

터브플로(TUF)로 처리된 지하수의 살균소독력 평가

0000 년 00 월

K H I D I
한국보건산업진흥원

Korea Health Industry Development Institute
충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명 2 로 187 오송보건의료행정타운

제 출 문

주식회사 ○○○○ 대표이사 귀하

본 보고서를 귀사와 용역 계약한 “터브플로(TUF)로 처리된 지하수의 살균효과 평가”의 최종보고서로 제출합니다.

0000 년 00 월

한국보건산업진흥원 원장



- 주관연구기관명 : 한국보건산업진흥원
- 주관연구책임자 : 김 ○ ○ (한국보건산업진흥원)
- 연 구 원 : 조 ○ ○ (한국보건산업진흥원)
박 ○ ○ (한국보건산업진흥원)
김 ○ ○ (한국보건산업진흥원)
김 ○ ○ (한국보건산업진흥원)

터브플로(TUF)로 처리된 지하수의 살균효과 평가

차 례

1. 서론 -----	4
2. 연구목적 -----	5
3. 제품정보 -----	5
4. 연구내용 및 방법 -----	6
5. 시험방법 -----	7
6. 결과 -----	8
7. 참고문헌 -----	11

터브플로(TUF)로 처리된 지하수의 살균효과 평가

표 차 례

표 1. 시험미생물 -----	7
표 2. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(1 차) -----	8
표 3. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(1 차) -----	8
표 4. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(2 차) -----	9
표 5. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(2 차) -----	9
표 6. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(3 차) -----	10
표 7. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(3 차) -----	10

터브플로(TUF)로 처리된 지하수의 살균효과 평가

그 림 차 례

그림 1. 터브플로(TUF) -----	5
-----------------------	---

1. 서론

‘터브플로’는 수질개선키이며 물(H_2O)이 터브플로를 통과 시 내장된 합금 DISK 에서 수백회 난류가 발생하며 이때 합금에서 발생하는 “자유전자와 물의 촉매작용을 통하여 물리적, 전기화학적 변화가 발생”하고 변화된 물의 입자는 초미세화되어 표면장력이 감소하며 세척살균력이 향상된 활성수로 변화되는 원리를 가지고 있다.

원수와 ‘터브플로’ 처리수 각각의 고형물 입자의 전하량을 재는 측정도구로 입자가 응집결합하고 성장하는 강력한 지표가 되는 제타포텐셜값을 측정하여 비교해 본 결과 이 측정값은 Cad Instrumentation in les Essarts le Roy, France 의 ‘터브플로’ 시험결과에 의해 얻어졌다. 이러한 결과로 보았을 때 터브플로는 수중에 함유된 미네랄입자의 제타포텐셜에 대단히 큰 영향을 주어 실제로 터브플로 통과수는 제타포텐셜값을 반감시킨다. 이러한 제타포텐셜값의 변화는 간접적으로 입자들이 가진 전위에 의해서 결정되고, 전위의 분배는 입자간에 상호작용하는 에너지에 의해서 결정된다. 이러한 경우에 제타포텐셜은 액체의 흐름 또는 입자가 멤베레인을 통과하는데 있어 가장 크고 중요한 변수가 되고 이와 같은 변수는 처리수가 미생물시스템(Bio Film)에 접촉하여 효력을 발휘하는 결정적인 성능을 구현한다.

‘터브플로’ 효과는 먼저 탄산칼슘의 화학적 성질에서 나온다. 하지만 환경과 산업측면에서는 탄산칼슘의 복잡한 화학적 특성으로 인해서 이에 대한 참고문헌은 그리 많지가 않아 보일러와 스팀생산설비에서 탄산칼슘의 화학적 특성을 관찰하기 위해 개발된 수학측정도구들에 의해 알 수 있다. 그중 하나가 Langelier Stability Index(LSI)로 물속의 탄산칼슘 안정도를 측정하는데 이용된다. 시례적인 LSI 는 아래 같이 용액의 서로 다른 pH 값과 포화 pH 값으로 표시되는데 이 화학방정식은 물이 탄산칼슘을 용해하는 능력과 탄산칼슘용액의 과포화 상태를 알 수 있다.

