自動食器洗浄機の洗浄力測定法について

河村 太郎, 渡部 愛, 加藤 正子^{*1}, 高松 和幸, 飯塚 孝雄^{*2}横浜市衛生研究所^{*1}, 横浜市学校薬剤師会^{*2}

Measurement of Cleaning Effects of Automatic Dish-Washers.

TARO KAWAMURA, AI WATABE, MASAKO KATO^{*1}, KAZUYUKI TAKAMATSU and TAKAO IIZUKA^{*2}Yokohama Municipal Public Health Laboratory^{*1}Yokohama School Pharmaceutical Association^{*2}

(Received October 4, 1967)

Method for the measurement of cleaning effects of automatic dish-washers has been investigated.

The method consists of measurement of residual fat and paste.

The points of this method were as follows.

(1) On the test of residual fat.

As quantitative correlation had been ascertained between residual fat and oilred, residual fat was determined by means of the determination of residual oilred on the tablewares. The determination was carried out after mixture of tallow and oilred was painted on the tablewares and washed.

(2) On the test of residual paste.

For the convenience of determination, CMC was used as paste material and sodium polyacrylate was added to increase the CMC viscosity. This paste was painted on the tablewares and washed. The residual CMC was determined by the reaction with chromotropic acid.

The method was applied to the various automatic dish-washers and found to be useful.

まえがき

最近, 各種の自動食器洗浄機が出回り, 学校給食施設でも使用されるようになった。

機種を選定する場合, いずれの機種を採用するかについてはその経済性と共に性能について十分な検討をしなければならない。

従来, 性能テストは主として定性的手段が用いられてきたが客観的に効果判定をするには定量的手段を用いる必要がある。

そこで性能テストの方法について検討をするとともに数機種について応用を試みた。

実験方法

1. 塗布試薬

a. 残留脂肪測定用: 局方牛脂5.00gとオイルレッド

0.10gをとり, エーテルを加えて溶かし全量を100mlとする。本溶液1mlは牛脂50mg, およびオイルレッド1mgを含む。

b. 残留糊料測定用: 食品添加物繊維素グリコール酸ナトリウム (CMC) 10.0g, および食品添加物ポリアクリル酸ナトリウム (PA-Na) 5.0gを乳鉢にとり完全に混合し, 更に60メッシュの篩を用いて篩過混合する。

2. 被験用試料皿の調製

a. 残留脂肪測定用皿: 直径15cm内外の一定した皿10枚を用意する。これにメスピペットを用いて残留脂肪測定用試薬1mlを加える。試薬が均等に, かつ一定の広がりとなるように塗り, エーテルを揮散させて被験用試料皿とする。

b. 残留糊料測定用皿: 残留脂肪の測定と同様に用意した皿に残留糊料測定用試薬100mgをとり, 水2mlを用いて試薬を溶かしながら指先またはスパーテルで均等にかつ一定の広がりとなるように塗り, 室温で30分間放置し被験用試料皿とする。

*1 横浜市南区中村町2-102: Nakamura-cho, Minami-ku, Yokohama.

*2 横浜市磯子区西町14-11: Nishi-machi, Isogo-ku, Yokohama.

Fig. 1 Procedure of the Method

3. 試験操作

a. 残留脂肪測定法：所定の洗浄が終わった被験用試料皿にアルコールを加えて、残留するオイルレッドを抽出し、必要あればろ過し一定容量 10~30 ml としたものを試験溶液とし 498m μ 付近の吸光度を測定する。別に作成した検量線を用いてオイルレッドの残留量を求め、この値より残留色素の百分率を計算しこれを残留脂肪の百分率とする。

検量線の作成

試薬特級オイルレッド 10mg を精秤し、無水エタノールに溶かし全量を正確に 100 ml とする。本溶液 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ml をとりエタノールを加えて全量を 10 ml とし、おのおのの吸光度を測定し、検量線を作成する。

b. 残留糊料測定法：所定の洗浄が終わった被験用試料皿に温湯 30~60 ml を加えて、付着残留する CMC をガラス棒またはスパーテルを用いて、かきまぜながら溶かす。さらに 2 回同様の操作を行ない全溶解液を合して一定容量、100~200 ml とし試験溶液とする。試験溶液 1 ml をとり、これに 1% クロモトロプ酸 0.5 ml を加え、さらに硫酸 5 ml を混和したのち沸騰水浴中で 15 分間加熱する。冷後、570 m μ 付近の吸光度を測定する。別に作成した検量線を用いて CMC の残留量を求め、この値より残留糊料の百分率を計算する。

