บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการเจริญของจุลินทรีย์จากการถ่ายเชื้อโดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 % (v/v)

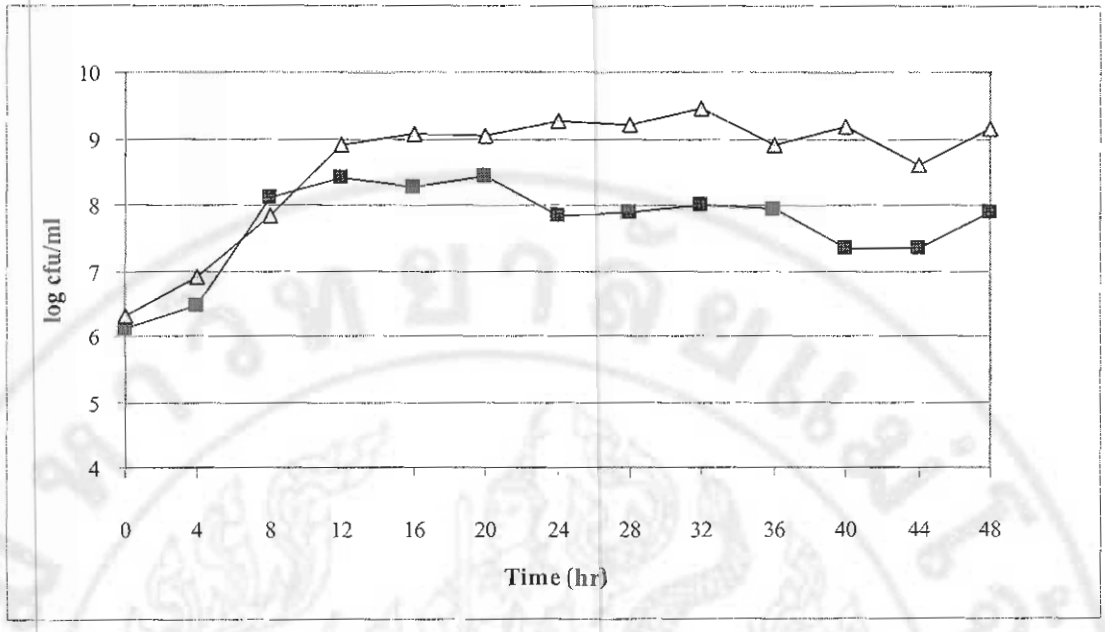
จากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จำนวนเซลด้วยวิธี drop plate เปรียบเทียบกับวิธี pour plate พบว่าได้ผลใกล้เคียงกัน (ดูใน**ภาคผนวก ข**) จึงได้ใช้วิธี drop plate ในการวิเคราะห์จำนวนเชื้อที่มีชีวิตตลอดการศึกษาแทนวิธี pour plate

จากการศึกษาการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus lactis* และ *S. thermophilus* ในอาหารเหลว GYP และ MRS โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 % เพาะเลี้ยงในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างทุก 4 ชั่วโมง มาวิเคราะห์จำนวนเซลที่มีชีวิตโดยวิธี drop plate ได้ผลดังแสดงใน **ตาราง 6** ส่วนค่า pH ที่เวลาต่างๆ แสดงใน**ภาคผนวก ค** เมื่อนำค่าจำนวนเซลที่มีชีวิตต่อมิลลิลิตรในอาหารเหลว GYP และ MRS (จาก**ตาราง 6**) มาพล็อตกราฟพบว่า *Lb. acidophilus* เจริญในอาหารเหลว MRS ได้ดีกว่าอาหารเหลว GYP (**ภาพ 1**) ส่วนเชื้อ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. lactis* และ *S. thermophilus* เจริญในอาหารเหลว GYP ได้ดีกว่าในอาหารเหลว MRS (**ภาพ 2-4**) โดยพิจารณาจากจำนวนเซลสูงสุดประกอบกับระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญของเชื้อเข้าสู่ระยะ late-log phase หรือ early-stationary phase เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของอาหารเลี้ยงเชื้อใน **ตาราง 1** พบว่าอาหาร MRS มีส่วนประกอบที่ซับซ้อนกว่า GYP โดยเฉพาะส่วนประกอบจำพวกเกลือแร่ ได้แก่ ammonium citrate และ sodium acetate ซึ่ง Evan and Niven (1951) และ Tittsler *et al.* (1952) กล่าวว่าเกลือ acetate และ citrate มีผลช่วยในการกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกได้ดี สอดคล้องกับที่ สายชล (2520) ได้กล่าวไว้ว่าอัตราการเจริญสูงสุดของเชื้อจะลดลงกว่าเท่าตัวหากในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกไม่มีการเติม ammonium citrate และ sodium acetate ลงไป นอกจากนี้ส่วนประกอบสำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ Tween 80 ซึ่งเป็นสารอาหารจำพวกกรดไขมัน ซึ่ง Gilliland *et al.* (1974) กล่าวว่า Tween 80 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีกรดโอเลอิกผสมอยู่ซึ่งมีผลให้เยื่อหุ้มเซลของ *Lb. bulgaricus* มีความทนทานแข็งแรงมากขึ้น และ Partanen *et al.* (2001) ยังกล่าวเสริมอีกว่า fatty acid และ fats ได้แก่ Tween 20, Tween 40 และ Tween 60 โดยที่ fatty acid ทุกชนิดที่ใช้เติมลงในอาหาร MRS ล้วนแต่มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Lactobacillus delbrueckii* อย่างไรก็ตามจากการเลี้ยงเชื้อทั้งสี่ชนิดในอาหารเหลว GYP และ MRS

