

フマル酸製剤「DF30」

1. はじめに

食品添加物の酸味料・pH調整剤として、クエン酸・リンゴ酸・乳酸・酢酸・グルコン酸（グルコノデルタラクトン）・フィチン酸・コハク酸・アジピン酸・フマル酸等があげられます。この中の乳酸・酢酸は、液体で取り扱いがしやすく、又クエン酸・リンゴ酸は溶解性が良好であるため、種々の食品に使用されています。

フマル酸、アジピン酸、コハク酸のような難溶性有機酸は、溶解度が小さく、取り扱いが悪いため、使用量が少なくなっております。溶解性が向上され取り扱いが改善されれば、使用量は増えていくものと考えられます。

特にフマル酸は、酸性度が高く、殺菌力（O157・レジオネラ菌にも強い殺菌力を示す）も強いため、溶解性・取り扱い性が改善されれば、有効な有機酸となる可能性が高いと考えられます。食品の酸味料としての利用以外にも、多分野において、保存料・殺菌剤としての利用も可能となってきます。

2. 各有機酸の溶解度

クエン酸・リンゴ酸は、20℃において50%以上溶解することができますが、フマル酸・アジピン酸・コハク酸・イタコン酸は、10%未満でしか溶解できません。特にフマル酸・アジピン酸は、溶解度が低く、アジピン酸は0.1%、フマル酸も0.4%位までしか溶解しません。しかも、20℃にてこの濃度まで溶解するには、かなりの時間を要します。下記【表1】には、各種有機酸の水に対する溶解度を示している¹⁾。

【表1】各種有機酸の溶解度

		10℃	20℃	30℃
フマル酸	※1	—	—	0.8
アジピン酸	※2	0.0785	0.12	0.2047
コハク酸	※1	4.5	6.9	10.6
イタコン酸	※1	—	8.3	—
クエン酸	※3	54.2	59.4	64.6
リンゴ酸	※3	—	—	60.84

※1：水100gに溶解しうる溶質の最大量/g

※2：飽和溶液100ml中に含まれる溶質の量/mol

※3：飽和溶液100g中に含まれる溶質の質量/g

3. フマル酸製剤「DF30」に関して

3-1. DF30の溶解性

【試験方法】

水道水100gに、「DF30」1g（フマル酸として0.3%）を添加し、攪拌棒にて2～3回かるく攪拌した後、溶解状態を観察しました。

対照区は、市販原料フマル酸を用い、同様の操作を行い、溶解状態を確認しました。

【試験結果】

「DF30」区：緩い攪拌ですぐに溶解しました。

「フマル酸」区：数分間攪拌を行いました。1/4位の溶け残りがあり、溶解液は、白濁・沈殿していました。

各試験区の溶解状態を【写真1】【写真2】に示しています。

【写真1】「DF30」の溶解性



【写真2】「フマル酸（原料）」の溶解性



3-2. 「DF30」の殺菌力

【試験方法】

「DF30」の希釈液に、培養した大腸菌を接種し、最終濃度が、DF30-0.5 W/V%、1.0 W/V%、大腸菌の濃度が $2 \sim 6 \times 10^6$ cfu/mlとなるように調製しました。30℃でインキュベートし、一定時間毎に採取し、常法に従い生菌数を測定しました。

黄色ブドウ球菌、緑膿菌、枯草菌、サルモネラ菌、ビブリオ菌、O-157に関しても、同様な試験を実施しました。

本試験は、熊本県産業技術センター食品加工技術室（齋田佳菜子研究主任）に依頼した試験である。

【試験結果】

試験結果を図1～7に示しています。

大腸菌と黄色ブドウ球菌の試験においては、クエン酸・酢酸・市販フマル酸との比較を

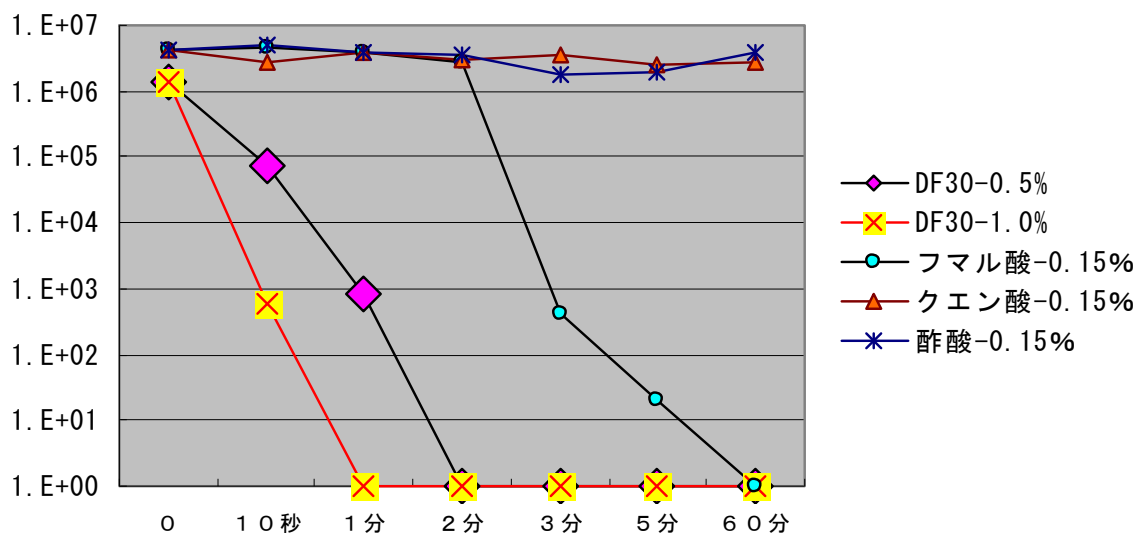
行いました。市販のフマル酸は、常温では溶解しませんので、加熱溶解した後冷却し、調製しました。

