

การควบคุมเชื้อแบคทีเรียในน้ำอ้อยโดยสารเคมี

Quaternary Ammonium Compounds

Chemical Control of Bacteria in Sugar Cane Juice by Using Quaternary Ammonium Compounds

บุญส่ง แสงอ่อน¹ และ วิวัฒน์ แดงสุภา²

Boonsong Saeng-on and Wiwut Daengsubha

ABSTRACT

In the 1982 – 1983 season, it was found that the sugar factories used 4 kinds of chemicals to control microorganism in sugarcane juice. They have the trade names of Maquat-1416, Hexemine X-100, CMA and Lutensit-KIC. All these chemicals belong to the group of quaternary ammonium compound (QAC) and have been approximately used at the concentration of 5 ppm. The effect of 3 quaternary ammonium compounds, Maquat-1416, CMA and Hexemine X-100 were tested. All these compounds were inhibitory at minimum concentration of 10 ppm to the following bacteria : *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus sp.*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus Fermentum*, *Erwinia herbicola* and *Proteus sp.* *Pseudomonas sp.* and *Klebsiella sp.* were resistant to these chemicals. A study on the bactericidal property of these compounds at concentration of 10 ppm for 20 minutes was also undertaken. It was found that CMA could only inhibit the bacteria but not kill them, while Maquat-1416 could kill many bacterial species. Hexemine X-100 could inhibit most of the test bacteria and could kill just a few. The study indicated that the increase in the concentration of QAC to 10 ppm could control the bacteria in sugarcane juice and could reduce the rate of detrimental sucrose effectively.

บทคัดย่อ

ในฤดูการผลิตน้ำตาลปี 2524–2525 พบว่า โรงงานน้ำตาลใช้สารเคมี 4 ชนิดเพื่อควบคุมจุลินทรีย์ในน้ำอ้อย สารเคมีดังกล่าวมีชื่อทางการค้าดังนี้ คือ Maquat-1416, CMA, Hexemine X-100 และ Lutensit-KLC. สารเคมีเหล่านี้เป็นสารประเภท quaternary ammonium compound (QAC) โดยใช้ความเข้มข้น 5 ส่วนในล้าน (ppm) เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี 3 ชนิด คือ Maquat-

1416, CMA, และ Hexemine X-100 พบว่าความเข้มข้น 10 ส่วนในล้านของสารเคมีทั้งสามชนิดเริ่มมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในน้ำอ้อย คือ *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus sp.*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *Erwinia herbicola* และ *Proteus sp.* ยกเว้นเชื้อ *Pseudomonas sp.* และ *Klebsiella sp.* ซึ่งคือต่อสารเคมีทั้งสามชนิดดังกล่าว และเมื่อศึกษาความ

1 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก
Dept. of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot Univ., Pisanulok.

2 ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในน้ำอ้อย โดยใช้เวลาแช่ 10 ส่วนในล้าน นาน 20 นาที พบว่าสาร CMA สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่นั่น แต่ไม่ฆ่าแบคทีเรีย สาร Maquat-1416 สามารถฆ่าแบคทีเรียได้หลายชนิด ส่วน Hexemine X-100 สามารถฆ่าแบคทีเรียได้น้อยชนิด จากผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของ QAC เป็น 10 ส่วนในล้าน จะช่วยควบคุมแบคทีเรียในน้ำอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะสามารถลดอัตราการสูญเสียของน้ำตาลซูโครสที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวได้

คำนำ

น้ำตาลทรายเป็นสินค้าออกทางการเกษตร ซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอันดับที่สาม น้ำตาลทรายเข้ามามีบทบาทในด้านเศรษฐกิจและการเมืองทั้งในระดับชาติและระดับโลก ประเทศไทยใช้น้ำอ้อยเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย และในปัจจุบันนี้มีแนวโน้มที่จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานอีกด้วย

น้ำอ้อยประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสและธาตุอาหารชนิดอื่นจำนวนมาก ซึ่งเพียงพอสำหรับการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ในช่วงที่น้ำอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย แบคทีเรียที่ปะปนมามีโอกาสเจริญ ก่อให้เกิดผลเสียต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำตาลลดลง เกิดสารเมือก ความหนืดของน้ำอ้อยเพิ่มขึ้น เกิดการอุดตันของท่อและรางส่งน้ำอ้อย รูปผลึกของน้ำตาลทรายขาวผิดปกติ สิ่งเหล่านี้ทำให้ผลผลิตของน้ำตาลทรายลดต่ำลง (Chen and Picou, 1972; Tilbury, 1975; McMaster and Ravno, 1977; Clake, 1980; Irvine, 1981; Matic, 1981; Vane, 1981) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าตรวจพบแบคทีเรียบางชนิด ซึ่งมีความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ได้สูงจากน้ำอ้อยอีกด้วย (Roger *et al.*, 1979)

