

## 시유의 2차오염과 저장가능기간을 결정하기 위한

### Resazurin 환원시간검사

최석호\* · 최정준\* · 이승배\* · 윤영호\*\*

상지대학교 생명공학과\*, 중앙대학교 동물자원과학과\*\*

## Resazurin Reduction Time Test to Determine Post-pasteurization Contamination and Shelf Life of Market Milk

S. H. Choi\*, J. J. Choi\*, S. -B. Lee\* and Y. H. Yoon\*\*

Dept of Biotechnology Sangji University\*, Dept. of Animal Science and Technology Chung-Ang University\*\*

### ABSTRACT

The selective media including NPC agar, DHL agar, MacConkey agar, and Cetrinide desoxycholate agar were compared to determine selectivity for the growth of bacteria. Cetrinide desoxycholate agar was better than NPC agar, DHL agar, and MacConkey agar for the growth of psychrotrophic gram-negative bacteria including *Pseudomonas*. and for the inhibition of gram positive bacteria. The specificity of resazurin reduction time test was investigated to determine post-pasteurization contamination of market milk. Equal volume of Cetrinide desoxycholate broth was added to market milk, which was then incubated at 21 °C for 18 hours. The growth of bacteria in the incubated milk was detected in resazurin reduction time test. The results in resazurin reduction time test and total bacteria number count of market milk after storage at 7 °C were relatively correlated each other. *Pseudomonas* was isolated most frequently from the market milk stored at 7 °C for 10 days, and *Acinetobacter* and *Aeromonas* followed. *Acinetobacter*, *Pseudomonas* and *Enterobacter* were frequently isolated from the mixture of market milk and Cetrinide desoxycholate broth incubated at 21 °C for 18 hours in resazurin reduction time test.

(Key words : Milk, Shelf life, Resazurin reduction time test)

### I 서 론

우유는 가공 중에 살균처리가 불충분한 살균기 및 충전기에 의해 2차오염이 일어난다 (Gruetmacher와 Badley; 1999). 2차오염된 우유는 저장성이 감소하고 식중독의 원인이 되어 공중위생에 위해요인이 될 수 있다. 2차오염된 우유에서 그람음성 세균을 검출하는 방법

은 신속하고 신뢰성이 있을 때에 시유의 제조공정을 적시에 개선할 수 있으며 오염의 심각도에 따라 조기 판매 또는 판매 정지 등의 결정을 내릴 수 있다(Bishop과 White, 1986; IDF, 1993). 그러나 일반적으로 2차오염에 의해 시유에 유입된 그람음성 세균수는 적어 한천배지 배양방법으로 즉시 검출하기가 어렵다. 따라서 시유의 저장성에 영향을 미치는

Corresponding author : Suk Ho Choi, Dept. of Biotechnology, Sangji University, 660 Woosan-dong, Wonju-city, Kangwon-do 220-702, Republic of Korea. Tel : 82-33-730-0543, Fax : 82-33-730-0503  
E-mail : shchoi@mail.sangji.ac.kr

그람음성 내냉성 세균을 선택적으로 배양한 후에 세균수 또는 세균의 대사산물을 검사하는 방법이 사용되었다.

내냉성 세균의 생장을 촉진하는 18~21 °C 의 온도에서 시유를 배양한 후에(White 등, 1993) 또는 그람음성 세균의 선택적 생장에 적합한 배지를 시유와 혼합하여 배양한 후에 한천배지에서 세균수를 측정하는 방법(Byrne 등, 1989b; Phillips 등, 1984)과 Bactometer 등을 이용한 전기저항법(Bishop 등, 1984; Bossuyt 와 Waes, 1983, Visser와 de Groot, 1984, Zhiyong 등, 2003) 또는 ATP-bioluminescence 방법(Waes와 Bossuyt, 1982; 최 등, 1999a)이 시유의 저장성과 2차오염을 측정하는 방법으로 연구되었다.