DF30の0.5%液が、フマル酸0.15%となりますので、この試験区と他の有機酸0.15%区との比較を行うこととなります。

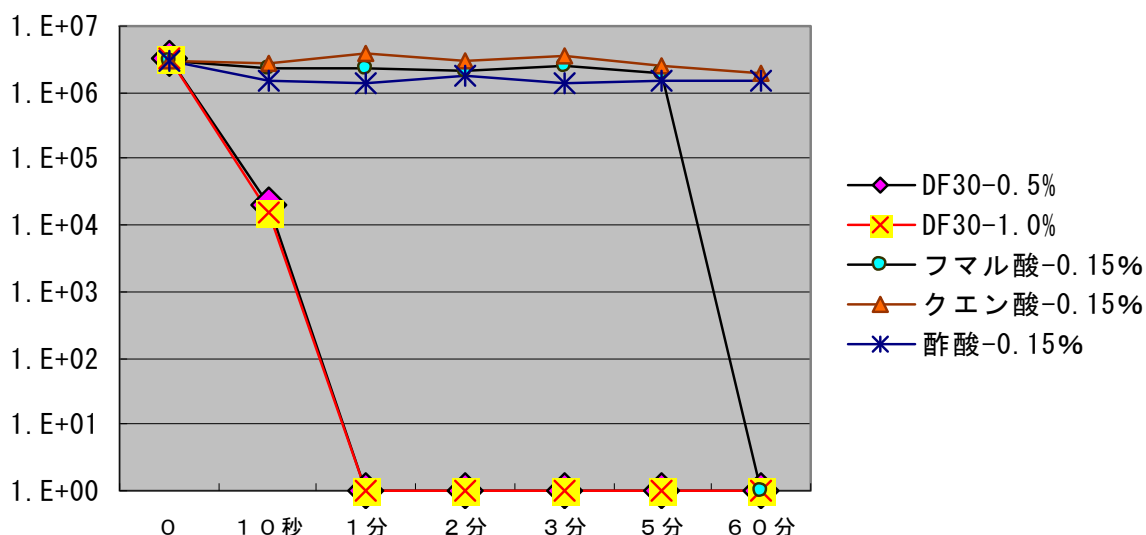
図1、図2より、わかりますように、クエン酸・酢酸の0.15%液では、大腸菌・黄色ブドウ球菌を殺菌することはできませんでしたが、フマル酸0.15%液では60分後に殺菌できています。フマル酸が、有機酸の中で、最も殺菌力の強い有機酸であることが、本試験でも確認できました。DF30の0.5%液（フマル酸として0.15%）は、大腸菌を2分、黄色ブドウ球菌を1分で殺菌できています。DF30は、殺菌力の高いフマル酸の効果を、さらに高くすることができた製品であることがわかりました。

緑膿菌・枯草菌・O157、サルモネラ菌・ビブリオ菌に対する、DF30の0.5%液の殺菌効果を調査しました。緑膿菌は10秒、枯草菌は1分、O157は1分、サルモネラ菌は1分、ビブリオ菌は10秒で、殺菌できることがわかりました。

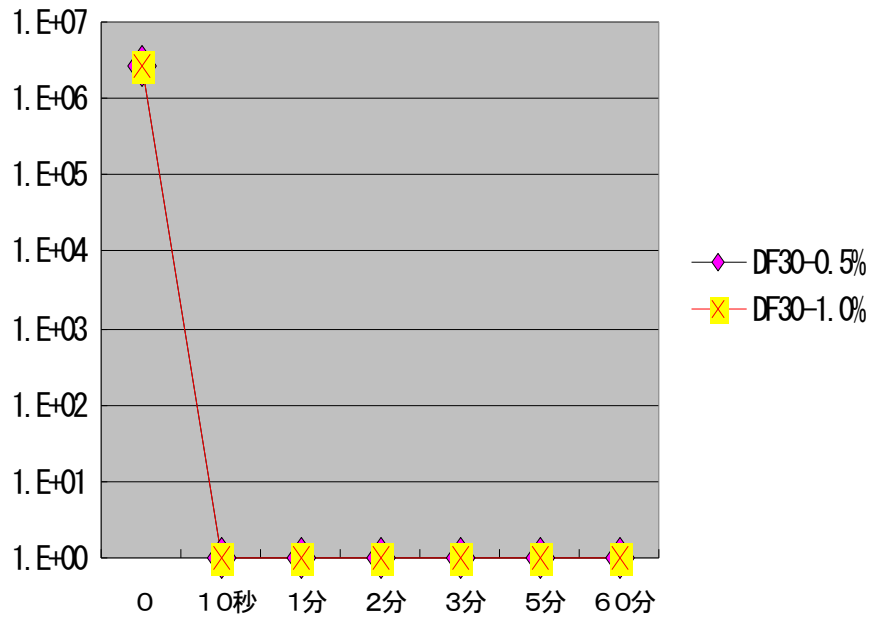
【図1】大腸菌 (Escherichia coli)



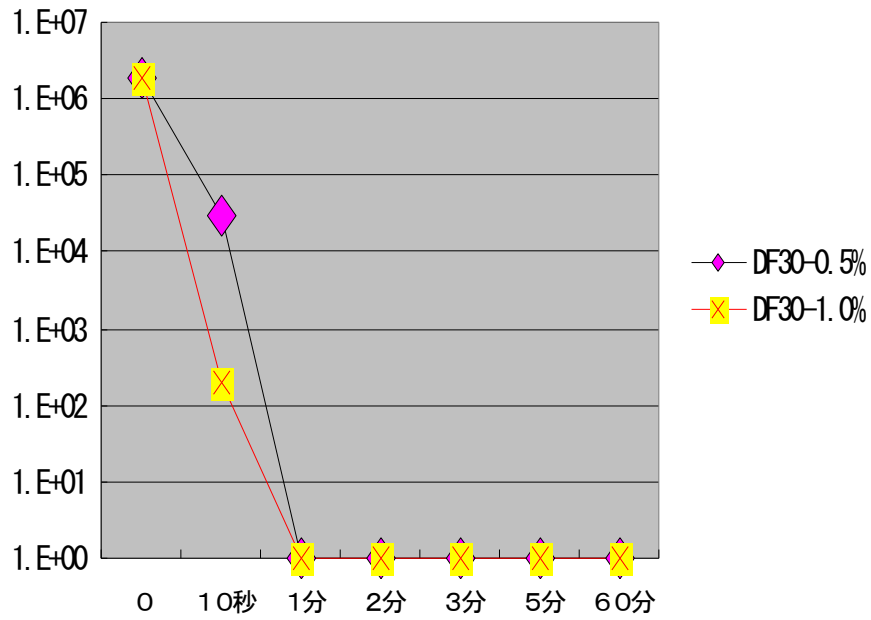
【図2】黄色ブドウ球菌 (Staphylococcus aureus)



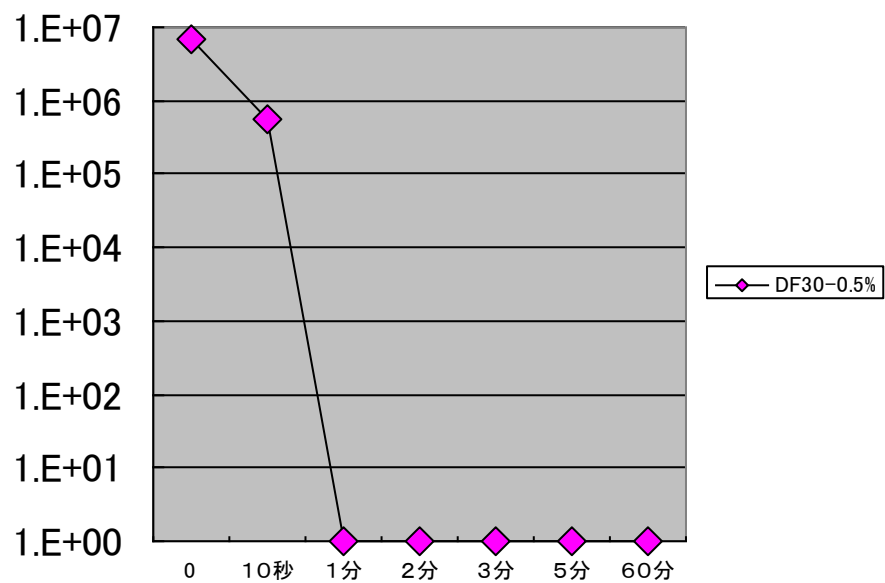
【図3】 緑膿菌 (Pseudomonas aeruginosa NBRC No.3080)