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะประเมินความเสียหายของน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อยอันเนื่องมาจากการเจริญของแบคทีเรีย รวมทั้งหาวิธีควบคุมแบคทีเรียเหล่านั้นด้วยสารเคมีบางชนิดที่มีประสิทธิภาพที่ใช้กันอยู่ด้วยความเข้มข้นที่เหมาะสม เป็นที่หวังได้ว่า

การศึกษาครั้งนี้จะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วได้ ซึ่งจะช่วยให้ผลผลิตของน้ำตาลทรายเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตอันใกล้ และจะช่วยลดความสูญเสียด้านเศรษฐกิจของชาติได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประสิทธิภาพของสาร Quaternary Ammonium Compound (QAC) ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียในน้ำอ้อย (ดัดแปลงจากวิธีการของ Tilbury, 1975) โดยเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว GTY (Glucose 1%, Tryptone 1% และ Yeast Extract 0.5%) นาน 48 ชั่วโมง ปรับความเข้มข้นเชื้อให้เท่ากับ 0.5 ด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร จากนั้นใช้เชื้อดังกล่าว 0.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำอ้อยที่กรองแล้ว ซึ่งบรรจุอยู่ในหลอดทดสอบขนาด 16 × 162 มิลลิเมตร และมีสาร QAC ความเข้มข้นตั้งแต่ 0 ถึง 50 ส่วนในล้านบรรจุอยู่ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยวัดความขุ่นด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร

2. การตรวจสอบฤทธิ์การฆ่าเชื้อของสาร QAC โดยคัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร QAC ชนิดต่าง ๆ จากข้อ 1 เพื่อนำมาตรวจสอบความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบเป็นปริมาณมากหรือสำคัญในน้ำอ้อย โดยใช้เชื้อเริ่มต้นประมาณ $1-2 \times 10^7$ เซลล์/มิลลิลิตร เลี้ยงในน้ำอ้อยที่ไม่ได้กรองและมีสาร QAC ความเข้มข้นตามที่คัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมบรรจุอยู่ จากนั้นทำการตรวจนับแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดเมื่อเวลาผ่านไป 0, 10, 20, 30 และ 40 นาที ตามลำดับ โดยวิธี Spread plate technique บนอาหาร STA (Sucrose 10%, Glucose 1%, Tryptone 1%, Yeast extract 0.5% และ Agar 1.5% pH 5.5) วิธีนี้ดัดแปลงมาจากวิธี "In Use Test" (Maurer, 1969)

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจการใช้สารเคมีควบคุมเชื้อแบคทีเรียในน้ำอ้อย (ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนชุดของลูกหีบ ชนิด ปริมาณ และวิธีการใช้สารเคมีในการควบคุมจุลินทรีย์ในน้ำอ้อยของโรงงานน้ำตาลทราย ในฤดูการผลิตปี 2524–2525

โรงงาน	จำนวน ลูกหีบ (ชุด)	สารเคมีควบคุมจุลินทรีย์		
		ชื่อสารเคมี	ความเข้มข้น (ppm)	วิธีใช้
1	4	Maquat-1416	5	ใส่ตลอดเวลาเฉพาะน้ำอ้อยรวม
2	6	Hexemine X-100	5	ใส่ 50 นาที หยุด 10 นาที ในน้ำอ้อยรวม
3	6	Hexemine X-100	5	ใส่ตลอดเวลาในน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดแรกและน้ำอ้อยรวม
4	5	Maquat-1416	5	ใส่ตลอดเวลาตรงลูกหีบชุดที่ 1, 4 และน้ำอ้อยรวม
5	6	CMA 435 LB.S	?	ใส่ตลอดเวลาเฉพาะน้ำอ้อยรวม
6*	5	Lutensit KLC	2-5	ใส่ตลอดเวลาในน้ำอ้อยรวม
7	6	Maquat-1416	5	ใส่ 5 นาที หยุด 25 นาที ในน้ำอ้อยรวม
8	4	Maquat-1416	5	ใส่ตลอดเวลาในน้ำอ้อยรวม
9	5	Hexemine X-100	5	ใส่ 5 นาที หยุด 15 นาที ในน้ำอ้อยรวม