Langeveld 등(1976)은 살균포장된 우유를 24 시간 동안 25 °C에서 배양한 후 benzalkonium chloride가 함유된 평판에 streak하여 30 °C에서 24시간 배양하여 그람음성 세균을 검출하였다. Byrne 등(1989a)은 우유를 배양할 때 benzalkonium chloride를 첨가한 nutrient broth 또는 dairy gram negative(DGN) 배지를 우유와 1:1로 섞어 21 °C에서 18시간 배양한 후에 내냉성 세균수를 조사하거나 또는 전기저항법으로 조사한 결과가 우유의 저장성과 높은 상관 관계를 보였다고 보고하였다. 최 등(1999b)은 resazurin을 이용한 색소환원시간법을 이용하여 시유의 2차오염을 검출할 수 있다고 보고하였으며 예비배양할 때에 우유에 cetrimide와 sodium desoxycholate를 함유한 선택배지를 첨가함으로써 그람양성 세균을 억제하고 내냉성 그람음성 세균을 선택적으로 검출할 수 있다고 보고하였다.

본 연구는 시유의 그람음성 세균의 오염을 검출할 수 있는 선택배지로서 Cetrimide desoxycholate agar, NPC agar, DHL agar 및 MacConkey agar를 비교하고 Cetrimide desoxycholate broth를 우유에 혼합하여 resazurin 환원시간검사를 하여 7 °C에서 10일간 저장한 우유의 세균수와 비교하여 2차오염과 저장가

능기간의 결정에 응용할 수 있는 가능성을 조사하고 2차오염된 우유에서 분리된 세균을 동정하였다.

## II 재료 및 방법

### 1. 세균 균주

본 실험에 사용한 균주는 한국생명공학연구소 유전자은행으로부터 구입하였다(Table 1). *Pseudomonas* 균주들은 26°C에서 배양하였으며 다른 세균들은 30°C에서 24시간 동안 2회 계대 배양한 후 실험에 사용하였다. 계대 배양에 사용한 배지는 tryptone yeast extract glucose broth 이었다.

Table 1. The bacterial strains used in this study

Bacteria	Sources
<i>Bacillus coagulans</i>	KCTC 1015
<i>Bacillus circulans</i>	KCTC 3347
<i>Staphylococcus aureus</i>	KCTC 1928
<i>Enterococcus faecalis</i>	KCTC 3512
<i>Escherichia coli</i>	KCTC 2441
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	KCTC 2001
<i>Enterobacter aerogenes</i>	KCTC 2190
<i>Flavobacterium sp.</i>	KCTC 2480
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	KCTC 2344
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	KCTC 1767
<i>Pseudomonas putida</i>	KCTC 1644
<i>Achromobacter lyticus</i>	KCTC 2336
<i>Acinetobacter baumannii</i>	KCTC 2508
<i>Alcaligenes faecalis</i>	KCTC 2678

### 2. 배지의 제조

Tryptone yeast extract glucose broth의 조성은 tryptone(20 g/l), yeast extract(20 g/l), glucose

(4 g/l)이었다. 그람음성 세균에 대한 선택성을 검사하기 위하여 Cetrimide desoxycholate agar, NPC agar, DHL(Desoxycholate-hydrogen sulfide-lactose) agar(Daigo, Japan)와 MacConkey agar(Difco)를 사용하였다. Cetrimide desoxycholate agar는 Trypticase soy agar(Difco)에 sodium desoxycholate(0.25 g/l)와 Cetrimide(0.075 g/l)을 첨가하였으며 NPC agar는 plate count agar(Difco)에 10 ml의 그람음성 세균 선택성 용액(nisin(10 mg/ml), penicillin G(20,000 unit/ml), crystal violet(2 mg/ml))을 첨가하였다. Cetrimide desoxycholate agar는 118 °C에서 15분간 멸균하였으며 그 외 다른 배지는 121 °C에서 15분간 멸균하였다.