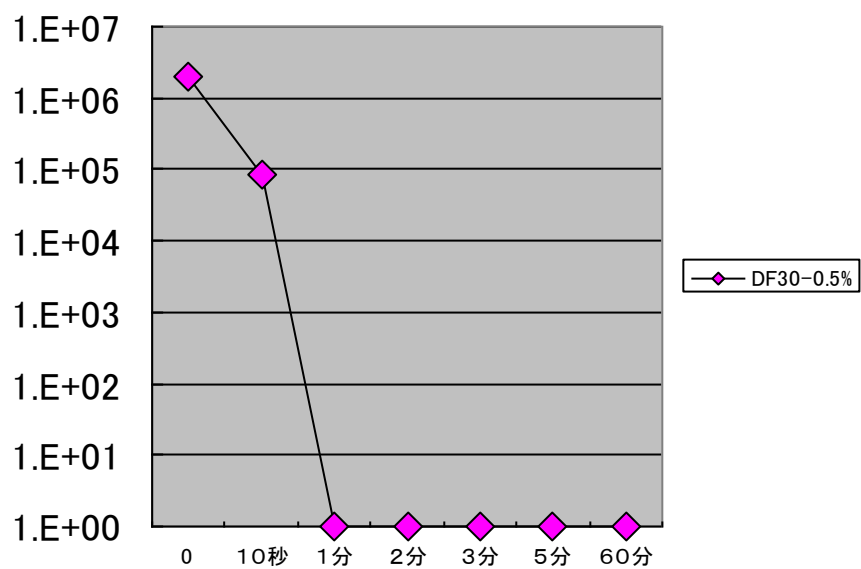
【図4】 枯草菌 (Bacillus subtilis, NBRC No.3134)



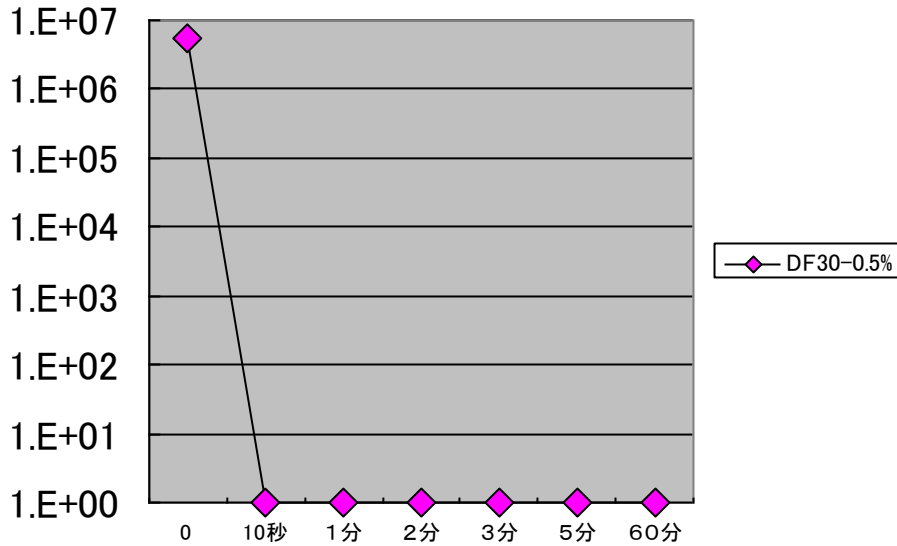
【図5】 O157 (Escherichia coli O-157)



【図6】 サルモネラ菌 (Salmonella enterica subsp,enteric NBRC No.13245)



【図7】腸炎ビブリオ菌 (Vibrio parahaemolyticus NBRC No.12711)



4. 野菜のカット前の殺菌処理と、カット後の殺菌処理の効果の比較

【処理方法】

一般的に実施されている野菜をカットした後に、殺菌処理する方法と、カットする前の野菜丸ごとを殺菌処理する方法の比較検討を行った。

試験に使用した野菜は、キャベツであり、殺菌剤として次亜塩素酸ナトリウムとDF30を用いて行った。試験区は、下記に示している。

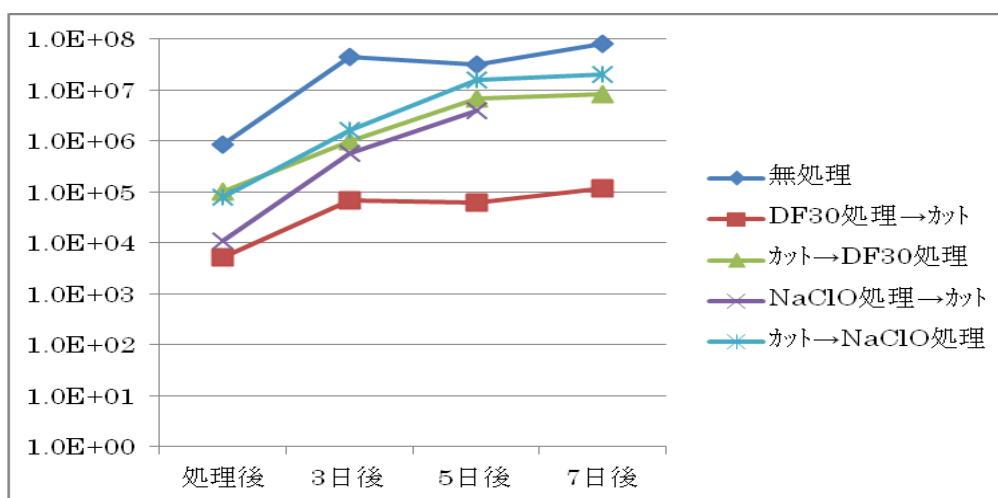
1. 対照 (無処理)
2. 丸ごとキャベツ (DF30-0.5%-10℃-5分処理) → 1分流水洗浄→カット
→ 1分流水洗浄→10℃保管
3. 1mmカットキャベツ (DF30-0.5%-10℃-5分処理) → 1分流水洗浄→10℃保管
4. 丸ごとキャベツ (次亜塩素酸ナトリウム 200ppm-10℃-5分処理) → 1分流水洗浄
→カット → 1分流水洗浄 →10℃保管
5. 1mmカットキャベツ (次亜塩素酸ナトリウム 200ppm-10℃-5分処理)
→ 1分流水洗浄 →10℃保管

【試験結果】

キャベツを丸ごと処理してからカットする方法と、キャベツをカットしてから処理する方法では、DF30処理・次亜塩素酸ナトリウム処理共に、丸ごと処理する方法の方が、効果的な殺菌を行えることがわかった。