$$LSI = pH - pH_s$$

따라서 이 용액은 스케일을 만드는 경향을 띤다. 앞에서 확인한 바와 같이 나노결정 상태인 탄산칼슘은 용액속에 있을 때 침전 또는 부착성을 상실한 상태로 존재하고 물체의 표면이나 입자 상호간에 결합하려는 성질을 가지지 않기 때문에 스케일이 만들어지지 않으므로 터브플로가 극도로 작고 무수히 많은 수의 탄산칼슘입자로 바꾸어 물의 탄산칼슘 이온농도를 낮춘다. 이러한 결과로 보았을 때 탄산칼슘스케일의 제거는 미생물이 부착, 서식할 환경을 제거하고 변화된 제타포텐셜이 미네랄입자와 미생물 세포막간의 상호작용에 의한 변화를 가져와 미생물막의 성장을 억제한다.

따라서 '터브플로'가 바이오 필름의 성질을 정지시키는 현상에 대한 과학적 조사가 이루어져야 하며, 이러한 과학적 조사를 위해 본 연구에서는 '터브플로'라는 수질개선기로 처리된 지하수의 살균력과 살진균력 평가를 통해 위의 이론적인 내용에 부합되는 살균효과를 가졌는지에 대한 과학적 근거자료를 마련하고자 한다.

2. 연구목적

'터브플로'라는 수질개선기로 처리된 지하수의 살균력 및 살진균력을 평가하였다.

3. 제품정보

1) '터브플로'란?



그림 1. 터브플로(TUF)

특허출원된 수질개선 장치로 호주에서 설계되고 제작 공급된다.

2) '터브플로'의 성능

- 1) 탄산칼슘 스케일이 방지된다.
- 2) 기존의 탄산칼슘 스케일이 용해되어 제거된다.
- 3) 황화철(Iron Sulphide)과 산화철(iron Oxide)의 부식작용을 저지한다.
- 4) 황화물(Free Sulphide)의 부착을 정지시키고 이를 물로 되돌려서 분산시킨다.
- 5) 황화수소(Hydrogen Sulphide)의 철의 부식작용을 저지한다.
- 6) 소금 9 염분의 부착을 막고 물로 분산시켜 되돌린다.
- 7) 조류(Algae)의 형성을 방지 및 제거한다.
- 8) 냉수 또는 온수 모두에 효과를 발휘한다.

3) '터브플로'의 효과

상기 효과로 인한 설비의 유지 및 보수비용을 경감시키고 설비의 효율을 증대시킨다.

4. 연구내용 및 방법

'터브플로'라는 수질개선기로 처리된 지하수를 두 가지 설정온도인 20 °C, 45 °C에서 보관해 놓았다가 실험 시 꺼내어 살균소독력 측정에 사용하였다. 살균력 측정방법으로는 CEN EN 1040 시험방법에 따라 수행하였고, 살진균력 시험은 CEN EN 1275 시험방법에 따라 수행하였다.

4.1 시험재료 및 시험균

1) 시험용액 준비

'터브플로'로 처리된 지하수와 일반지하수를 막여과(0.45 mm) 필터를 이용하여 제균한 것을 시험용액으로 사용하였다.

2) 시험균주 준비

본 연구에서 사용한 시험미생물은 아래 표 1 과 같다.

표 1. 시험미생물 (The target test microorganisms)

시험구분	시험균	비고
살균력	<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	위생 지표균
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15422	위생 지표균
	<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	병원성 미생물
	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19111	병원성 미생물
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	병원성 미생물
	<i>Salmonella choleraesuis</i> ATCC 13311	병원성 미생물
	<i>Enterobacter faecium</i> ATCC 6057	위생 지표균
살진균력	<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	병원성 진균
	<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404	병원성 진균
	<i>Saprolegnia parasitica</i> ATCC 22284	병원성 진균

3) 시험조건

시험온도 20 °C, 45 °C

4.2 살균소독력 평가방법

1) 살균력 측정법 (CEN EN 1040)

Chemical disinfectants and antiseptics – Basic bactericidal activity – Test method and requirements (phase 1)

5. 시험방법

5.1 원리

5.1.1 시험균현탁액을 시험용액에 첨가하고 20 °C에 방치한다. 다음의 특정한 접촉시간(5 분±10 초) 후에 일정량을 채취하여 즉시 살균력 검증시험을 통해 선택된 중화제로 중화 또는 억제시킨다.