検量線の作成

食品添加物 CMC 50 mg を精秤し、水 50 ml を加えて完全に溶かし、さらに水を加えて正確に全量を 100 ml とする。本溶液 1, 2, 4, 6, 8, 10 ml をとり水を加えて全量を 10 ml とし、その各 1 ml をとりクロモトロプ酸により呈色させたのち、吸光度を測定し検量線を作成する。

実験結果

1. 残留脂肪と残留色素との関係

洗浄機の洗浄効果を判定するには、従来から残留脂肪を脂溶性色素で染め定性的に見分ける方法がとられてきた。しかし客観的に比較するためには残留脂肪を定量することが好ましい。この場合、重量法では操作の手数、感度の点で難点がある。そこであらかじめ一定量のオイルレッドを添加した脂肪を付着させ、洗浄したのち残留色素から残留脂肪を求めることの可能性について検討した。

すなわち、皿に残留脂肪測定用の脂肪をぬり、これを 50~60°C の温水、および 0.25% 洗剤を用いて、それぞれ 1 分、2 分、3 分、4 分間洗浄したものについて残留脂肪量と残留色素量との関係をみたのが Fig. 2 である。なお脂肪の定量はエーテルを用いて抽出し重量法で行なった。この資料について相関係数を求めると 0.99 で良好な

Fig. 2 Correlation between Residual Dye and Fat.

Washing Condition

Detergent : Used

Temp. of Water.....50~60°C

Washing Time1~4min.

相関々係にあることがわかる。したがって残留色素量を測定して残留脂肪量を求めることとした。

2. 残留糊料と CMC 使用について

一般に洗浄度を判定するには、残留脂肪とともに残留澱粉が対象とされてきた。しかし残留澱粉の微量定量法に適当なものがないため、今回の洗浄力測定法としては、CMC を用いることとした。CMC はクロモトロブ酸により $5\mu\text{g}$ 以上の存在で定性定量が可能である。

3. CMC の粘度強化

CMC を皿などに塗り水洗した場合、容易に水洗されたのでは洗浄効果の比較ができないので粘性をます必要がある。澱粉の添加は CMC の定量を妨害するので PA-Na について検討した。すなわち TABLE I に示すように PA-Na の添加は、明らかに未添加のものより落ちにくくなる。この場合、PA-Na の添加割合が多くなると洗浄しても落ちにくく、定量操作も妨害をうけるので、結局 CMC : PA-Na = 2 : 1 が適当であると思われる。

TABLE I Washing Effects for Paste

CMC Only		Mixture CMC : PANa = 2:1	
Painted Amount	Residual Amount	Painted Amount	Residual Amount
50mg	15.0%	75mg	48.0%
"	5.0 "	"	50.6 "
"	13.0 "	"	23.6 "
"	7.4 "	"	38.6 "
"	11.0 "	"	23.9 "
Mean	10.2 "	Mean	36.9 "
100mg	16.0 "	150mg	46.6 "
"	22.0 "	"	64.0 "
"	22.0 "	"	70.0 "
"	25.0 "	"	64.0 "
"	13.0 "	"	57.5 "
Mean	19.6 "	Mean	60.5 "

Washing Conditions

Temp. of Water 50°C

Duration of Washing 60sec

Frequency of Vibration 160/min.