DF30の0.5%液と次亜塩素酸ナトリウム200ppmとを比較すると、処理直後の効果は同程度であるが、経時的な菌の増殖抑制という点で、DF30の方が優れているという結果となった。

【図8】キャベツの一般生菌数



5. DF30を用いた各種野菜の殺菌試験

【試験方法】

ニンジン、玉葱、レタスを用い、下記に示す処理条件にて処理を行い、次亜塩素酸ナトリウムとDF30の殺菌効果を調査した。次亜塩素酸ナトリウム処理区は、通常行われているカット後の処理を実施し、DF30処理区は、カット前の丸ごと野菜の処理を行った。ニンジン、玉葱は、11℃での処理、レタスは、15℃での処理を行った。処理後、10℃にて保存し、経時的に、外観の調査と一般生菌数を測定した。レタスは、15℃で保存した。ニンジンは、両端（根元・茎部分）を切り除いたものを、玉葱は、両端を切り除き外皮2枚を取り除いたものを、レタスは、根元を薄く切り除き外側1枚を除いたものを、使用した。

①対照区：カット後→10℃or15℃保存

②次亜塩素酸ナトリウム処理区：

カット→200ppm次亜塩素酸ナトリウム+シヨクセンSE-0.25%-10分処理→1分流水洗浄
→脱水→10℃or15℃保存

③DF30処理区：

DF30-0.5%+シヨクセンSE-0.25%-10分処理→1分流水洗浄→カット→流水洗浄→脱水
→10℃or15℃保存

※シヨクセンSE：三菱化学フーズ株式会社製

【試験結果】

ニンジンの場合、DF30処理区の方が、処理直後及び7日後でも、一般生菌数が小さく、次亜塩素酸ナトリウム処理区よりも、殺菌効果が高いことがわかった。

玉葱の場合、処理直後の一般生菌数は、同じくらいであったが、その後の菌の増殖を抑制しており、DF30区の方が、殺菌効果は高いという結果であった。

レタスの場合、DF30と次亜塩素酸ナトリウム処理とでは、同等の殺菌効果を示していた。だが、写真3よりわかるように、褐変抑制効果においては、DF30の方が優れていた。

【表2】 ニンジンの外観調査

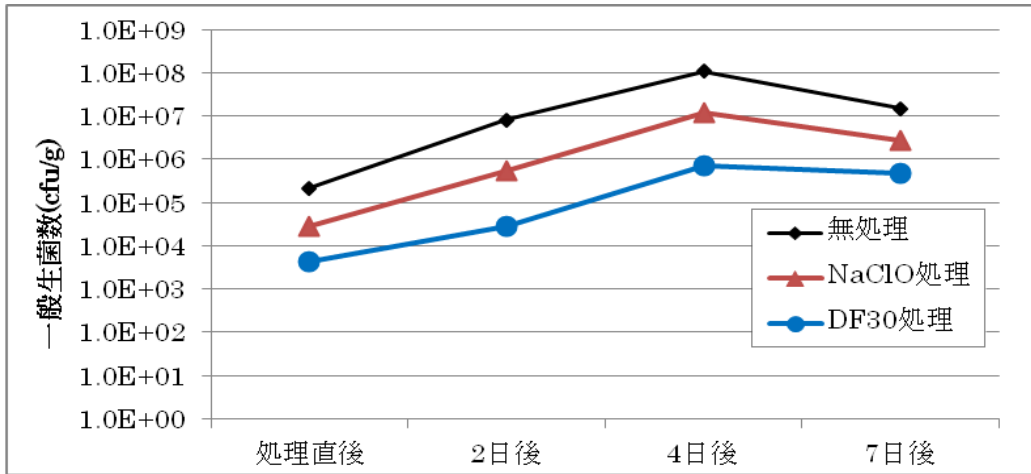
No.	処理方法	外観、食感、臭い、食味			
		処理直後	2日後	4日後	7日後
1	無処理	○	○	△	△
2	NaClO 処理	○	○	○	○
3	DF30 処理	○	○	○	○

外観評価基準 ○：変化なし

△：変色・食観・臭い・食味において、僅かに変化が認められた

×：商品価値がない程度に変化した

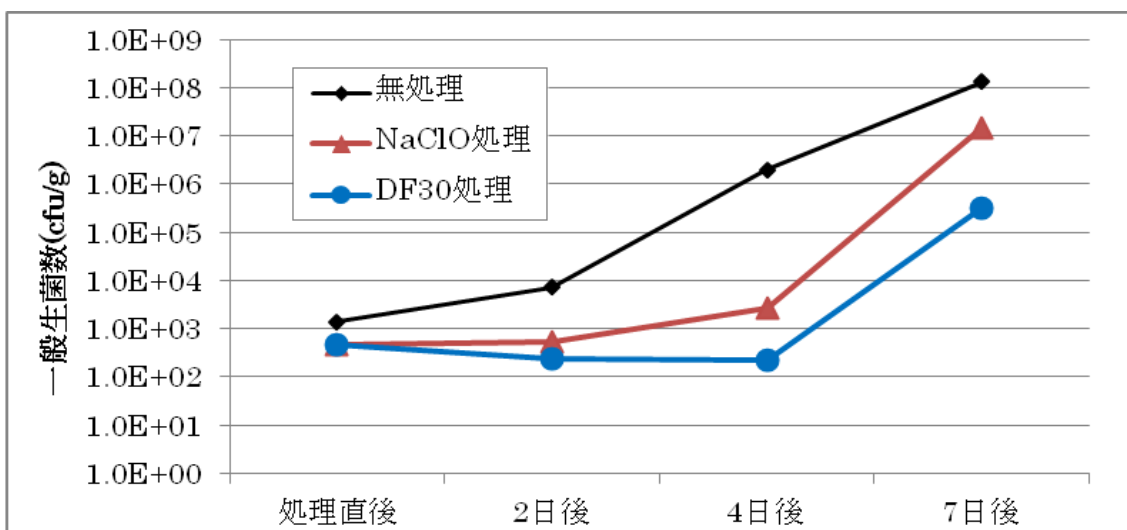
【図9】 ニンジンの一般生菌数



【表3】 玉葱の外観調査

No.	処理方法	外観、食感、臭い、食味			
		処理直後	2日後	4日後	7日後
1	無処理	○	○	○	△
2	NaClO 処理	○	○	○	○
3	DF30 処理	○	○	○	○