หมายเหตุ ข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโรงงานน้ำตาลแต่ละแห่ง ในฤดูหีบอ้อยปี พ.ศ. 2524–2525

? = ไม่ทราบปริมาณที่แน่นอน

* = สารเคมีชนิดอื่นที่โรงงานเคยใช้ มีชื่อทางการค้าดังนี้ CMA, Hydrasan H-10, Talocide-Q, Hexemine X-100, Maquat-1416, Sterinaza-L และ Amerstat 272

พบว่าโรงงานน้ำตาลใช้สารเคมีพวก Quaternary ammonium compound (QAC) ความเข้มข้น 5 ส่วนในล้าน เพื่อควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำอ้อยบริเวณจุดต่าง ๆ แต่โดยทั่วไปนิยมใส่สารเหล่านี้บริเวณน้ำอ้อยรวม แม้ว่าจะใส่ QAC ความเข้มข้นดังกล่าวแล้วก็ตาม แต่จากการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียพบว่า มีปริมาณมากระหว่าง 10^7 – 10^8 เซลล์/มิลลิลิตร (บุญส่งและวิวัฒน์, 2527) ซึ่งให้เห็นได้ว่า QAC ปริมาณดังกล่าวอาจไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการควบคุมแบคทีเรียในน้ำอ้อย ดังนั้น จึงได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของ QAC ต่อไป

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสาร QAC ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในน้ำอ้อย (ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2) พบว่าความเข้มข้น 10 ส่วนในล้านของ QAC สามชนิด คือ Maquat-1416, CMA, และ Hexemine X-100 เริ่มมีประสิทธิภาพ

ในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในน้ำอ้อย คือ *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus sp.*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *Erwinia herbicola* และ *Proteus sp.* ยกเว้น *Pseudomonas sp.* และ *Klebsiella sp.* ซึ่งคือต่อสาร QAC ทั้งสามชนิด จากผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นได้ว่า ในสภาพปัจจุบัน การที่โรงงานน้ำตาลใส่สาร QAC ความเข้มข้น 5 ส่วนในล้านลงในน้ำอ้อยนั้นถือว่าการสูญเสียโดยสิ้นเชิง เพราะความเข้มข้นดังกล่าวยังไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในน้ำอ้อยได้ ดังนั้น โรงงานน้ำตาลจึงควรเพิ่มความเข้มข้นของ QAC เป็น 10 ส่วนในล้านจึงจะสามารถควบคุมแบคทีเรียในน้ำอ้อยได้ และจะช่วยลดการสูญเสียของน้ำตาลซูโครสที่เกิดจากการเจริญของแบคทีเรียได้ แม้สารเหล่านี้อาจมีอันตรายบางประการต่อคน