Dishes (plastics)

4. CMC の添加量について

一般に糊料の洗浄度は糊料の水分含量にかなり左右される。すなわち乾燥したものは落ちにくく、水分の多いものは落ちやすい。いま、糊料 100mg と 200mg とを添

加し同じ時間放置したのち、同一条件で洗浄した結果は、TABLE II に示した実験でも見られるように必ずしも 200mg 付着させたものが高い残留率を示すとは限らず、むしろ 100mg を付着させたものの方が高い残留率を示している場合もあった。これは 100mg の方が 30 分の放置で乾燥が早いと落ちにくくなったものと考えられる。したがって実際の試験における付着量は 100mg とした。

自動食器洗浄機への応用例について

本測定法を実際の洗浄機に応用した場合、洗浄機の効果判定ができるか否かについて検討を行なった。使用した洗浄機の種類、性能、洗浄結果は TABLE II に示すとおりである。この結果について考察すると

1. 大型洗浄機種で性能がすぐれているとみられたものでは、脂肪、糊料ともにおおむねよく洗い落されている。

2. 連続式の小型機種並びに超音波式のものでは脂肪の洗浄度が悪かったり、糊料の洗浄度が悪かったりで十分な洗浄効果が認められなかった。なお、B 機と C 機で脂肪に対する洗浄効果と糊料に対する洗浄効果が並行していないが、これは洗浄効果が、水温、通過速度、洗浄水量、洗浄水噴射圧力、皿の配置など多くの因子の影響を受けると考えられる。この点については今後、本測定法を利用して洗浄の最適条件を検討したいと考えている。

3. 全機種について共通していることは糊料の方が脂肪よりも落ちにくいことである。しかし大型の優秀な機械では両者ともほとんど洗浄されているので糊料の付着量を少なくしたり、粘度を下げる必要はないと思う。

4. 実際、食器に残留する脂肪は、澱粉、蛋白などが混入した圧着されている場合が多いので、この試験法における脂肪よりも洗浄されにくいことが予想される。そこで残留脂肪測定のために付着させる脂肪についてはさらに検討しなければならない。しかし、定量的に付着させる適当な方法が見当たらないので、これらの点を考慮して厳格な判定を行なうとよい。

むすび

自動食器洗浄機の洗浄効果測定法として今回検討した方法は、微量の残留脂肪、残留糊料を正確、迅速に定量でき実際の洗浄機に応用した場合、洗浄機の性能に応じた試験結果を得ることができた。このことより、洗浄機の相互の性能を比較検討し機種を選定を行なう場合、また、今後自動食器洗浄機の性能改善を計る場合にも有力な資料を与えてくれるものと考えられる。

TABLE II Comparison of Washing Effects by Several Auto-Washers

Specifications of Auto-Washers								Test of Fat			Test of Paste		
Kinds	Type	Deter- gent Tank	Length	Width	Speed	Temp. of Water	Remarks	Painted Amount	Dishes	Residual Fat %	Painted Amount	Dishes	Residual CMC %
A	Continuous Type	No Tank	cm.	cm.	sec.	75°C	Circulating Hot Water 700×3 l/min	mg	China	0.0 0.0 0.0 0.4 0.0	mg	Plas- tics 5	0.0 0.0 0.0 0.7 1.5
			440	76	30		Final Hot Water Bath 20×2 l/min	50	10	0.0 0.2 0.0 0.0 0.0	200	5	0.2 0.0 0.0 0.0 0.0
B	Continuous Type	No Tank	90	50	10	60°C	Circulating Hot Water 500 l/min	50	5	22.5 17.5 12.5 17.5 12.5	100	5	27.0 28.5 28.5 24.0 34.5
							Final Hot Water Bath 18 l/min						
C	Continuous Type	No Tank	98	60	7	60°C		50	5	1.2 2.0 1.2 1.6 2.0	100	5	100 97.5 100 96.0 82.5
D	Supersonic Wave Type	1. Supersonic Washing Tank					Detergent : Used Water Capacity.....50 l	50	8	0.0 0.0 0.0 0.0 1.2	100	5	42.3 48.0 23.4 36.3 4.0
							Temp of Water.....60°C Washing Time...50Sec						
							2. Shower Tank						
							Temp. of Water60°C						
							Shower Capacity7.5 l/min.	100	10	0.0 0.0 0.0 0.0 1.2	200	5	9.4 4.3 1.5 14.3 11.2
							Shower Time 50 Sec			6.0 0.2 0.4 0.2 0.6			