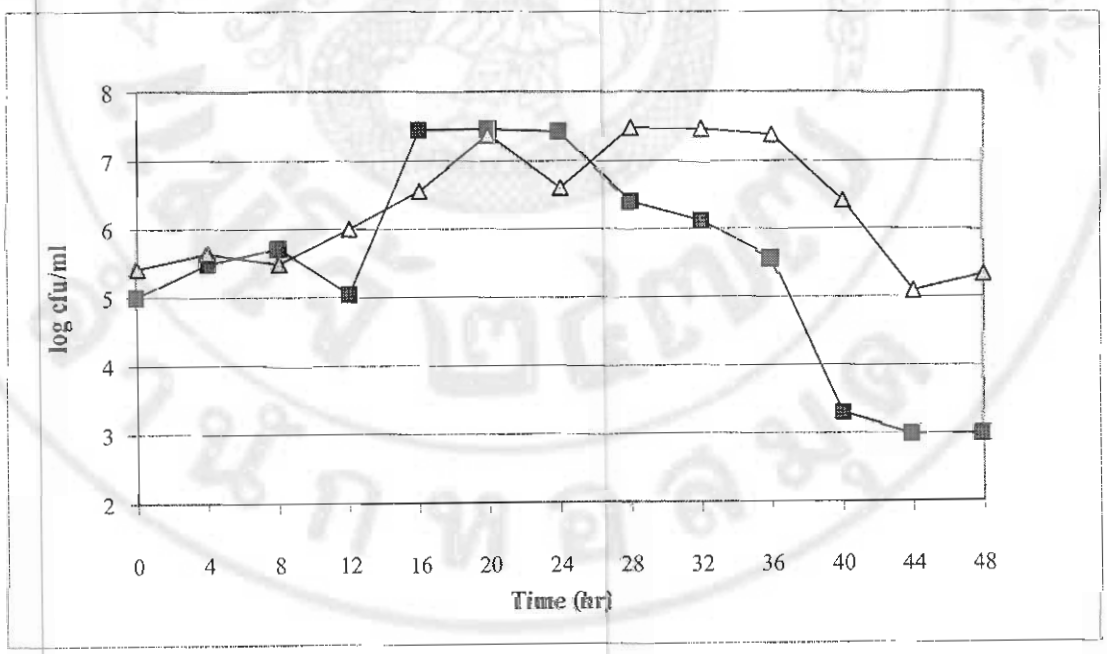
ในการทดลองนี้มีเพียง *Lb. acidophilus* เท่านั้นที่เจริญได้ดีใน MRS จึงสันนิษฐานว่า *Lb. acidophilus* น่าจะมีความต้องการสารอาหารที่ซับซ้อน และต้องการเกลือแร่กับกรดไขมันเป็นส่วนสำคัญต่อการเจริญมากกว่าเชื้ออีกสามชนิดที่เหลือ

ตาราง 6 จำนวนเซลที่มีชีวิตที่เลี้ยงโดยวิธี drop plate ในอาหารเหลว GYP และMRS โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %

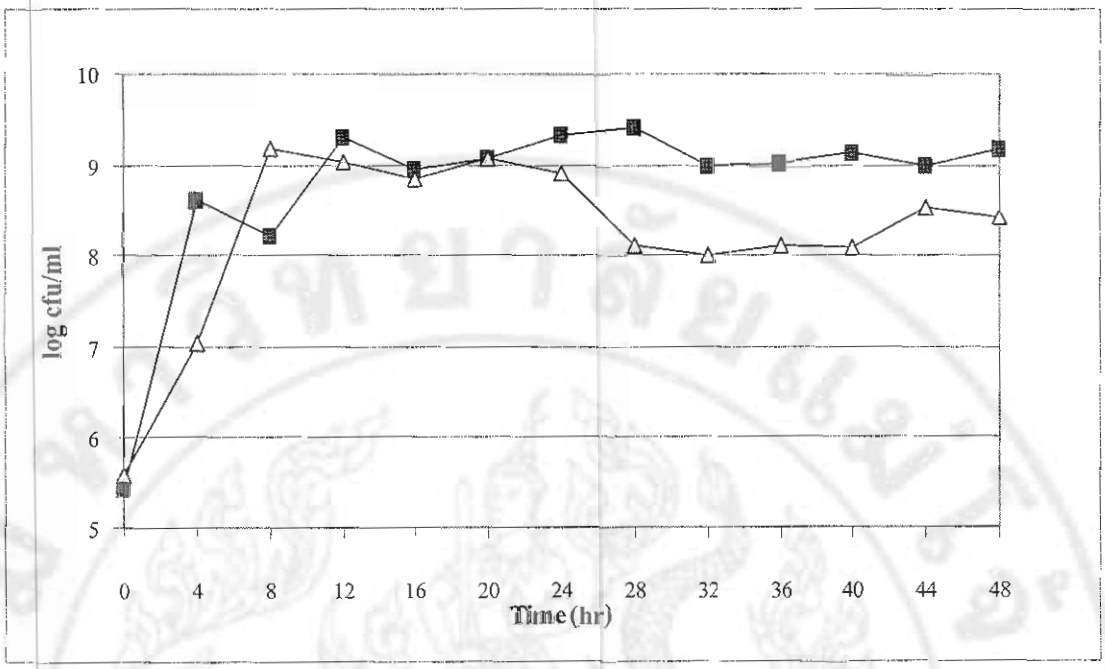
เวลา	จำนวนเชื้อที่มีชีวิต (cfu/ml)															
	Lb. acidophilus				*Lb. delbruekii* subsp *bulgaricus*				*S. lactis*				*S. thermophilus*			
	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log
0	1.3×10^{6}	6.11	2.0×10^{6}	6.30	1.0×10^{5}	5.00	2.6×10^{5}	5.41	2.7×10^{5}	5.43	3.8×10^{5}	5.58	4.2×10^{6}	6.62	4.5×10^{6}	6.65
4	3.0×10^{6}	6.48	8.0×10^{6}	6.90	3.0×10^{5}	6.48	4.3×10^{5}	5.63	4.1×10^{8}	8.61	1.1×10^{7}	7.04	3.4×10^{8}	8.53	1.3×10^{9}	9.11
8	1.3×10^{8}	8.11	7.0×10^{7}	7.85	5.1×10^{5}	5.71	3.0×10^{5}	6.48	1.6×10^{8}	8.20	1.5×10^{8}	8.18	3.5×10^{8}	8.54	3.1×10^{9}	9.49
12	2.5×10^{8}	8.39	8.0×10^{8}	8.90	1.1×10^{5}	5.04	1.0×10^{6}	6.00	2.0×10^{9}	9.30	1.1×10^{9}	9.04	3.6×10^{9}	9.56	6.0×10^{9}	9.77
16	1.9×10^{8}	8.28	1.2×10^{9}	9.08	2.8×10^{7}	7.45	3.6×10^{6}	6.56	9.0×10^{9}	9.95	7.0×10^{8}	8.84	4.2×10^{8}	8.62	9.6×10^{8}	8.98
20	2.7×10^{8}	8.43	1.1×10^{9}	9.04	2.9×10^{7}	7.46	2.4×10^{7}	7.38	1.2×10^{9}	9.08	1.2×10^{9}	9.08	2.2×10^{9}	9.34	1.9×10^{8}	8.28
24	6.8×10^{7}	7.83	1.8×10^{9}	9.25	2.7×10^{7}	7.43	4.0×10^{6}	6.60	2.1×10^{9}	9.32	8.0×10^{8}	8.90	1.8×10^{7}	7.25	6.3×10^{6}	6.79
28	7.9×10^{7}	7.89	1.58×10^{9}	9.19	2.5×10^{6}	6.39	3.0×10^{7}	7.48	2.6×10^{9}	9.41	1.3×10^{8}	8.00	4.5×10^{8}	8.65	7.7×10^{8}	8.88
32	1.0×10^{8}	8.00	2.8×10^{9}	9.45	1.3×10^{6}	6.11	2.9×10^{7}	7.46	1.0×10^{9}	9.00	1.0×10^{8}	8.00	1.8×10^{8}	8.25	6.0×10^{7}	7.78
36	9.0×10^{7}	7.95	8.0×10^{8}	8.90	3.8×10^{5}	5.57	2.4×10^{7}	7.38	1.1×10^{9}	9.04	1.3×10^{8}	8.11	1.8×10^{9}	8.25	5.2×10^{8}	8.72
40	1.3×10^{8}	8.11	1.5×10^{9}	9.18	2.0×10^{5}	5.30	2.6×10^{6}	6.41	1.4×10^{9}	9.15	1.2×10^{8}	8.08	2.6×10^{8}	8.41	4.7×10^{9}	9.67
44	2.2×10^{7}	7.34	4.0×10^{8}	8.60	1.0×10^{3}	3.00	1.2×10^{5}	5.08	1.0×10^{9}	9.00	3.4×10^{8}	8.53	2.7×10^{8}	8.43	5.1×10^{9}	9.71
48	8.0×10^{7}	7.90	1.4×10^{9}	9.15	1.0×10^{3}	3.00	2.1×10^{5}	5.32	1.5×10^{9}	9.18	2.6×10^{8}	8.41	4.7×10^{9}	9.67	3.3×10^{8}	8.52



