

オカラ食材化装置の開発

田畑 恵* 橋本 俊郎* 阿部 洋** 星 哲哉*** 鄭 長順***

1. はじめに

(株)天王製作所ならびにスターエンジニアリング(株)は微生物を利用したゴミ処理機バイオクリーンの開発・製品化を行っており、食品の微生物による発酵装置に関する技術を有している。そこでこの技術を利用してオカラ食材化装置の開発を行っている。平成 14 年度には試作機が完成し、テスト運転を行った(図 1, 2)。今年度はこのオカラ食材化装置の製品化に向けて、さらなる改良を行うことを目的とした。



図 1 オカラ食材化装置
(株)天王製作所)



図 2 装置による
オカラテンペ試作

2. 実験方法

2.1 オカラ食材化装置テスト運転

オカラ食材化装置では、乳酸菌とテンペ菌による発酵を行っている。実験室レベルでは細かい条件設定をしなくてもテンペを作ることができるが、装置による大量処理を想定して、平成 14 年度には最適発酵条件として温度、時間、酸素量の検討を行った。その結果、乳酸発酵条件としては嫌気的条件下で約 24 時間(pH を見ながら)、またテンペ発酵条件としては適度な酸素下において 35 で 24 時間が最適と思われたので、この条件でオカラ食材化装置テスト運転を行った。

2.2 オカラの分析

県内豆腐業者 2 社から産出されるオカラについて、一般生菌は標準寒天培地を用いて 35 で 48 時間、大腸菌群は X-GAL 寒天培地を用いて 35 で 20 時間培養後のコロニー数を計測した。また各社の生オカラおよび乳酸発酵オカラ 10g を 1%塩酸で抽出し、適宜希釈して測定用試料溶液とし、

原子吸光法により K, Na, Mg の含量 (mg / 100g) を算出した。

3 結果

3.1 オカラ食材化装置によるオカラテンペ製造

乳酸発酵、テンペ発酵、および各段階での殺菌を温度や時間、pH 等で制御できるオカラ食材化装置を、実験室レベルで最適と思われた条件で運転した。オカラ食材化装置運転の流れは表 1 の通りである。備考欄の温度や pH は数回運転した結果の平均値を示した。

表 1 オカラ食材化装置運転のフローチャート

項目	備考
発酵タンク殺菌	105 , 30 分
オカラ投入	
加熱殺菌	105 , 30 分
送風冷却	
乳酸菌投入	オカラの温度 : 30 pH : 7.25
炭酸ガス投入	酸素濃度 20.9% 2.0%に低下 (約 24 時間発酵) pH5.5 付近まで低下 ヨーグルトのような良いにおい
加熱殺菌	105 , 30 分
送風冷却	
酢投入	pH4.7 ~ 4.9 まで低下
テンペ菌投入	28 ~ 38 になるように温度管理 (約 24 時間発酵) 途中数回攪拌 約 16 時間後にオカラの温度が 上がり始める 白く発酵し、菌糸で強くつながった部分あり pH7.0 ~ 7.5 まで上昇
加熱殺菌	105 , 30 分
送風冷却	
取り出し	攪拌によりバラバラになった部分あり
発酵タンク掃除	

オカラは水分量が多く、雑菌も繁殖しやすいので、発酵タンクおよびオカラの殺菌を始めに行った。送風によりオカラの温度を 40 以下にして、乳酸菌を投入した。乳酸菌は嫌気性細菌であるので、乳酸発酵の段階では酸素をでき

*加工食品部 ** (株)天王製作所 ***スターエンジニアリング(株)

るだけ取り除くために炭酸ガスを投入した。pHの低下を確認して殺菌をし、さらにpHを下げるために酢を投入した。当初は乳酸菌による発酵のみでpHを低下させていたが、pH5.5 付近までしか下がらないために、乳酸発酵後に酢を添加したところ、pH4.7付近まで低下させることができた。オカラ食材化装置で乳酸発酵させたオカラの乳酸菌数を測定したところ、 $10^8 \sim 10^9/g$ であり、また続いて装置内で加熱殺菌したオカラから大腸菌群は検出されなかった。その後テンペ菌を投入し、28~38 になるように温度管理をしながら約 24 時間発酵を続けたところ、菌糸の伸びが確認でき、白い菌糸で覆われたオカラテンペを得ることができた。しかしオカラを一度に大量に処理しようとする、発酵タンク内のオカラの厚さが均一にならないために、発酵にムラがでてしまった。そこでオカラの厚さを変化させてテンペ発酵を試みたところ、オカラの厚さが7cm以上であると、24 時間での均一な発酵がすすまないことが明らかとなった。今回のオカラ食材化装置では、乳酸発酵および殺菌までは問題なく行えるので、テンペ発酵用に新たに発酵タンクを設計する必要がある。

今回実験に使用したオカラ食材化装置を図3、4に示した。中央部が発酵タンクになっており、上部右側の画面で発酵工程の操作や確認ができる。テンペ発酵が順調に進むとオカラの温度が上昇するので、経過時間毎の温度変化がわかりやすいようにグラフでも表示されるように設計されている。



図3 オカラ食材化装置
(スターエンジニアリング株)



図4 全行程表示画面

3.2 オカラの質とテンペ発酵

オカラの質によってテンペ発酵にばらつきが見られるかどうかを確認するため、県内豆腐業者2社から産出されるオカラでオカラテンペ製造を試みた。生オカラに含まれる一般生菌数にばらつきは見られたが、K, Na, Mgの含量に大きな差は見られなかった(表2)。これらの生オカラでオカラテンペを試作したところ、乳酸発酵、テンペ発酵ともに順調に進み、良好なオカラテンペが得られた。このことから、複数の豆腐業者から産出されるオカラで質に多少のばらつきがあっても、オカラ食材化装置が利用可能であることが示唆された。

表2 オカラの無機成分

	K	Na	Mg
A社 生オカラ	269	7	35
A社 乳酸発酵オカラ	289	10	38
B社 乳酸発酵オカラ	251	7	31

4 まとめおよび今後の展開

オカラ食材化装置は、乳酸発酵および殺菌までは問題なく行える装置である。しかしテンペ発酵では、発酵タンク内のオカラの厚さによって、発酵にムラができてしまうので、今後新たな装置の開発を検討する必要がある。