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของสารเคมีในกลุ่ม quaternary ammonium compound 3 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในน้ำอ้อย เป็นระยะเวลานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้น สาร (ppm)	ชนิด ของสาร	ค่า O.D. ของเชื้อแบคทีเรีย								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control	—	0.048	0.185	0.220	0.040	0.128	0.095	0.410	0.110	0.105
0.5	A	0.032	0.158	0.112	0.062	0.156	0.150	0.280	0.150	0.132
	B	0.040	0.170	0.155	0.128	0.098	0.110	0.300	0.090	0.040
	C	0.022	0.278	0.175	0.115	0.095	0.095	0.265	0.045	0.145
1	A	0.025	0.125	0.110	0.045	0.139	0.100	0.290	0.090	0.090
	B	0.042	0.175	0.130	0.100	0.095	0.082	0.265	0.085	0.130
	C	0.028	0.285	0.198	0.100	0.100	0.110	0.260	0.060	0.088
3	A	—	0.065	0.055	0.055	0.136	0.017	0.298	0.060	0.098
	B	—	0.140	0.075	0.115	0.112	0.085	0.250	0.070	0.130
	C	—	0.232	0.075	0.100	0.082	0.095	0.275	0.060	0.035
5	A	—	0.043	0.025	0.055	0.151	—	0.240	0.070	0.102
	B	—	0.120	0.018	0.075	0.110	0.125	0.024	0.050	0.060
	C	—	0.155	0.110	0.120	0.118	0.065	0.270	0.070	0.115
7	A	—	0.040	0.015	0.058	0.128	—	0.105	0.015	0.098
	B	—	0.135	0.015	0.120	0.105	0.025	0.220	0.030	0.070
	C	—	0.145	0.108	0.078	0.085	—	0.230	0.020	0.050
10	A	—	0.020	0.052	0.058	0.134	—	0.052	—	0.073
	B	—	—	—	0.125	0.132	—	—	0.030	0.095
	C	—	—	0.048	0.120	0.135	—	0.100	0.018	0.025
15	A	—	0.095	0.142	0.050	0.111	—	—	—	0.063
	B	—	—	—	0.100	0.150	—	—	0.060	0.075
	C	—	—	—	0.115	0.158	—	0.150	0.060	0.075
20	A	—	0.175	0.095	0.058	0.102	—	—	—	0.063
	B	—	—	—	0.120	0.138	—	—	0.070	0.065
	C	—	—	—	0.110	0.140	—	0.175	0.050	0.040
25	A	—	0.195	0.138	0.062	0.094	—	—	—	0.145
	B	—	—	—	0.125	0.155	—	—	0.060	0.035
	C	—	—	—	0.125	0.190	—	—	0.060	0.040
30	A	—	0.175	0.212	0.040	0.031	—	—	—	0.073
	B	—	—	—	0.125	0.160	—	—	0.060	0.045
	C	—	—	—	0.110	0.148	—	—	0.040	0.065
40	A	—	—	—	0.004	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	0.135	0.155	—	—	0.050	0.040
	C	—	—	—	0.125	0.145	—	—	0.040	0.065
50	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	0.130	0.180	—	—	0.040	0.075
	C	—	—	—	0.120	0.148	—	—	0.030	0.065

หมายเหตุ ppm : Part per million;

O.D. : Optical density

A : Maquat-1416

B : CMA (Cane milling aid)

C : Hexemine x-100

- : ไม่มีการเจริญของเชื้อ หรือสามารถ
ยับยั้งเชื้อได้ 100 เปอร์เซ็นต์

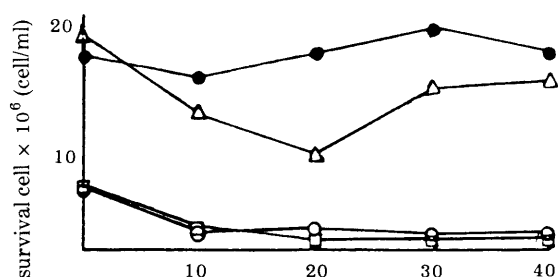
- 1 *Leuconostoc mesenteroides* (รหัส L-4)
- 2 *Streptococcus sp.* (รหัส Str-1)
- 3 *Lactobacillus cellobiosus* (รหัส La-22)
- 4 *Pseudomonas sp.* (รหัส Ps-1)
- 5 *Klebsiella sp.* (รหัส K-1)
- 6 *Bacillus subtilis* (รหัส B-1)
- 7 *Lactobacillus fermentum* (รหัส La-10)
- 8 *Erwinia herbicola* (รหัส E-13)
- 9 *Proteus sp.* (รหัส P-3)

(Sykes, 1965) แต่จากการศึกษาในประเทศแอฟริกาได้พบว่า สารเหล่านี้จะสลายไปด้วยความร้อนและตรวจไม่พบแบคทีเรียหลังจากผ่านกระบวนการต้มระเหยของน้ำอ้อย (Hugot, 1972) อย่างไรก็ตาม การวิจัยเพื่อหาทางควบคุมแบคทีเรียในน้ำอ้อยยังเป็นสิ่งที่จำเป็นเพราะอาจพบสารเคมีที่เหมาะสมหรือวิธีการที่ดีกว่าซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อโรงงานน้ำตาลและผู้บริโภคน้ำตาล และเกิดผลดีต่อเศรษฐกิจของชาติเป็นส่วนรวมต่อไป