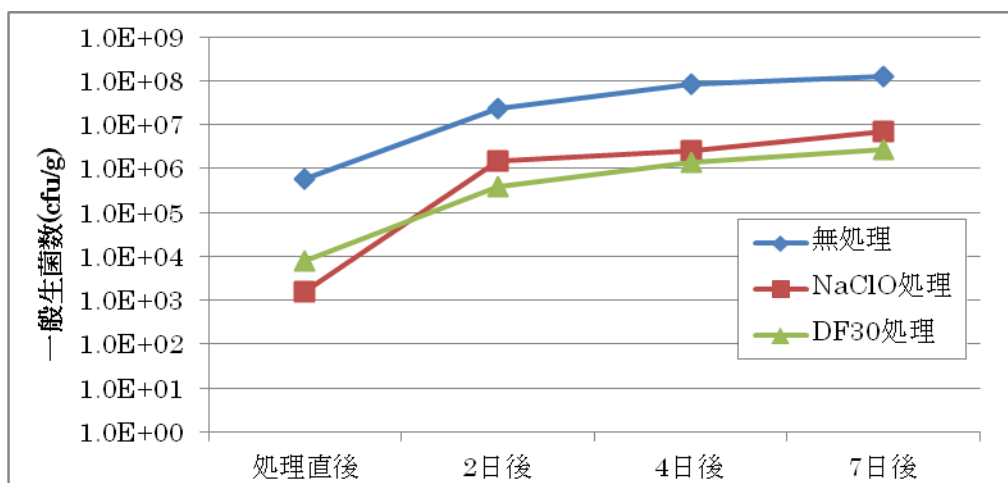
【図10】 玉葱の一般生菌数



【表4】 レタスの外観調査

No.	処理方法	外観、食感、臭い、食味			
		処理直後	2日後	4日後	7日後
1	無処理	○	△	×	×
2	NaClO 処理	○	○	△	×
3	DF30 処理	○	○	○	○

【図1 1】 レタスの一般生菌数



【写真3】

〔1〕無処理区



〔2〕NaClO処理区



〔3〕DF30処理区



6. DF30の繰り返し処理試験（次亜塩素酸ナトリウムとの比較）

【試験方法】

- ①輪切りしたキュウリ（1～2mm）100gを、200ppmの次亜塩素酸ナトリウム、または、DF30の0.5%液に、5分間浸漬した。処理液温度は、18～22℃であった。
- ②処理後、流水にて5分間洗浄した。
- ③脱水機で、2分間脱水した。
- ④新しい輪切りキュウリを用い、同じ処理で同様の処理を、次亜塩素酸ナトリウムは計5回、DF30は計10回実施した。
- ⑤処理後、一般生菌数を測定した。

【試験結果】

結果を、図12～13、写真4～7に示している。

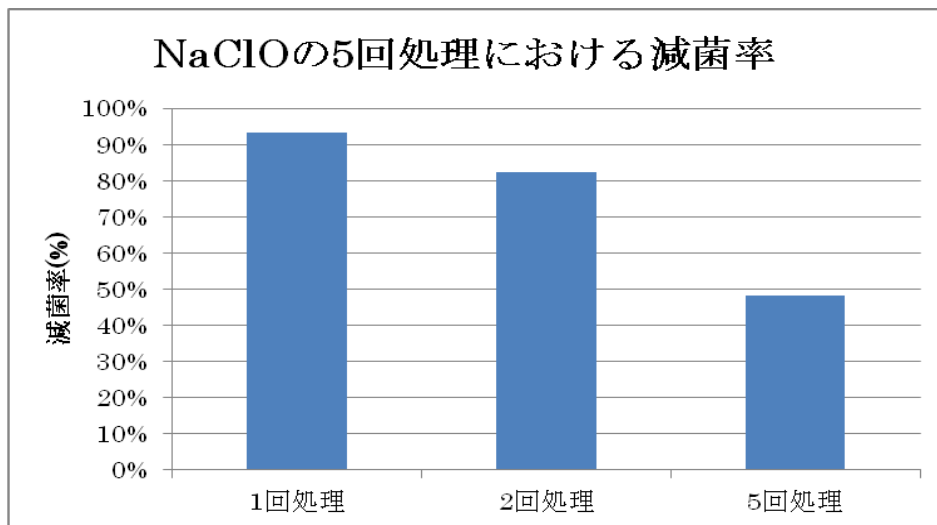
次亜塩素酸ナトリウム処理では、2回目以降次第に殺菌力が低下してくるので、繰り返し処理を行うと、十分な殺菌を行うことはできない。また、処理液の色が、緑色に変わっており、キュウリの栄養成分の流出が大きいことがわかった。

DF30処理では、5回処理を行っても、殺菌力は殆ど変化がない。また、処理液の色も殆ど変化しないため、キュウリの栄養成分の流出も小さいと言える。

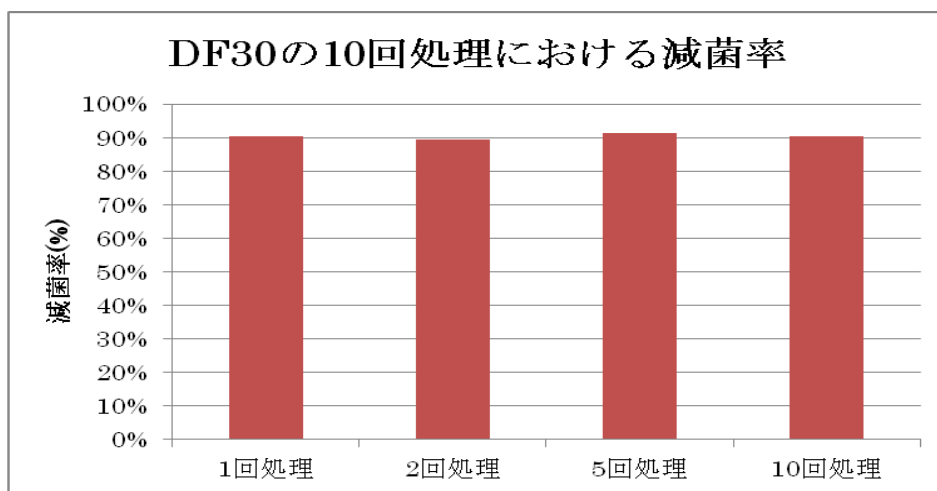
DF30処理は、次亜塩素酸ナトリウム処理と比較すると、安定した殺菌ができ、栄養成分の流出もかなり抑制できると考えられる。

次亜塩素酸ナトリウムは、揮発性が高く、有機物の影響を受けやすいため、殺菌効果のムラや、殺菌不十分ということになる可能性が高い。しかし、DF30の成分のフマル酸は、揮発性がないため、安定した殺菌と、繰り返し処理が可能となる。

【図12】繰り返し処理の殺菌力（次亜塩素酸ナトリウム）



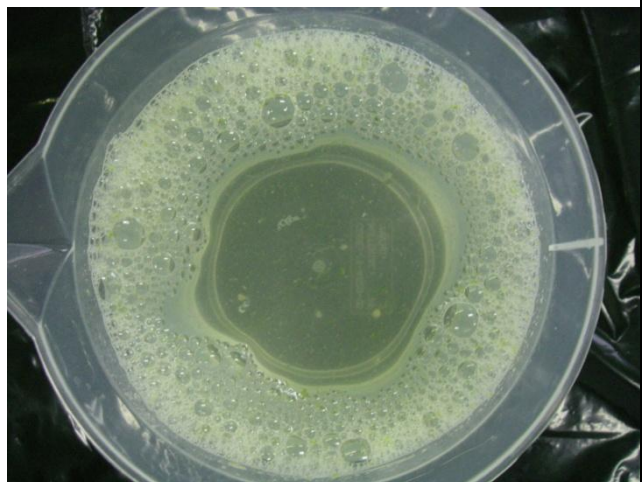
【図13】繰り返し処理の殺菌力（DF30）



【写真4】 (次亜処理液、使用前)