Resazurin 환원시간검사에서 시유의 예비배양을 위한 Cetrimide desoxycholate broth는 Trypticase soy broth에 sodium desoxycholate(0.5 g/l)와 cetrimide(0.15 g/l)을 증류수에 용해하여 118 °C에서 15분간 멸균하였다.

### 3. Resazurin 환원시간검사

제조일 또는 제조 후 1일이 되는 시유를 구입하여 resazurin 환원시간검사에 사용하였다. 시유 50 ml를 무균적으로 동량의 Cetrimide desoxycholate broth와 혼합한 다음 21 °C에서 18시간 배양하였다. 배양액 10 ml를 채취하여 시험관에 옮기고 1 ml의 resazurin(55 µg/ml) 용액을 첨가하고 30 °C에서 배양하고 30분 후부터 청색이 보라색, 적색 및 흰색으로 변하는 시간을 매시간 조사하였다.

### 4. 저장성검사

멸균된 250 ml 용량의 media병에 200 ml의 시유를 옮겨넣어 7 °C에서 10일간 저장한 후에 표준평판법으로 계수하였다.

### 5. 세균의 동정

그람음성 세균의 동정은 API 20E와 API

20NE(bioMerieux sa)를 사용하였으며 추가로 운동성 검사는 motility test media를 사용하여 결정하였으며 oxidation-fermentation 검사는 Hugh and Leifeon's OF basal medium을 사용하였으며 cytochrome oxidase 검사를 하였다(MacFaddin, 1980).

## III 결과 및 고찰

그람음성 세균에 대해 선택성이 있는 배지들에 대한 표준 세균들의 성장 여부를 조사하였다. NPC agar, DHL agar, MacConkey agar 및 Cetrimide desoxycholate agar에 접종하여 각각 배양한 후 조사한 결과, NPC agar와 DHL agar에서 그람양성 세균 중에서 *B. cereus*와 *E. faecalis*가 각각 성장하였다. Phillips 등(1984)은 NPC agar에 함유된 nisin, crystal violet, penicillin G를 우유에 첨가하여 21 °C에서 25시간 배양하여 2차오염 여부를 결정할 수 있었다고 보고하였으나 일부 배양된 우유에서 *Bacillus*가 검출되었다고 보고하였다. 본 연구에서 NPC agar에서 *Bacillus coagulans*가 성장하지 못하였으나 *Bacillus cereus*는 성장하였다. 한편 DHL agar에는 sodium desoxycholate가 선택시약으로 함유하고 있는데 *Enterococcus faecalis*의 성장을 억제하지 못하였다.

MacConkey agar와 Cetrimide desoxycholate agar에서는 그람양성 세균의 성장이 없었으며 그람음성 세균 중에서는 *Flavobacterium* sp.와 *Achromobacter lyticus*를 제외한 대부분의 그람음성 세균이 성장하여 유사한 선택성을 보였다. MacConkey agar는 선택 시약으로서 bile salts No. 3와 crystal violet가 함유되어 있으며 그람양성 세균을 억제하고 대부분의 그람음성 세균이 성장할 수 있다(Anonymity, 1998). Cetrimide는 4차암모늄양이온세제제로서 *Pseudomonas aeruginosa*를 비롯한 비발효성 그람음성 세균의 선택적 분리에 사용한 Cetrimide agar에서 사용되고 있다(Atlas, 1993).