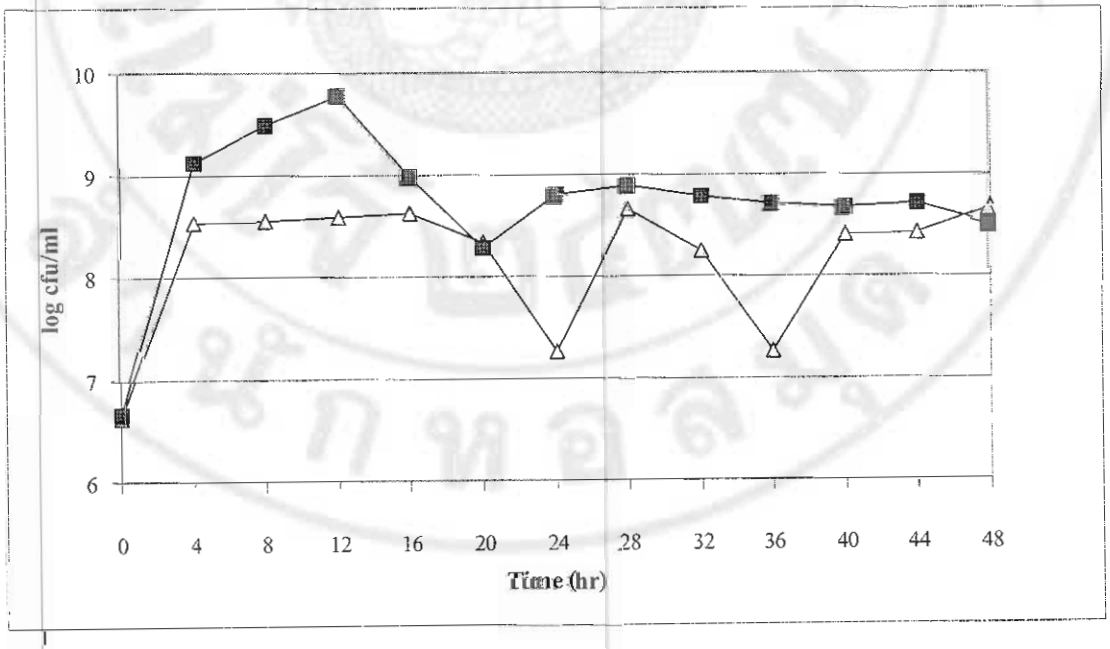
ภาพ 1 กราฟการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %



ภาพ 2 กราฟการเจริญของ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %



ภาพ 3 กราฟการเจริญของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %



ภาพ 4 กราฟการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %

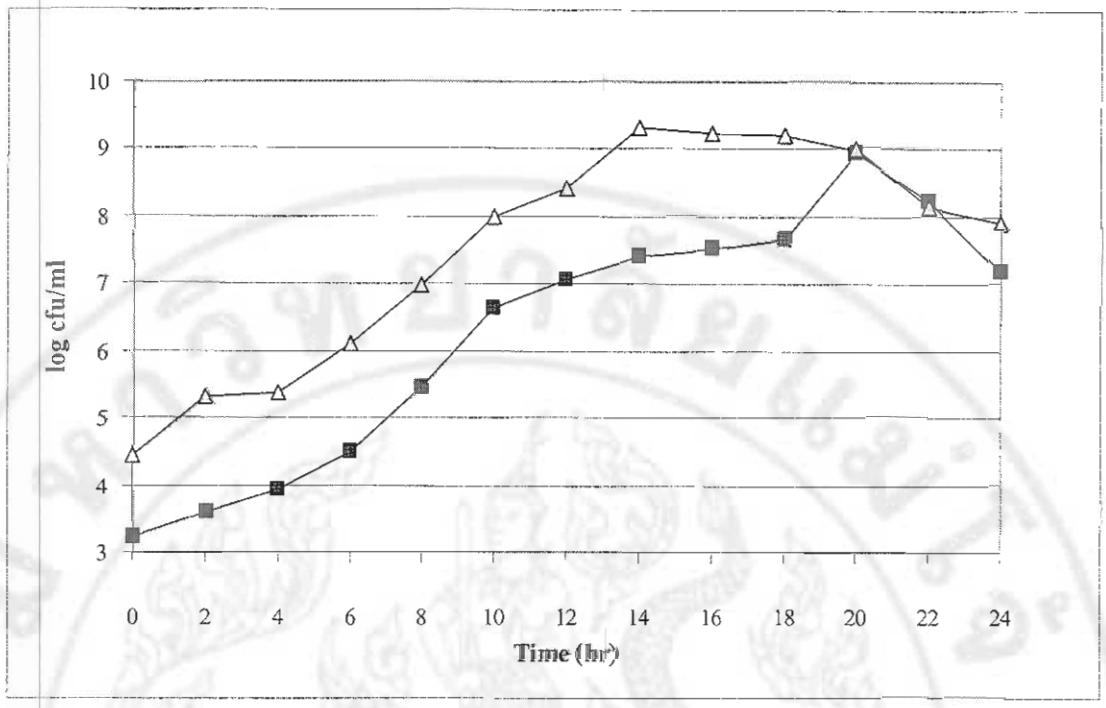
4.2 ผลการเจริญของจุลินทรีย์จากการถ่ายเชื้อโดยใช้หัวงถ่ายเชื้อ

จากการศึกษาการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus lactis* และ *S. thermophilus* ในอาหารเหลว GYP และ MRS โดยใช้หัวงถ่ายเชื้อและบ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง มาวิเคราะห์จำนวนเชื้อที่มีชีวิตโดยวิธี drop plate ได้ผลดังตาราง 7 และเมื่อนำค่าจำนวนเซลที่มีชีวิตต่อมิลลิลิตรในอาหารเหลว GYP และ MRS มาพล็อตกราฟเทียบกับเวลา พบว่าการเจริญของเชื้อเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเลี้ยงโดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 % คือ *Lb. acidophilus* เจริญในอาหารเหลว MRS ได้ดีกว่าอาหารเหลว GYP (ภาพ 5) จาก ส่วน *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. lactis* และ *S. thermophilus* เจริญในอาหารเหลว GYP ได้ดีกว่าในอาหาร MRS (ภาพ 6-8) จากภาพ 5-8 จะเห็นว่าเนื่องจากความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้นมีน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงโดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 % การเจริญของเชื้อช่วงแรกในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวนี้จึงเป็นไปอย่างช้าๆ จนถึงระยะที่เชื้อสามารถปรับสภาพตัวเองกับสภาพแวดล้อมในอาหารเลี้ยงเชื้อ เชื้อจึงมีการเจริญอย่างรวดเร็วในช่วง log phase อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อสูงสุดที่ได้ไม่แตกต่างจากการเลี้ยงโดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 % ยกเว้น *S. thermophilus* ที่ได้ปริมาณเชื้อสูงสุดน้อยกว่าการเลี้ยงโดยใช้เชื้อตั้งต้น 2 %