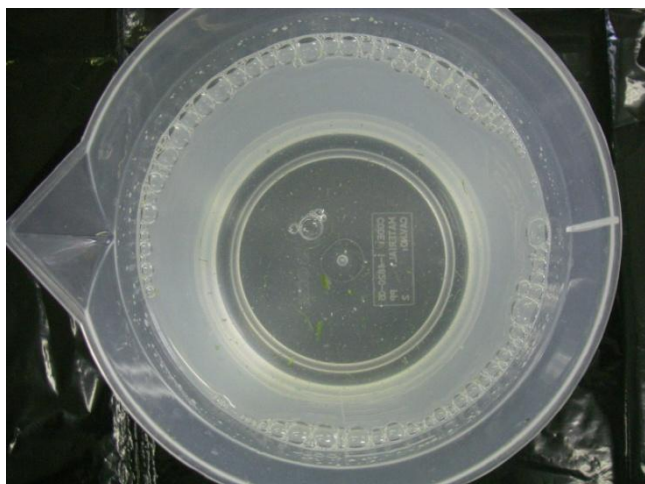
【写真5】 (次亜処理液、5回処理後)



【写真6】 (DF30 処理液、使用前)



【写真7】 (DF30 処理液、5回処理後)



7. DF30を用いた繰り返し処理試験

7-1. キャベツを用いた繰り返し処理試験

【試験方法】

- ①キャベツは、外側の葉を除き、1/4カットした。
- ②DF30の0.5%液を1.5L調製した(15℃)。
- ③キャベツ1/4(300g)を、DF30液で、5分間浸漬処理した。
- ④処理後のpHを測定した。
- ⑤DF30処理後、流水にて1分間洗浄した。
- ⑥同様な操作を50回繰り返した。
- ⑦キャベツは、芯を除き、スライサーで1mmにカットし、脱水機で脱水した。
- ⑧袋に入れ、10℃にて保管した。
- ⑨0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30回処理後のD+3(3日後)の一般生菌数を測定した。

【試験結果】

結果を表5に示す。

カット野菜の一般生菌数の基準は、10の6乗以下というのが一般的である。本試験では、キャベツを用い、処理後3日後でこの基準をクリアするのが、何回処理までかを確認した。20回処理までは、基準以内の殺菌力を示すということがわかった。pHは、徐々に上昇し、初発2.51~2.59であったものが、20回処理後で、2.69~2.73となっている。

【表5】 処理回数における3日後の一般生菌数と処理時pH

No.	処理回数	D+3					
		①		②		③	
		SPC	pH	SPC	pH	SPC	pH
1	対照	1.0E+07	2.59	2.4E+06	2.58	2.2E+06	2.51
2	1回	1.4E+05	2.60	1.7E+05	2.57	4.4E+04	2.52
3	5回	3.3E+05	2.65	4.0E+05	2.60	1.3E+05	2.54
4	10回	1.6E+05	2.66	1.9E+05	2.63	4.8E+03	2.60
5	15回	1.0E+05	2.71	2.3E+05	2.69	1.7E+05	2.66
6	20回	8.9E+04	2.73	1.2E+05	2.73	6.0E+04	2.69
7	25回	4.0E+04	2.76	3.0E+06	2.77	3.4E+05	2.75
8	30回	1.3E+06	2.81				

7-2. キュウリを用いた繰り返し処理試験

【試験方法】

- ①キュウリは、タワシで水洗いし（イボ取り）、両端をカットした。
- ②DF30の0.5%液を1L調製した（15℃）。
- ③キュウリ3本を、DF30の0.5%液で、5分間浸漬処理した。
- ④処理後のpHを測定した。
- ⑤DF30処理後、流水にて1分間洗浄した。
- ⑥同様な操作を50回繰り返した。
- ⑦キュウリをスライサーで、3mmにカット（輪切り）し、袋に入れ10℃にて保管した。
- ⑧0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50回処理後のD+3（3日後）の一般生菌数を測定した。

【試験結果】

結果を表6に示す。

カット野菜の一般生菌数の基準は、 10^6 以下というのが一般的である。本試験では、キュウリを用い、処理後3日後でこの基準をクリアするのが、何回処理までかを確認した。50回処理でも、基準以内の殺菌力を示すということがわかった。pHは、徐々に上昇し、初発2.55～2.58であったものが、50回処理後で、2.91～2.97となった。

【表6】 処理回数における3日後の一般生菌数と処理時pH

No.	処理回数	D+3					
		①		②		③	
		SPC	pH	SPC	pH	SPC	pH
1	対照	5.2E+06	2.58	4.6E+06	2.56	1.6E+06	2.55
2	1回	8.8E+05	2.58	1.0E+05	2.57	2.0E+05	2.56
3	5回	3.0E+05	2.63	8.3E+05	2.62	1.4E+05	2.61
4	10回	1.3E+05	2.68	8.7E+05	2.66	3.7E+05	2.64
5	20回	5.4E+05	2.77	3.2E+05	2.74	1.9E+05	2.75
6	30回	2.7E+05	2.83	2.5E+05	2.80	3.2E+04	2.79
7	40回	2.7E+05	2.91	1.3E+05	2.85	2.9E+05	2.85
8	50回	5.7E+05	2.97	1.8E+05	2.91	4.2E+05	2.91

DF30の濃度とpH

DF30の濃度	pH (15℃)	pH (20℃)
DF30-1.0%	2.31	2.34
DF30-0.5%	2.51	2.54
DF30-0.3%	2.68	2.71
DF30-0.2%	2.83	2.86
DF30-0.1%	3.15	3.18
DF30-0.01%	—	6.22
使用した水道水	7.19	7.21

8. 流通野菜の日持ち向上試験

【試験方法】

DF30の0.5%液を調製し、5分間浸漬処理した後、流水で1分間洗浄した。袋に充填し、20℃にて保管し、5～6日後の状態を調査した。

試験に用いた野菜は、水菜・小松菜・春菊である。水菜は6日後、小松菜・春菊は、5日後の状態の写真を撮影した。

【試験結果】

DF30の0.5%液で処理することにより、20℃保管5日後でも、3種の野菜の変色を抑制できることがわかった。この結果により、野菜を流通させる時の野菜の変色の抑制を行うことができ、流通時の食品ロスの軽減に貢献できる可能性が示唆された。