6. 결과

상기의 방법에 따라 '터브플로'로 처리된 지하수의 살균력과 살진균력을 분석해 본 결과는 다음 표와 같다.

표 2. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(1 차) (The Result in 20 °C temperature(1 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	2.0×10^8	1.7×10^1	94.00
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	2.3×10^8	1.5×10^1	93.48
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	1.1×10^8	0.7×10^1	85.00
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	2.1×10^8	1.9×10^1	94.76
Escherichia coli ATCC 10536	2.2×10^8	1.3×10^1	92.27
Listeria monocytogenes ATCC 19111	1.4×10^8	1.4×10^1	92.86
Enterobacter faecium ATCC 6057	1.5×10^8	1.2×10^1	91.33
Candida albicans ATCC 10231	3.5×10^8	0.3×10^1	65.71
Aspergillus niger ATCC 16404	8.5×10^8	1.3×10^1	91.65
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	8.5×10^8	1.0×10^1	92.25

¹⁾ 생균수 단위 : CFU/ml

실온 20 °C에서의 1 차적인 결과를 보면 처리 후 지하수가 모든 균주에서 위와 같은 살균력이 있는 것으로 나타났다.

표 3. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(1 차) (The Result in 45 °C temperature(1 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	2.5×10^7	1.6×10^1	93.00
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	2.9×10^7	2.0×10^1	94.83
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	1.9×10^7	0.2×10^1	50.00
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	2.1×10^8	0.9×10^1	89.05
Escherichia coli ATCC 10536	2.3×10^8	0.7×10^1	85.65
Listeria monocytogenes ATCC 19111	2.1×10^8	0.9×10^1	89.05

Enterobacter faecium ATCC 6057	1.8×10^7	0.6×10^1	83.33
Candida albicans ATCC 10231	1.9×10^6	0.5×10^1	80.00
Aspergillus niger ATCC 16404	2.1×10^8	1.0×10^1	90.00
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	2.3×10^8	1.0×10^1	90.00

¹⁾ 생균수 단위 : CFU/ml

45 °C에서의 1 차적인 결과를 보면 이 온도에서도 역시 처리 후 지하수가 모든 균주에서 있어서 위와 같은 결과를 낸다.

표 4. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(2 차) (The Result in 20 °C temperature(2 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	2.0×10^8	1.6×10^1	93.81
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	2.1×10^8	1.5×10^1	93.33
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	1.5×10^8	0.6×10^1	83.33
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	2.3×10^8	2.0×10^1	95.22
Escherichia coli ATCC 10536	2.0×10^8	1.3×10^1	92.50
Listeria monocytogenes ATCC 19111	1.8×10^8	1.4×10^1	92.78
Enterobacter faecium ATCC 6057	1.7×10^8	1.2×10^1	91.76
Candida albicans ATCC 10231	1.6×10^8	0.4×10^1	75.00
Aspergillus niger ATCC 16404	2.5×10^8	1.3×10^1	92.40
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	2.0×10^8	1.0×10^1	90.00

¹⁾ 생균수 단위 : CFU/ml

실온 20 °C에서의 2 차적인 결과에서도 감소율이나 살균소독력 기준이 1 차 결과와 유사하게 나타 난다.

표 5. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(2 차) (The Result in 45 °C temperature(2 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	1.6×10^8	0.9×10^1	88.75

Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	2.4×10^7	1.1×10^1	91.25
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	8.8×10^7	0.4×10^1	97.50
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	2.4×10^8	1.0×10^1	90.00
Escherichia coli ATCC 10536	2.8×10^8	1.3×10^1	88.93
Listeria monocytogenes ATCC 19111	2.2×10^8	1.0×10^1	85.91
Enterobacter faecium ATCC 6057	2.8×10^7	0.8×10^1	98.57
Candida albicans ATCC 10231	2.4×10^6	0.5×10^1	80.00
Aspergillus niger ATCC 16404	2.2×10^8	1.0×10^1	90.00
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	2.3×10^8	0.9×10^1	88.70

¹⁾ 생균수 단위 : CFU/ml

실온 45 °C에서의 2 차적인 결과에서도 감소율이나 살균소독력의 기준이 1 차 결과와 유사하게 나타났으며, 처리 후의 살균소독력 비교에서도 1 차 결과와 같이 별다른 차이를 보이지 않았다.