Table 2. Growth response of type culture of bacteria on selective agars

Bacteria	NPC agar	DHL agar	MacConkey agar	Cetrimide desoxycholate agar
<i>B. coagulans</i>	-	-	-	-
<i>B. cereus</i>	+	-	-	-
<i>S. aureus</i>	-	-	-	-
<i>L. invanovii</i>	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i>	-	+	-	-
<i>E. coli</i>	-	+	+	+
<i>E. aerogenes</i>	+	+	+	+
<i>K. pneumoniae</i>	+	+	+	+
<i>Flavobacterium</i> sp.	-	+	-	-
<i>P. fluorescens</i>	+	+	+	+
<i>P. fluorescens</i>	+	+	+	+
<i>P. putida</i>	+	+	+	+
<i>A. lyticus</i>	-	-	-	-
<i>A. baumaii</i>	+	+	+	+
<i>A. faecalis</i>	-	+	+	+

그람음성 세균을 평판당 100 CFU/ml이 되게 plate count agar, MacConkey agar와 Cetrimide desoxycholate agar에 접종하여 배양한 후 plate count agar에서의 세균수에 대한 MacConkey agar와 Cetrimide desoxycholate agar에서의 세균수의 비율을 조사하였다(Table 3). MacConkey agar에서 *Pseudomonas*는 성장이 상대적으로 억제되었으며 반면에 Cetrimide desoxycholate agar에서는 성장이 좋았다. *Acinetobacter baumaii*가 Cetrimide desoxycholate agar에서 약간 성장이 억제되었다. 이 결과로부터 cetrimide가 *Pseudomonas*에 대한 선택성이 높음을 알 수 있었으며 bile salts No. 3와 crystal violet는 *Pseudomonas*를 부분적으로 억제함을 알 수 있었다.

5월부터 10월까지 5회에 걸쳐 구입한 시유에 Cetrimide desoxycholate broth를 동량 첨가하여 21 °C에서 18시간 배양한 후 resazurin을 첨가하고 30°C에서 배양하면서 청색에서 보라색, 적색 및 백색으로 변색하는 시간을 조사하는 resazurin 환원시간 검사를 이용하여 시유의 그람음성 세균에 의한 2차오염을 조사하였

Table 3. Ratio of bacterial count of gram-negative bacteria on selective agar against bacterial count on plate count agar as control

Bacteria	MacConkey agar (%)	Cetrimide desoxycholate agar (%)
<i>E. coli</i>	107	140
<i>E. aerogenes</i>	108	95
<i>K. pneumoniae</i>	118	110
<i>P. fluorescens</i>	3	107
<i>P. fluorescens</i>	73	162
<i>P. putida</i>	26	400
<i>A. baumaii</i>	83	29
<i>A. faecalis</i>	67	101

다. Cetrimide와 desoxycholate가 함유된 우유 시료 배양액에서 그람양성 세균들은 억제되고 그람음성 세균들이 성장하여 resazurin을 변색시켰다(최 등 1999b). 또한 cetrimide desoxycholate agar에서 *Bacillus*를 비롯한 그람양성 세균이 성장을 못하고 *Pseudomonas*를 비롯한 대부분의 그람음성 세균이 성장할 수 있었다(Table 2). 따라서 resazurin 환원시간 검사에서

Table 4. Classification of market milk based on resazurin reduction time test and bacterial count after storage at 7 °C or 10days

Month	No. of milk	Resazurin reduction time test / Bacterial count*(No. of milk)				Milk with same response
		+/+	+/-	-/+	-/-	
May	17	1	0	4	12	71%
June	39	11	2	1	25	92%
July	26	3	5	1	17	77%
August	19	4	3	5	7	58%
September	20	3	1	0	16	95%
Total	121	22	11	11	77	81%

\* Resazurin reduction time less than 10 hour : +, Resazurin reduction time more than 10 hours : -, Bacterial count more than  $10^5$  CFU/ml : /+ , Bacterial count less than  $10^5$  CFU/ml : -/.

10시간 이내에 변색하는 시유를 그람음성 세균에 의해 2차오염된 것으로 분류하였다. 동일한 시유를 7 °C에서 10일간 배양하는 저장성검사에서는 세균수가  $10^5$  CFU/ml 이상인 시유는 내냉성 세균에 오염되어 저장가능기간이 짧은 시유로 분류하였다(Table 4).