【写真8】水菜（DF30処理、20℃-6日後）



【写真9】水菜（無処理、20℃-6日後）



【写真10】小松菜（DF30処理、20℃-5日後）



【写真11】小松菜（無処理、20℃-5日後）



【写真 1 2】春菊（DF30 処理、20℃-5 日後）



【写真 1 3】春菊（無処理、20℃-5 日後）



9. 食品へ添加する使用方法

9-1. 米飯への利用方法

【試験方法】

下記に示す条件となるように、洗米に下記に示したDF30等を添加し炊飯した後、20℃で保管し、菌の増殖状況を調査しました。

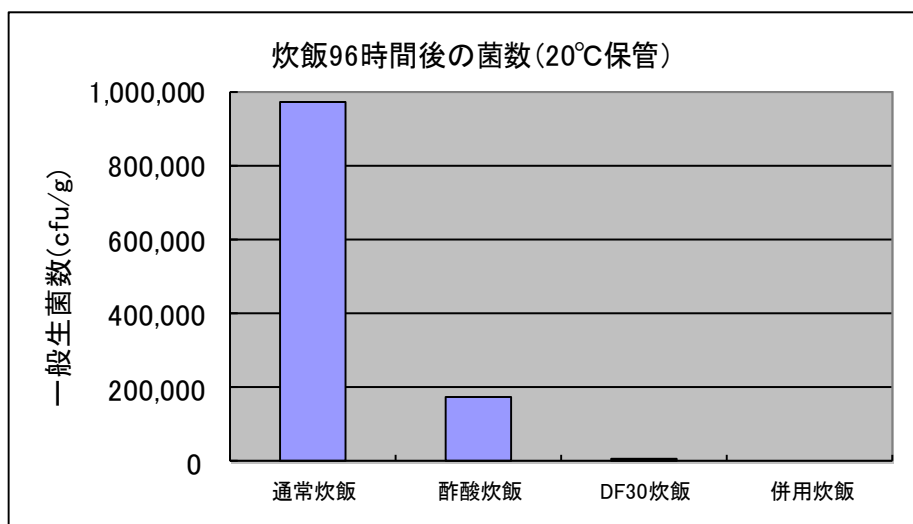
1. 対照（水道水）
2. 酢酸-0.05%
3. DF30-0.05%
4. DF30-0.05%+酢酸0.05%

※酢酸0.05%添加及びDF30の0.05%添加は、米飯への味の影響が出ない濃度であることを、あらかじめ確認した。

【試験結果】

上記処理条件で炊飯した後、20℃保管96時間後の菌数測定では、酢酸の0.05%添加、DF30の0.05%添加で、菌の増殖を抑制することがわかりました。DF30の添加の方が効果高い結果となっています。DF30と酢酸を併用すると、さらに効果が高くなることもわかりました。

【図14】米飯の日持ち向上試験



一般的に、米飯の保存方法としては、冷蔵保管や酢酸等の添加という方法が採用されています。冷蔵だと保存期間をのばすことができますが、固くなり美味しくなくなるという欠点があります。酢酸の添加では、臭いがしない程度の量しか添加できませんので、効果が不十分となります。DF30を添加し炊飯する方法であれば、酢酸添加よりも菌の増殖を抑制する効果が高く、美味しい米飯の室温流通への利用が期待できます。

9-2. 浅漬けへの利用方法

【試験方法】

白菜の外側の葉と根を除去し水洗後、2cm幅にカットした。漬け液は、水に塩5%とDF30を所定量(0、0.5%、1%)添加し調製した。白菜200gと漬け液200gを袋に入れ封をして、10℃にて保存した。0、3、5、7日後の状態確認と一般生菌数を測定した。

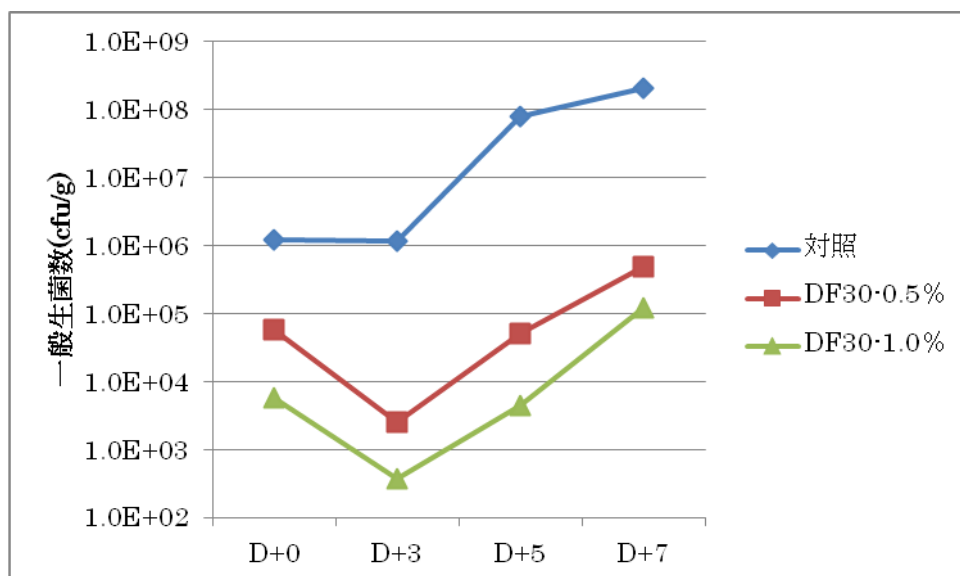
【試験結果】

一般生菌数の結果を、図15に示している。処理後の菌数は、DF30添加区が対照区よりも低く、3日後ではDF30添加区のみさらに菌数が減少した。7日後では、DF30添加区は、10の5乗台を維持しているが、対照区は10の8乗台まで増加した。

状態調査においては、全ての試験区において、7日後でも臭いや食味に問題はなかった。対照区の漬け液がやや濁った状態となった。

DF30の添加により、浅漬けの菌の増殖抑制と漬け液の濁りを抑制する効果があることがわかった。

【図15】



10. その他の利用

DF30は、生鮮野菜の殺菌や、食品に添加して、日持ち向上させる用途が主体ですが、他にも下記に記載した用途でも使用されています。

①除菌ウェットシート

調理器具や作業者の手指の殺菌に使用する除菌ウェットシートとしての利用。

【写真14】



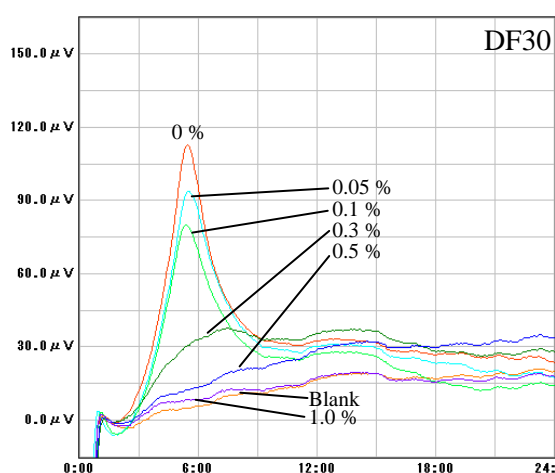
※東京メディカル株式会社が、DF30を配合したウェットシート「フム・ナチュラル」という製品を販売しています。無臭・低アルコールの、手に優しい製剤となっています。キッチン用品・キッチン周りの除菌に最適で、スーパー・食品工場等で、使用されています。