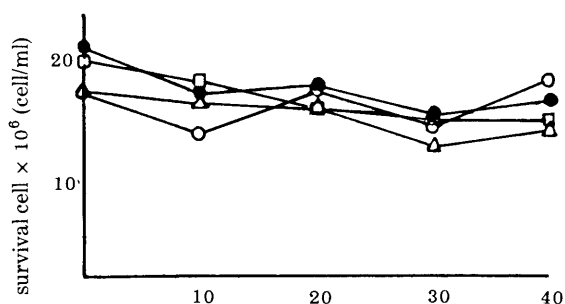
3. ผลการศึกษาฤทธิ์การฆ่าเชื้อแบคทีเรียของสาร QAC (ดังแสดงในแผนภาพที่ 1) พบว่า เมื่อใช้สาร CMA, Maquat-1416 และ Hexemine X-100 ความเข้มข้น 10 ส่วนในล้าน นาน 20 นาที สาร CMA สามารถยับยั้งแบคทีเรียเหล่านั้น แต่ไม่ฆ่าแบคทีเรีย สาร Maquat-1416 สามารถฆ่าแบคทีเรียได้หลายชนิด ส่วน Hexemine X-100 สามารถฆ่าแบคทีเรียได้น้อยชนิด อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าฤทธิ์การฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ความเข้มข้นดังกล่าวแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของสารและเชื้อที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพที่ 1 กราฟแสดงประสิทธิภาพของสาร quaternary ammonium compound 3 ชนิด ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ซึ่งเจริญในน้ำอ้อย ภายในระยะเวลา 40 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

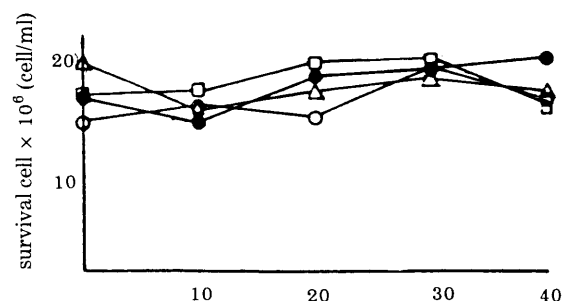
A, B และ C : กราฟแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Leuconostoc mesenteroides* (รหัส L-4) ของสาร Maquat-1416, CMA (Cane Milling Aid) และ Hexemine X-100 ตามลำดับ



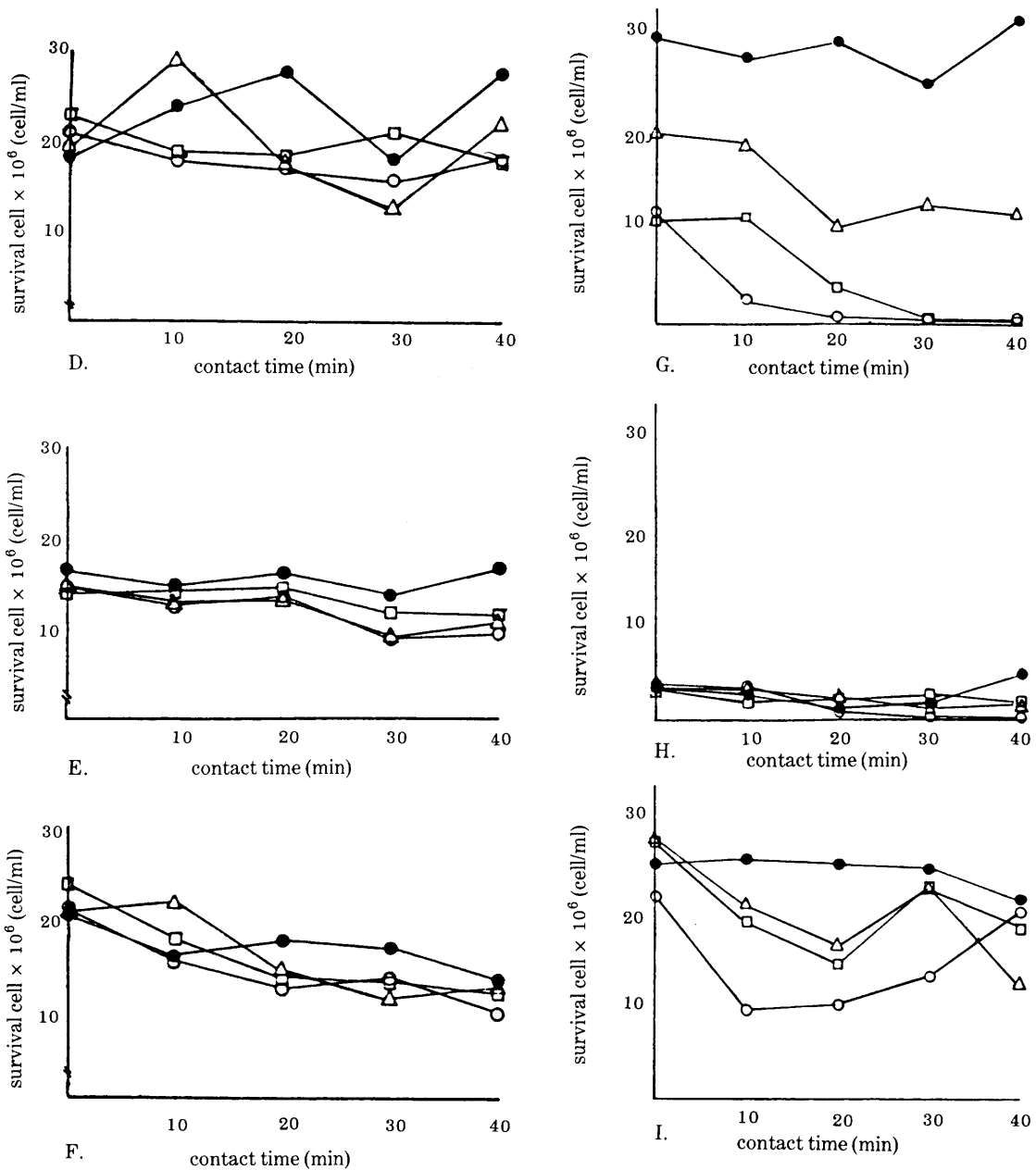
A. contact time (min)



