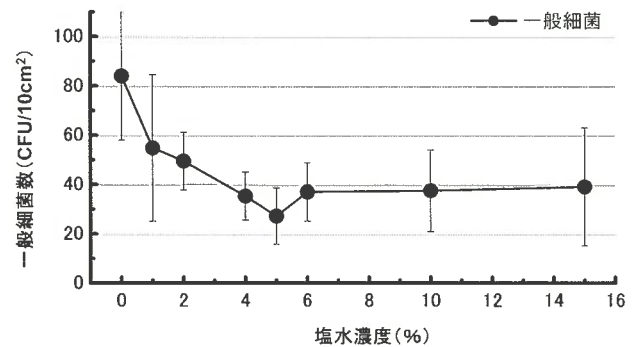


図1. アジ干物表面の一般細菌数と塩水濃度の関係
各プロット: 平均(CFU/10 cm²) ± S.D. (n = 6)

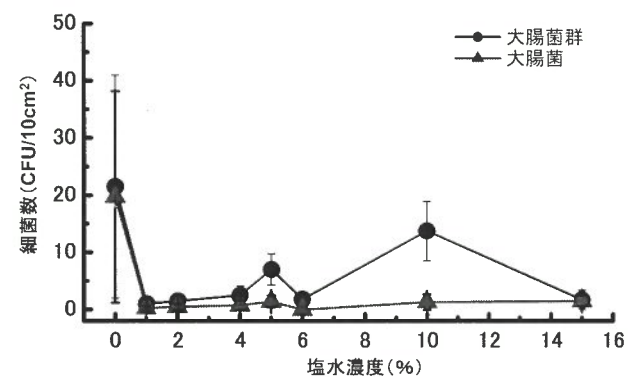


図2. アジ干物表面の大腸菌・大腸菌群数と塩水濃度の関係
各プロット: 平均(CFU/10 cm²) ± S.D. (n = 6)

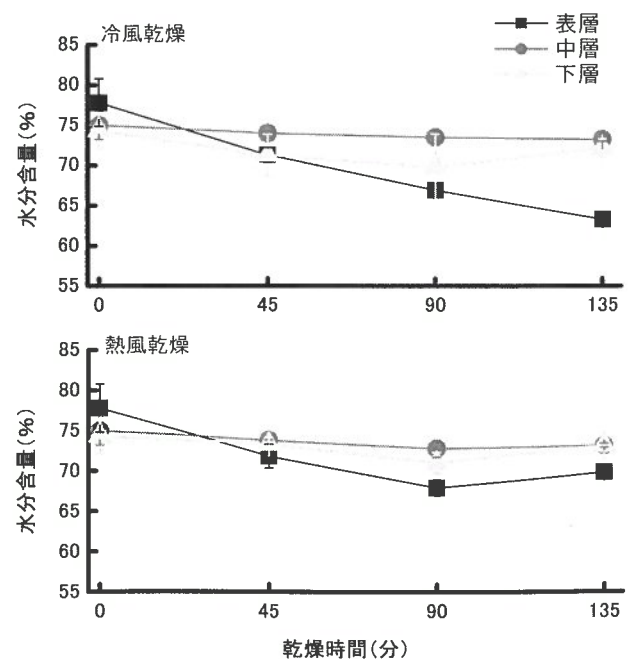


図3. 冷風乾燥および熱風乾燥時間と干物の水分含量の関係
各プロット: 平均 ± S.D. (n = 3)

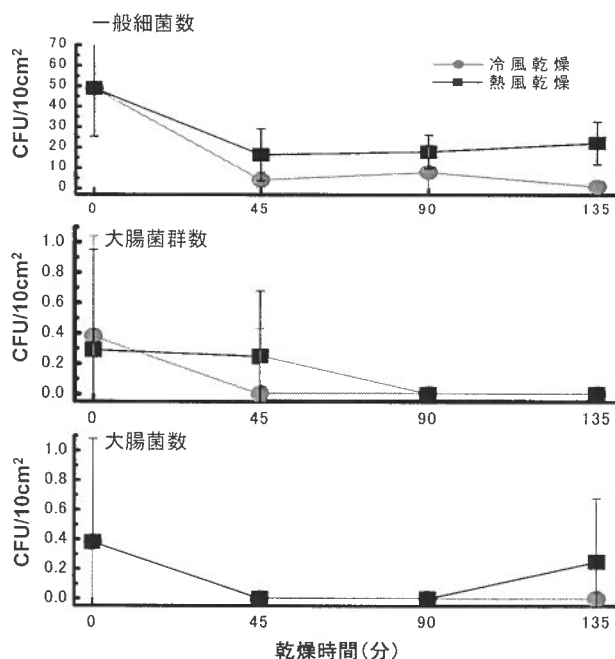


図4. 冷風乾燥および熱風乾燥時間と干物表層の細菌数との関係

各プロット：平均 (CFU/10 cm²) ± S.D. (n = 3)