1 1 . 食品以外へ展開するための研究

【ミュータンス菌への効果】

※ミュータンス菌 (学名 : *Streptococcus mutans*) とは、グラム陽性で通性嫌気性の連鎖球菌の一種のことである。ヒトの口腔内にも存在し、う蝕 (虫歯) の原因菌のひとつである。虫歯菌の別名でも有名。1924 年に J. K. Clarke によって発見された。

○結果



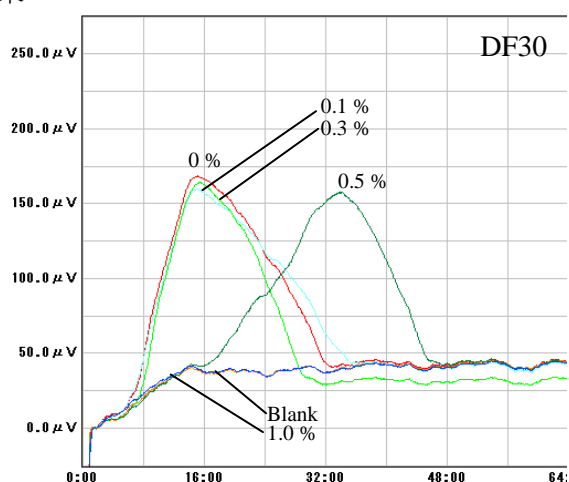
DF30 (濃度)	0.05 %	0.1 %	0.3 %	0.5 %	1.0 %
ミュータンス菌の状況	生育	生育	抑制	抑制	阻止

DF30 は、0.3%以上の濃度で、ミュータンス菌の生育を抑制し、1%では生育を阻止した。

【表皮ブドウ球菌への効果】

表皮ブドウ球菌(*Staphylococcus epidermidis*)は、主として鼻腔や表皮に常在する。通常は非病原性であり、他の病原菌から表皮を守るバリアーや、表皮を健康に保つ役目を果たしている菌であるが、体内に侵入すると病原性を発することがある。プラスチック表面などに対する付着性が強くまた表皮の常在菌であるため、手術の際にカテーテルや心臓弁などの医療器具に付着して体内に侵入することがある。特に体内に留置するタイプの医療器具に付着して、そこで増殖することによって深在性の化膿症の原因になることがある。

○ 結果



	0.1 %	0.3 %	0.5 %	1.0 %
DF 3 0	生育	生育	抑制	阻止

●DF 3 0は、1 %以上の濃度で、表皮ブドウ球菌の増殖を阻止し、0.5%以上で抑制した。

【各種素材への抗菌加工】

[試験菌株] 黄色ブドウ球菌

[試料名] 綿布 (未加工)

綿布 (DF30 加工) ←DF30-0.02g/綿布 g

[試験結果]

	生菌数の常用対数値 (接種直後)	生菌数の常用対数値 (18時間後)	殺菌活性値	静菌活性値
標準綿布	4.3	7.1		
綿布 (未加工)	4.4	5.2	-0.9	2.0
綿布 (DF30 加工)	1.3以下	1.3以下	3.0以上	2.8以上
綿布 (DF30 加工) 洗濯5回	4.3	1.3以下	3.0以上	5.9以上

[試験菌株] 黄色ブドウ球菌

[試料名] ポリエステル布 (未加工)

ポリエステル布 (DF30 加工) ←DF30-0.018g/PET 布 g

[試験結果]

	生菌数の常用対数値 (接種直後)	生菌数の常用対数値 (18時間後)	殺菌活性値	静菌活性値
標準綿布	4.3	7.0		
PET 布 (未加工)	4.2	4.9	-0.6	2.0
PET 布 (DF30 加工)	3.2	1.3以下	3.0以上	4.6以上
PET 布 (DF30 加工) 洗濯5回	4.4	1.8	2.6	5.3

12. 終わりに

①DF30は、溶解しにくいフマル酸を溶解しやすく、ハンドリングを良くした製品です。

②DF30は、大腸菌・黄色ブドウ球菌・緑膿菌・枯草菌・サルモネラ菌・ビブリオ菌・O-157を、0.5～1%～1～2分で殺菌することができます。市販されているフマル酸・酢酸・クエン酸よりも、殺菌力が高いことがわかりました。

③生鮮野菜の殺菌目的で使用する場合、DF30の0.5%～5分処理は、次亜塩素酸ナトリウムの200ppm～5分処理と同等以上の殺菌力・変色抑制効果を発揮することがわかりました。また、野菜の最適な処理方法は、野菜をカットする前に処理するという方法であることがわかりました。

④DF30の処理液は、繰り返し使用ができますので、水の使用量が現状より大幅に軽減することができます。コストの軽減にも繋がります。野菜の種類により処理できる回数は、変わってきますので、カット野菜工場毎に確認することが必要です。

⑤DF30は、無臭ですので、現場での塩素臭の問題や製品の塩素臭クレームの問題が解消されます。作業者の作業環境も改善できます。

⑥新鮮な野菜が、流通上で、変色したり傷んだりすることが発生します。夏場が特に顕著に現れます。DF30で処理して輸送する方法を採用すると、変色・腐敗を抑制することができます。新鮮な野菜をロス少なく、消費者に届けることができることが示唆されました。

⑦加工食品の日持ち向上の目的で、食品に添加して使用することもできます。例えば、米飯・浅漬け・調味料・豆腐加工品・水産練り物等があげられます。少しでも賞味期限も長くすることができれば、食品のロスの軽減に繋がります。

⑧現在、DF30を採用して頂いている分野としては、カット野菜メーカー、惣菜メーカー・加工食品メーカー・モヤシメーカー・農業法人（夏ダイコン・大葉・ワサビ等）、飲食店（鮎屋、料亭等）、水産会社等です。

⑨DF30を殺菌成分とする無臭で手に優しい除菌ウェットシートは、すでに販売されており、さらに、除菌スプレー剤や、口腔ケア製品、虫歯予防食品、衣料・不織布・フィルム・プラスチック製品の抗菌加工剤としての応用が可能であると考えています。

※参考文献

- 1) 化学便覧基礎編 改訂2版
- 2) 奥菌一彦：フマル酸分散液の開発と応用，月刊フードケミカル，24，5，19～23（2008）
- 3) 齋田佳菜子，奥菌一彦，石橋崇正，松田茂樹：新規微細化フマル酸製剤のグラム陰性細菌への抗菌効果，日本防菌防黴学会誌，Vol.39，No.11，665～671（2011）
- 4) 奥菌一彦：フマル酸製剤「DF30」の開発、食品化工技術、Vol.34、No.1（2014）