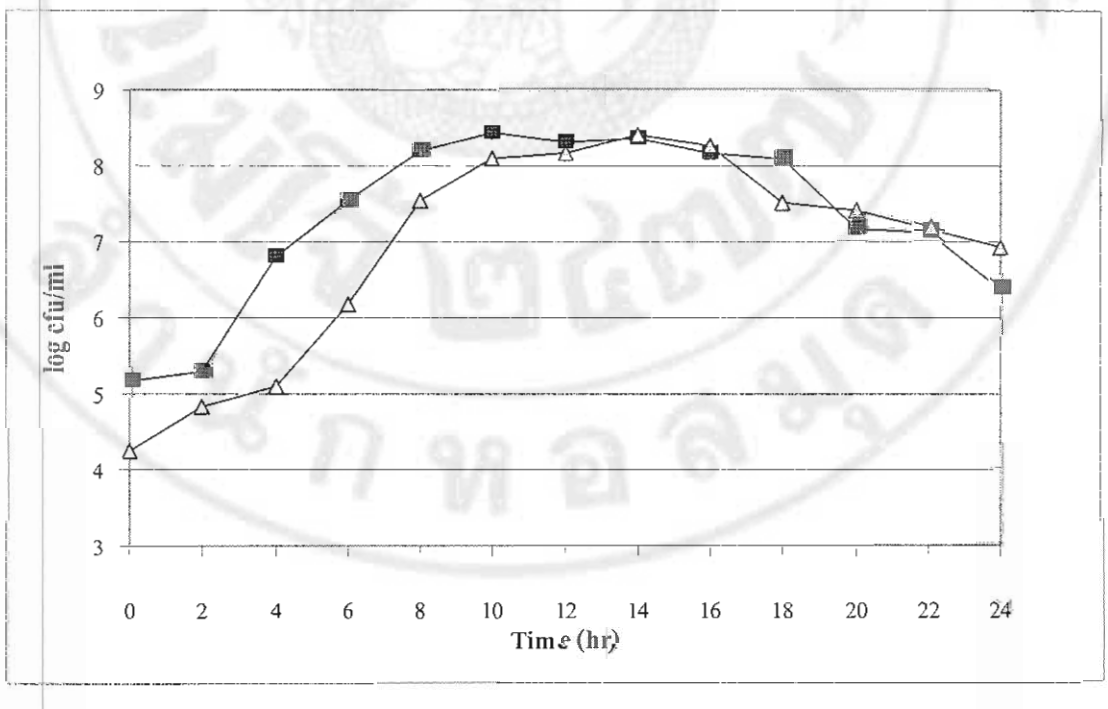
จากผลการเจริญของเชื้อที่เลี้ยงโดยใช้หัวงถ่ายเชื้อนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเลี้ยงเชื้อเพื่อเก็บเซลที่มีชีวิตและมีกิจกรรมสูงสุดสำหรับเป็นเชื้อตั้งต้น เช่นเดียวกับที่นักวิจัยหลายท่านที่เลี้ยงเชื้อและเก็บเซลในระยะ late-log phase เพื่อใช้เป็นเชื้อตั้งต้นในการเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Hong and Marshall (2001) ศึกษาผลการรอดชีวิตของ *S. thermophilus* ที่มีในผลิตภัณฑ์ขนมที่มีนมเป็นส่วนผสมแช่แข็งโดยเก็บเซลในระยะ early-log phase, mid-log phase, late-log phase และ stationary phase ที่ระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ 4, 10, 15 และ 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าเซลที่เก็บในช่วง late log phase มีอัตราการรอดชีวิตดีกว่าเซลที่ทำการเก็บในช่วงเวลาอื่น ส่วนเชื้อในระยะ early-log phase พบว่าเชื้อมีความไวต่อการถูกทำลายโดยความเย็นระดับที่ใช้แช่แข็ง จำนวนเซลที่มีชีวิตที่เลี้ยงในระยะ mid-log phase กับ stationary phase พบว่ามีอัตราการรอดชีวิตไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Briczinski and Roberts (2002) ซึ่งได้เลี้ยง *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* โดยเลี้ยงและเก็บเซลในระยะ mid-late log phase เพื่อใช้เป็นเชื้อตั้งต้นในการหมักเพื่อวิเคราะห์ปริมาณ exopolysaccharide ที่ได้จากกระบวนการหมัก จากข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ การเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกในการศึกษาจึงได้ทำการเลี้ยงและเก็บเซลในระยะ late-log phase เป็นเชื้อตั้งต้นสำหรับเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำจากวัตถุดิบในสัดส่วนต่างๆ

ตาราง 7 จำนวนเซลที่มีชีวิตที่เลี้ยงโดยวิธี drop plate ในอาหารเหลว GYP และMRS โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ

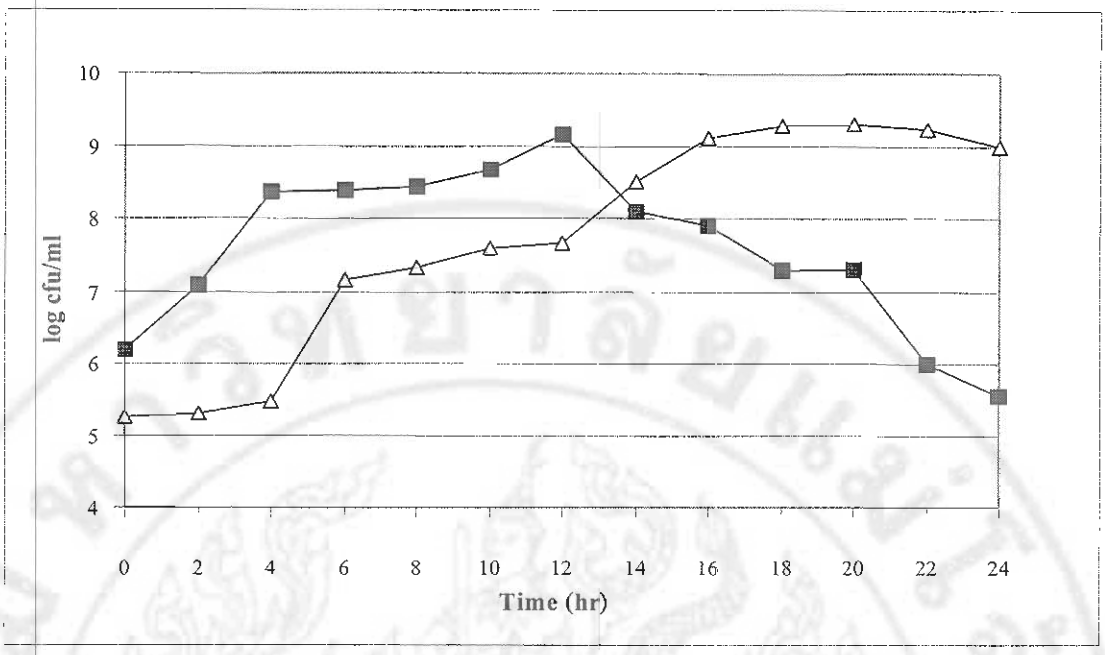
เวลา	จำนวนเชื้อที่มีชีวิต (cfu/ml)															
	Lb. acidophilus				*Lb. delbruekii* subsp *bulgaricus*				*S. lactis*				*S. thermophilus*			
	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log	GYP	log	MRS	log
0	1.65×10^{3}	3.22	2.8×10^{4}	4.45	1.45×10^{4}	4.16	1.75×10^{4}	4.24	1.6×10^{6}	6.2	1.75×10^{5}	5.24	9.5×10^{3}	3.98	1.5×10^{3}	3.18
2	3.8×10^{3}	3.58	2.05×10^{5}	5.31	2.0×10^{5}	5.3	6.6×10^{4}	4.82	1.2×10^{7}	7.08	1.95×10^{5}	5.29	9.0×10^{3}	3.95	6.5×10^{3}	3.81
4	8.5×10^{3}	3.93	2.35×10^{5}	5.37	6.5×10^{6}	6.81	1.26×10^{5}	5.1	2.25×10^{8}	8.41	2.95×10^{5}	5.47	1.05×10^{5}	5.02	9.5×10^{3}	3.98
6	3.15×10^{4}	4.49	1.3×10^{6}	6.11	3.4×10^{7}	7.53	1.45×10^{6}	6.16	2.4×10^{8}	8.38	1.4×10^{7}	7.15	2.05×10^{6}	6.31	1.15×10^{4}	4.06
8	2.9×10^{5}	5.46	9.65×10^{6}	6.98	1.6×10^{8}	8.2	3.35×10^{7}	7.53	2.65×10^{8}	8.42	2.1×10^{7}	7.32	8.5×10^{6}	6.93	2.05×10^{4}	4.31
10	4.3×10^{6}	6.63	9.85×10^{7}	7.99	2.75×10^{8}	8.44	1.25×10^{8}	8.09	4.75×10^{8}	8.67	3.9×10^{7}	7.59	5.4×10^{8}	8.73	3.4×10^{5}	5.53
12	1.15×10^{7}	7.06	2.6×10^{8}	8.41	2.05×10^{8}	8.31	1.45×10^{8}	8.16	1.4×10^{9}	9.15	4.7×10^{7}	7.67	3.95×10^{7}	7.59	3.4×10^{6}	6.53
14	2.6×10^{7}	7.42	2.05×10^{9}	9.31	2.3×10^{8}	8.36	2.65×10^{8}	8.42	1.25×10^{8}	8.09	3.2×10^{8}	8.51	1.3×10^{7}	7.11	4.05×10^{7}	7.61
16	3.3×10^{7}	7.52	1.7×10^{9}	9.23	1.45×10^{8}	8.16	1.85×10^{7}	7.27	8.0×10^{7}	7.9	1.3×10^{9}	9.11	8.5×10^{6}	6.93	2.5×10^{8}	8.39
18	4.5×10^{8}	8.65	1.6×10^{9}	9.2	1.25×10^{8}	8.09	3.2×10^{7}	7.51	2.05×10^{7}	7.31	1.9×10^{9}	9.28	9.0×10^{5}	5.95	3.85×10^{8}	8.59
20	8.5×10^{8}	8.93	9.4×10^{8}	8.97	1.5×10^{7}	7.17	2.55×10^{7}	7.41	2.0×10^{7}	7.3	1.95×10^{9}	9.29	7.0×10^{5}	5.85	3.0×10^{8}	8.48
22	1.7×10^{8}	8.23	1.4×10^{8}	8.15	1.3×10^{7}	7.11	1.45×10^{7}	7.16	1.0×10^{6}	6	1.65×10^{9}	9.22	1.1×10^{5}	5.04	3.25×10^{8}	8.51
24	1.5×10^{7}	7.18	8.0×10^{7}	7.90	2.35×10^{6}	6.37	8.5×10^{6}	6.93	3.5×10^{5}	5.54	1.0×10^{9}	9	7.0×10^{4}	4.85	2.0×10^{8}	8.3