細菌より水分活性に対する感受性が高い^{7,8)}。今回製造したアジ干物の水分活性は0.98～0.94であり食中毒菌の生育最低水分活性0.94～0.98の範囲内にあることから、これらの食中毒原因菌は増殖し難いことが考えられた。

水分活性は、食品中の細菌が利用可能な水分量を表す指標であり、この値が小さくなれば細菌が増殖しにくい。冷風乾燥または熱風乾燥後の水分活性を図5に示す。90、135分間乾燥したアジ干物で、冷風乾燥では表層と下層における水分活性の差は少なかったが、熱風乾燥ではこれらの差が大きいことを示した。このことから、アジ干物中の水分は熱風乾燥より冷風乾燥の方が均一に乾燥され、冷風乾燥では熱風乾燥に比べて細菌の増殖が抑制されやすいことが推測された。

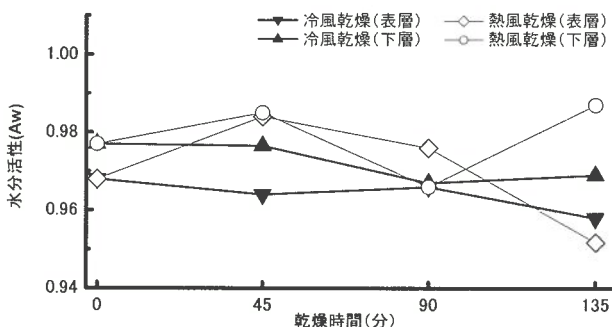


図5. 冷風乾燥および熱風乾燥時間と干物の水分活性との関係

IV まとめ

干物の流通過程の細菌学的な衛生状態の把握を目的として、冷風乾燥機で製造した直後のアジ干物および市販アジ干物表面の細菌数を測定し、以下の結論が得られた。

1. 干物の製造時および市販時における衛生状態を明らかにすることができた。
2. 冷風乾燥機に内蔵されているオゾン生成器(紫外線ランプ方式)から発生するオゾンガスが干物表面の殺菌に有効に作用していることが示された。
3. 塩水濃度1%・20分間の浸漬処理は、干物の一般細菌、大腸菌・大腸菌群の増殖を抑制させる効果があることが示された。
4. 干物中の水分は、熱風乾燥より冷風乾燥の方が均一に乾燥され細菌の増殖をより減少することができた。アジ干物の乾燥による水分活性の減少が一般細菌、大腸菌・大腸菌群の増殖を抑制させる要因の1つであることが示唆された。
5. 市販されているアジ干物の表面の細菌数は、乾燥機で製造した直後の干物より多かった。このことから、他の食品と同様に干物においても、製造後、市販されるまでの保存、流通過程における衛生管理が重要であることが示唆された。

V 文献

- 1) Kobayashi, H., Shiraishi, J., "Biseibutsugaku", 3rd Ed., Kyoto, Kagaku Dojin, 2012, p.37-54. (ISBN 978-4-7598-1239-8)
- 2) Tanaka, K.: The present status of drying and dryer for marine products in Japan. Shinku, 4, 105-114 (1961).
- 3) 日本食品科学工学会、新・食品分析法編集委員会編 "新・食品分析法" 東京、光琳、1996, p.16. (ISBN 4-7712-9604-9)
- 4) 日本薬学会編 "衛生試験法・注解" 2010, p.185-187. (ISBN 978-4-307-47039-1)
- 5) 日本薬学会編 "衛生試験法・注解" 2010, p.58. (ISBN 978-4-307-47039-1)
- 6) Ike, A.: Biseibutu Kara Shiru Shoku No Anzensei. Seibutsukogaku, 89, 257-260 (2011).
- 7) 愛知県産業技術研究所食品工業センター "水分活性と微生物の生育について" 愛産研工業技術センターニュース、2011年12月号, p.1-2.
- 8) Kubota, S., Ishitani, S., Sano, Y. eds., "Shoukuhin To Mizu", Tokyo, Korin, 2008. (ISBN 978-4-7712-0804-9)