B. contact time (min)



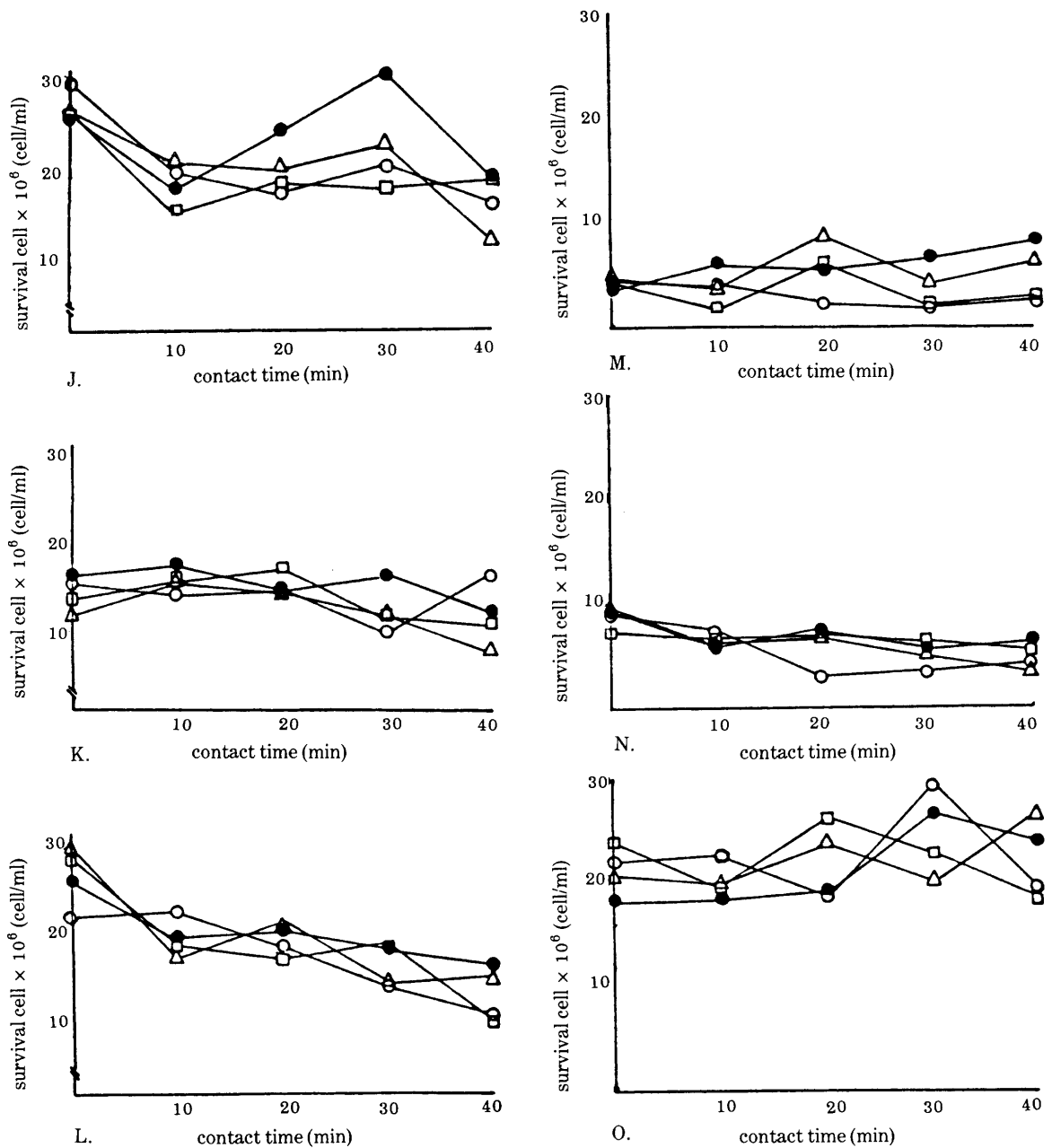
C. contact time (min)