표 6. 실온(20 °C)에서의 살균소독력 결과(3 차) (The Result in 20 °C temperature(3 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	2.2×10^8	1.8×10^1	94.55
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	2.1×10^8	1.3×10^1	92.38
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	1.5×10^8	0.8×10^1	87.33
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	1.8×10^8	1.8×10^1	94.44
Escherichia coli ATCC 10536	2.1×10^8	1.1×10^1	95.24
Listeria monocytogenes ATCC 19111	2.0×10^8	1.5×10^1	93.50
Enterobacter faecium ATCC 6057	1.8×10^8	1.5×10^1	93.33
Candida albicans ATCC 10231	2.6×10^8	0.5×10^1	80.00
Aspergillus niger ATCC 16404	1.5×10^8	1.3×10^1	92.00
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	2.0×10^8	1.0×10^1	90.00

¹⁾ 생균수 단위 : CFU/ml

실온 20 °C에서의 3 차적인 결과에서도 감소율이나 살균소독력 기준이 1 차 결과와 유사하게 나타 난다.

표 7. 실온(45 °C)에서의 살균소독력 결과(3 차) (The Result in 45 °C temperature(3 차))

대상 표준균주	처리 후 지하수		
	생균 수	생균수 감소율(R)	살균소독력 (%)
Staphylococcus aureus ATCC 6538	2.0×10^8	1.6×10^1	93.50
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	1.6×10^7	2.1×10^1	95.00
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15422	1.7×10^7	0.3×10^1	66.47
Salmonella choleraesuis ATCC 13311	1.8×10^8	1.0×10^1	90.00
Escherichia coli ATCC 10536	2.3×10^8	0.8×10^1	87.50
Listeria monocytogenes ATCC 19111	2.2×10^8	1.0×10^1	90.00
Enterobacter faecium ATCC 6057	2.0×10^7	0.8×10^1	87.50
Candida albicans ATCC 10231	1.5×10^7	0.5×10^1	80.00
Aspergillus niger ATCC 16404	2.5×10^8	0.9×10^1	88.80
Saprolegnia parasitica ATCC 22284	2.1×10^8	1.0×10^1	90.00

1) 생균수 단위 : CFU/ml

실온 45 °C에서의 3 차적인 결과에서도 감소율이나 살균소독력의 기준이 1 차 결과와 유사하게 나타났으며, 살균소독력 비교에서도 1 차 결과와 같이 별다른 차이를 보이지 않았다.

이를 미루어 보았을 때 '터브플로'로 처리된 지하수가 살균력이 있는 것으로 확인되었으며 45 °C 보다는 20 °C에서 더 나은 살균소독력을 나타내는 것으로 보아 대상균주가 온도에 영향을 받는 것으로 추정된다.

7. 참고문헌

General guidance for microbiological examination. ISO 7218 (1985)

T. Boufford : Making the Right Choice. Sanitizers. Ecolab Inc., St. Paul, MN, USA. 1998

Official Journal of the European Communities : On the First Phase of the Programme referred to in Article 16(2) of Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council on Biocidal Products. 2000.

Chemical Disinfectants and Antiseptics – Basic Bactericidal Activity – Test Method and Requirements(Phase 1), European Committee for Standardisation EN 1040, British Standards Institution, 1997.

Chemical Disinfectants and Antiseptics – Basic Fungicidal Activity – Test Method and Requirements(Phase 1), European Committee for Standardisation EN 1275, British Standards Institution. 1997.

D. M. Goeres, T. Palys, B. B. Sandal, and J. Geiger : Evaluation of Disinfectant Efficacy against Biofilm and Suspended Bacteria in a Laboratory Swimming Pool Model. Water Research Vol. 38, 3103–3109. 2004.

The Global Directory for Environmental Technology :

<http://www.eco-web.com/cgi-local/sfca=/index.html%b=resister/03553.html>