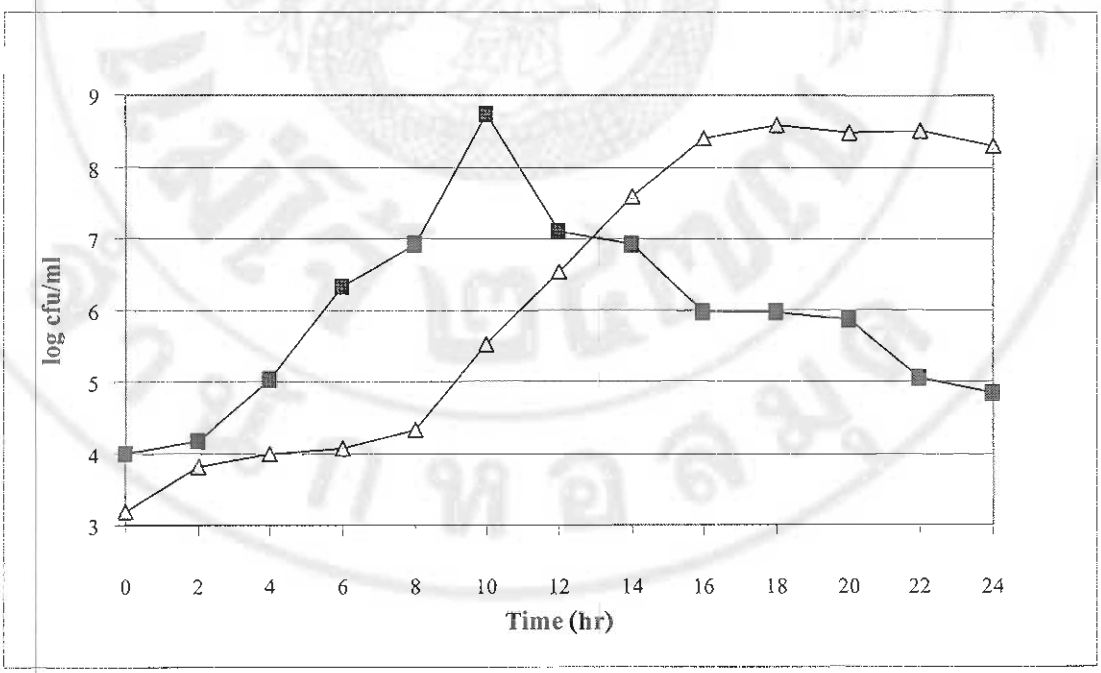
ภาพ 5 กราฟการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ



ภาพ 6 กราฟการเจริญของ *Lactobacillus delbruekii* subsp *bulgaricus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ



ภาพ 7 กราฟการเจริญของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ



ภาพ 8 กราฟการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP (■) และ MRS (△) โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ

4.3 การศึกษาสัดส่วนของน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติในอาหารเลี้ยงเชื้อ