ภาพที่ 1 D, E และ F : กราฟแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus sp.* (รหัส Str-1) ของสาร Maquat-1416, CMA (Cane Milling Aid) และ Hexemine X-100 ตามลำดับ

G, H และ I : กราฟแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus fermentum* (รหัส La-10) ของสาร Maquat-1416, CMA (Cane Milling Aid) และ Hexemine X-100 ตามลำดับ

หมายเหตุ ●—● : ความเข้มข้น 0 ppm (control or untreated)
 △—△ : ความเข้มข้น 5 ppm.
 □—□ : ความเข้มข้น 10 ppm.
 ○—○ : ความเข้มข้น 20 ppm.



ภาพที่ 1 J, K และ L : กราฟแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus cellobiosus* (รหัส La-22) ของสาร (ต่อ) Maquat-1416 CMA (Cane Milling Aid) และ Hexemine X-100 ตามลำดับ
M, N และ O : กราฟแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia herbicola* (รหัส E-13) ของสาร Maquat-1416, CMA (Cane Milling Aid) และ Hexemine X-100 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- บุญส่ง แสงอ่อน และวิวัฒน์ แดงสุภา. 2527. บักเตอรี
ในน้ำอ้อยจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย
ในประเทศไทย. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)
18:153-161.
- Chen, J.C.P. and R.W. Picou. 1972. Cane juice.
acidity V.S. sugar recovery. The Sug.
J. March:25-27.
- Clake, M.A., E.J. Roberts, M.A. Godshall, M.A.
Brannan, F.G. Carpenter and E.E.
Coll. 1980. Sucrose loss in manufacture
of cane sugar. Sug. Y Azucar. 75(9):
64-68.
- Hugot, E. 1972. Handbook of Cane Sugar
Engineering. 2nd ed., Elsevier Publish-
ing Co. Ltd., Amsterdam.
- Irvine, J.E. 1981. Fields origine of dextran
and other substance effecting sucrose
crystallization. Sug. Y. Azucar. 76(6):
43-47.
- Matic, M. 1981. Dextran in the sugar factory.
Sug. Y. Azucar. 76(6): 47.
- Mauerer, I.M. 1969. A test for stability and
long term effectiveness in disinfectant.
Pharm. J. 203:529.
- McMaster, L. and A.B. Ravno. 1977. The occu-
rence lactic acid and associated micro-
organism in cane sugar processing,
pp. 2679-2691. In F.S. Reis (ed.).
Proc. Int. Soc. Sug. Cane Technol.
Saopaulo. 16th Congr.
- Roger, P.L., K.J. Lee and D.E. Tribe. 1979.
Kinetic of alcohol production by *Zymo-
monas mobilis* in high sugar concen-
tration. Biotechnol. Lett. 165-170.
- Sykes, G. 1965. Disinfection and Sterilization.
2nd ed., E. and F.N. Spon Ltd.,
London.
- Tilbury, R.H. 1975 Occurence and effects of
lactic acid bacteria in sugar industry.
In J.G., Carr, C.V. Cutting and G.C.
Whiting (ed.), Lactic Acid Bacteria in
Beverage Food. Academic Press., New
York.
- Vane, G.W. 1981. Problem arising from the
presence of dextran in sugar products.
Sug. Y Azucar. 76(6):48-52.