Resazurin 환원시간검사의 결과에 따른 그람음성 세균에 의한 2차오염 여부와 저장성 검사에서의 내냉성 세균 오염여부 간의 관계에 따라 4개의 그룹으로 분류하였다(Table 4). Resazurin 환원시간 검사와 저장성검사에서도 모두 양성인 시유들은 내냉성 그람음성 세균으로 2차 오염되었으며 resazurin 환원시간 검사와 저장성검사에서도 모두 음성인 시유들은 2차 오염되지 않은 시료로서 두 검사가 일치하므로 resazurin 환원시간 검사를 이용하여 저장가능기간을 예측할 수 있다. 그러나 resazurin 환원시간 검사와 저장성 검사가 상호간에 일치하지 않는 시료들은 resazurin 환원시간 검사방법을 이용하여 저장가능기간을 예측하기 어렵다. 이러한 시료는 내냉성 그람음성 세균 외에 다른 그람음성 세균에 의해 오염되었을 수 있다. 또한 resazurin 환원시간 검사와 저장성 검사에서 배양온도가 각각 30 °C와 7 °C로 차이가 있고, resazurin 환원시간 검사에서는

cetrimide와 desoxycholate가 첨가되어 그람양성 세균이 주로 억제되나 일부 내냉성 그람음성 세균도 억제될 수 있고, 실험에 사용하는 우유 시료의 양에 제한이 있어 오염정도가 적은 경우 검출되지 않을 수 있어 두 검사 간에 항상 일치할 수는 없다 Resazurin 검사방법을 개선하여 저장성 검사와 일치하는 비율이 높게 할 수 있을 것이다.

Resazurin 환원시간 검사와 저장성 검사는 6월 및 9월에는 92~95%가 일치하나 5월과 7월에는 71~77%이고 8월에는 58%로 낮았다. 전체적으로 121개 시료 중에서 98개 시료가 resazurin 환원시간 검사와 저장성 검사가 일치한다. 따라서 resazurin 환원시간 검사를 이용하여 81%의 수준에서 저장가능기간을 예측할 수 있다.

저장성 검사에서 7 °C에서 10일간 저장한 후 세균수가  $10^6$  CFU/ml 이상인 시유에서 세균을 분리하여 그람음성 세균을 API 20E와 API 20NE를 이용하여 동정하였다(Table 5). 저장성 검사에서 분리된 26 균주 중에서 19 균주가 비발효성 호기성 그람음성 세균이고 그 중 14 균주가 *Pseudomonas*이고 다음으로 *Acinetobacter*와 *Aeromonas* 이었다. *Enterobacteriaceae*에 속하는 균주는 *Moellerella wisconsensis*와 *Serratia*

*ficaria* 2 균주이었다(Table 5).

Resazurin 환원시간검사에서 10시간 이내에 변색한 시유로부터 그람음성 세균 21 균주를 분리하여 동정하였다(Table 6). *Acinetobacter* 7 균주, *Pseudomonas*, 5 균주, *Chryseomonas luteola*, 1 균주를 합하여 비발효성 호기성 그람음성 세균이 13 균주이고 *Enterobacter* 4 균주, *Klebsiella oxytosa* 1 균주를 합하여 *Enterobacteriaceae*가 5 균주이었다.

저장성 검사와 resazurin 환원시간 검사에서 분리한 균주들의 종류에 차이를 보였다. 저장성 검사에서는 배양온도가 7 °C 이기 때문에 저온에서 생육이 가장 빠른 *Pseudomonas*가 다수를 차지하였다(IDF, 1993). 반면에 resazurin 환원시간 검사에서는 *Enterobacter*가 *Pseudomonas* 다음으로 냉장온도에 생육이 빠른 세균이 검출되었다. 이는 resazurin 환원시간 검사의 배양온도가 21 °C로서 상대적으로 저장성 검사보다도 높았기 때문이라고 생각된다. 저장성 검사

Table 5. Bacteria isolated from market milk which had bacterial counts more than 10<sup>6</sup> CFU/ml after storage at 7 °C for 10 days

Bacteria	Total
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	9
<i>Pseudomonas putida</i>	2
<i>Pseudomonas aureofaciens</i>	1
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	1
<i>Pseudomonas vesicularis</i>	1
<i>Acinetobacter junii/johnsonii</i>	2
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	1
<i>Aeromonas hydrophilia/caviae</i>	1
<i>Aeromonas salmonicida</i> ssp. <i>salmonicida</i>	1
<i>Moellerella wiscosensis</i>	1
<i>Serratia ficaria</i>	1
Not determined	5
Total	26

Table 6. Bacteria isolated from the mixture of market milk and Cetrime desoxycholate broth which incubated at 21 °C

Bacteria	Total
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3
<i>Acinetobacter junii/johnsonii</i>	2
<i>Acinetobacter</i> sp.	2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2
<i>Pseudomonas aureofaciens</i>	1
<i>Pseudomonas putida</i>	1
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	1
<i>Enterobacter cloacae</i>	1
<i>Enterobacter intermedium</i>	2
<i>Enterobacter sakazakii</i>	1
<i>Chryseomonas luteola</i>	1
<i>Klebsiella oxytosa</i>	1
Not determined	3
Total	21

와 resazurin 환원시간 검사에서 분리한 세균들의 종류에 상당한 차이가 있다. 따라서 resazurin 환원시간 검사가 시유의 저장 가능기간을 정확히 예측하기에는 한계가 있다.

Resazurin 환원시간 검사를 이용하여 저장 가능기간을 좀 더 정확히 예측하기 위하여 배양온도를 더 낮게 하면 내냉성 세균의 성장을 상대적으로 유리하게 할 수 있으나 배양시간을 연장해야 하므로 검사법의 신속성이 감소한다. 또한 resazurin 환원시간 검사에 사용하는 우유 시료의 양을 증가시키거나 MPN 방법을 사용함으로써 그람음성 세균에 의해 매우 낮게 오염된 우유의 검출 확률을 높이고 오염의 정도를 측정할 수 있으나 많은 양의 시료와 시약 및 인력이 소요된다. 정상적으로 냉장 저장된 시유의 경우 *Pseudomonas*가 주로 성장하므로 resazurin 환원시간 검사에서 *Pseudomonas*에 대해 선택성이 높은 배지를

사용하여 저장성을 좀 더 정확히 예측할 수 있다. 그러나 *Pseudomonas*의 성장을 촉진하고 *Enterobacteriaceae*를 억제하는 배지를 사용하면 2차 오염을 검출하지 못하여 기계의 위생적 가동 여부 및 제품의 안전성을 결정할 수 없다. 이 연구에서 사용한 Cetrimide desoxycholate 배지를 이용한 resazurin 환원시간 검사를 이용함으로써 29시간 이내에 시유의 저장가능기간을 비교적 정확히 예측할 수 있으며 그람음성 세균의 2차오염 여부를 검증할 수 있었다.

#### IV 요약

NPC agar, DHL agar, MacConkey agar와 Cetrimide desoxycholate agar의 선택성을 조사하였다. Cetrimide desoxycholate agar가 다른 선택성 배지에 비해 그람양성 세균을 억제하고 *Pseudomonas*를 비롯한 내냉성 그람음성 세균의 선택적 배양에 더 좋은 한천배지이었다. Resazurin 환원시간 검사에서 Cetrimide desoxycholate broth를 시유와 혼합하여 21 °C에서 18시간 배양한 후 resazurin을 첨가하여 변색되는 시간으로 2차오염을 결정하는 방법으로서 조사하였다. Resazurin 환원시간 검사와 저장성 검사간에 81%의 관련성이 있었다. 저장성 검사의 우유에서 *Pseudomonas*가 가장 빈도 높게 분리되었으며 다음으로 *Acinetobacter*와 *Aeromonas*가 검출되었다. Resazurin 환원시간 검사에는 *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*의 순서의 빈도로 검출되었다.

#### V 사 사

이 연구는 1996년도 농림기술특정연구과제 지원에 의해 수행되었음.

#### VI 인용 문헌

1. Anonymity. 1998. API 20E - Identification sys-

- tem for *Enterobacteriaceae* and other gram-negative rods. bioMerieux sa.
2. Atlas, R. M. and Parks, L. C. 1993. Handbook of microbiological media. CRC Press. Boca Raton.
3. Bishop, J. R. and White, C. H. 1986. Assessment of dairy product quality and potential shelf life - a review. J. Food Prot. 49:739-753.
4. Bishop, J. R., White, C. H. and Firstenberg-Eden, R. 1984. Rapid impedimetric method for determining the potential shelf-life of pasteurized whole milk. J. Food Prot. 47:471-475.
5. Bossuyt, R. G. and Waes, G. M. 1983. Impedance measurements to detect post-pasteurization contamination of pasteurized milk. J. Food Prot. 46:622-624.
6. Byrne, Jr, R. D., Bishop, J. R. and Boling, J. W. 1989a. Estimation of potential shelf-life of pasteurized fluid milk utilizing a selective preliminary incubation. J. Food Prot. 52:805-807.
7. Byrne, R. D., Bishop, J. R. and McGilliard, M. L. 1989b. Selective preliminary incubation for gram-negative psychrotrophic bacteria in milk. J. Food Prot. 52:805-807.
8. Gruetmacher, T. J. and Bradley, R. L. Jr. 1999. Identification and control of precessing variables that affect the quality and safety of fluid milk. J. Food Prot. 62:625-31.
9. IDF. 1993. Catalogue of tests for the detection of post-pasteurization contamination of milk. Bulletin of the IDF 281:13-34.
10. Langeveld, L. P. M., Cuperus, F., van Breeman, P. and Dijkers, J. 1976. A rapid method for the detection of post-pasteurization contamination in HTST-pasteurized milk. Neth. Milk Dairy J. 30:157-173.
11. MacFaddin, J. F. 1980. Biochemical tests for identification of medical bacteria, 2nd. ed. Williams and Wilkins, Baltimore.
12. Phillips, J. D., Griffiths, M. W. and Muir, D. O. 1984. Preincubation test to rapidly identify post-pasteurization contamination in milk and single cream. J. Food Prot. 5:391-393.
13. Visser, I. J. R. and de Groote, J. M. F. H. 1984. The Malthus microbiological growth analyzer as an aid in the detection of post-pasteurization contamination of pasteurized milk. Neth. Milk Dairy J., 38:151-156.

14. Waes, G. M. and Bossuyt, R. G. 1982. Usefulness of the benzalkon-crystal violet-ATP method for predicting the keeping quality of pasteurized milk. *J. Food Prot.*, 45:928-931.
  15. White, C. H., Bishop, J. R. and Morgan, D. M. 1993. Microbiological methods for dairy products. *In* Marshall, R. T. ed. Standard methods for the examination of dairy products. pp. 287-308. American Public Health Association.
  16. Zhiyong, L., Minying, Y. and Jianting, G. 2003. Rapid impedance method for predicting the potential shelf life of packaged pasteurized milk. *J. AOAC Int.* 86:998-1002.
  17. 최석호, 권우혁, 최정준, 이승배. 1999a. ATP bioluminescence와 전기저항법을 이용한 시유의 2차오염 검출법에 관한 연구. *Korean J. Dairy Sci.* 21:221-230.
  18. 최석호, 최정준, 이승배. 1999b. 색소환원법에 의한 시유의 2차오염 검출을 위한 그람음성 세균 선택성 배지. *Korean J. Korean Sci.* 21:231-240.
- (접수일자 : 2004. 8. 17. / 채택일자 : 2004. 12. 6.)