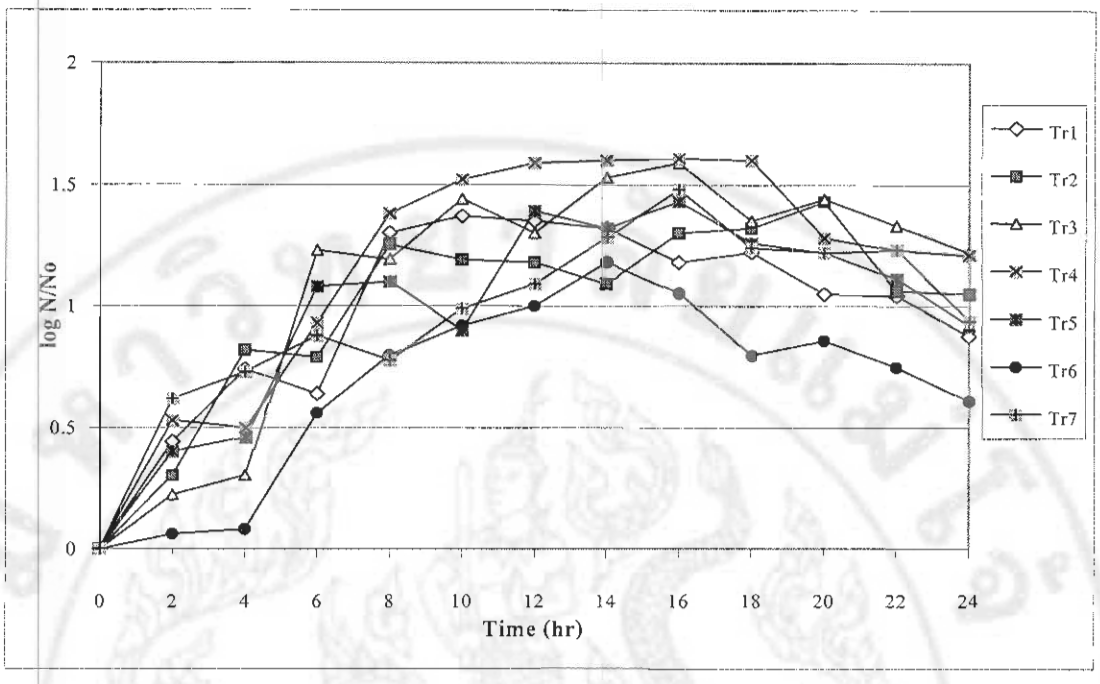
จากข้อมูลการเลี้ยงเชื้อโดยวิธี drop plate และ pour plate ในข้อ 4.1 พบว่าอาหารเหลว MRS เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* และ อาหารเหลว GYP เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญของ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus lactis* และ *S. thermophilus* จึงใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเชื้อเป็นอาหารพื้นฐานในการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมกับน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติ โดยถ่ายเชื้อตั้งต้น 10 % (v/v) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานที่ผสมน้ำเวย์, น้ำมะพร้าว และน้ำกากมะเขือเทศทั้ง 7 ทรีตเมนต์ ตามตาราง 5 และเลี้ยงเชื้อที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง มาวิเคราะห์จำนวนเชื้อที่มีชีวิตโดยวิธี drop plate พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำจากวัตถุดิบในสัดส่วนต่างๆ ให้ผลการเจริญของเชื้อแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไป การเจริญของเชื้อทั้ง 4 สายพันธุ์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เสริมหรือทดแทนด้วยน้ำเวย์สัดส่วนต่างๆ แสดงในตาราง 8-11 และภาพ 9-12 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เสริมหรือทดแทนด้วยน้ำมะพร้าวสัดส่วนต่างๆ แสดงในตาราง 12-15 และภาพ 13-16 และในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เสริมหรือทดแทนด้วยน้ำกากมะเขือเทศสัดส่วนต่างๆ แสดงในตาราง 16-19 และภาพ 17-20

ตาราง 8 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ผสมกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	5.0×10^{7}	6.45×10^{7}	4.45×10^{7}	5.25×10^{7}	5.8×10^{7}	5.4×10^{7}	4.3×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	1.35×10^{8}	1.3×10^{8}	7.35×10^{7}	1.8×10^{8}	1.45×10^{8}	6.25×10^{7}	1.8×10^{8}	0.44	0.3	0.22	0.53	0.4	0.06	0.62
4	2.7×10^{8}	4.3×10^{8}	9.0×10^{7}	1.65×10^{8}	1.65×10^{8}	6.4×107	2.3×10^{8}	0.74	0.82	0.3	0.5	0.46	0.08	0.73
6	2.15×10^{8}	4.0×10^{8}	7.55×10^{8}	4.45×10^{8}	6.95×10^{8}	1.95×10^{8}	3.25×10^{8}	0.64	0.79	1.23	0.93	1.08	0.56	0.88
8	9.95×10^{8}	1.15×10^{9}	6.85×10^{8}	1.26×10^{9}	7.2×10^{8}	3.35×10^{8}	2.6×10^{8}	1.3	1.25	1.19	1.38	1.1	0.8	0.78
10	1.15×10^{9}	1.01×10^{9}	1.25×10^{9}	1.75×10^{9}	4.55×10^{8}	4.45×10^{8}	4.2×10^{8}	1.37	1.19	1.44	1.52	0.9	0.92	0.99
12	1.085×10^{9}	9.95×10^{8}	8.85×10^{8}	2.05×10^{9}	1.4×10^{9}	5.35×10^{8}	5.2×10^{8}	1.35	1.18	1.3	1.59	1.39	1	1.09
14	1.03×10^{9}	7.95×10^{8}	1.5×10^{9}	2.1×10^{9}	1.2×10^{9}	8.05×10^{8}	8.2×10^{8}	1.32	1.09	1.53	1.6	1.32	1.18	1.28
16	7.5×10^{8}	1.3×10^{9}	1.75×10^{9}	2.15×10^{9}	1.55×10^{9}	6.0×10^{8}	1.3×10^{9}	1.18	1.3	1.59	1.61	1.43	1.05	1.48
18	8.1×10^{8}	1.35×10^{9}	1.0×10^{9}	2.1×10^{9}	1.05×10^{9}	3.35×10^{8}	7.5×10^{8}	1.22	1.32	1.35	1.6	1.26	0.8	1.24
20	5.55×10^{8}	1.75×10^{9}	1.25×10^{9}	1.0×10^{9}	9.6×10^{8}	3.9×10^{8}	7.1×10^{8}	1.05	1.43	1.44	1.28	1.22	0.86	1.22
22	5.4×10^{8}	7.41×10^{8}	9.5×10^{8}	9.0×10^{8}	7.5×10^{8}	3.05×10^{8}	7.3×10^{8}	1.04	1.06	1.33	1.23	1.11	0.75	1.23
24	3.75×10^{8}	7.2×10^{8}	7.5×10^{8}	8.5×10^{8}	4.85×10^{8}	2.2×10^{8}	3.75×10^{8}	0.88	1.05	1.22	1.21	0.92	0.61	0.94

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



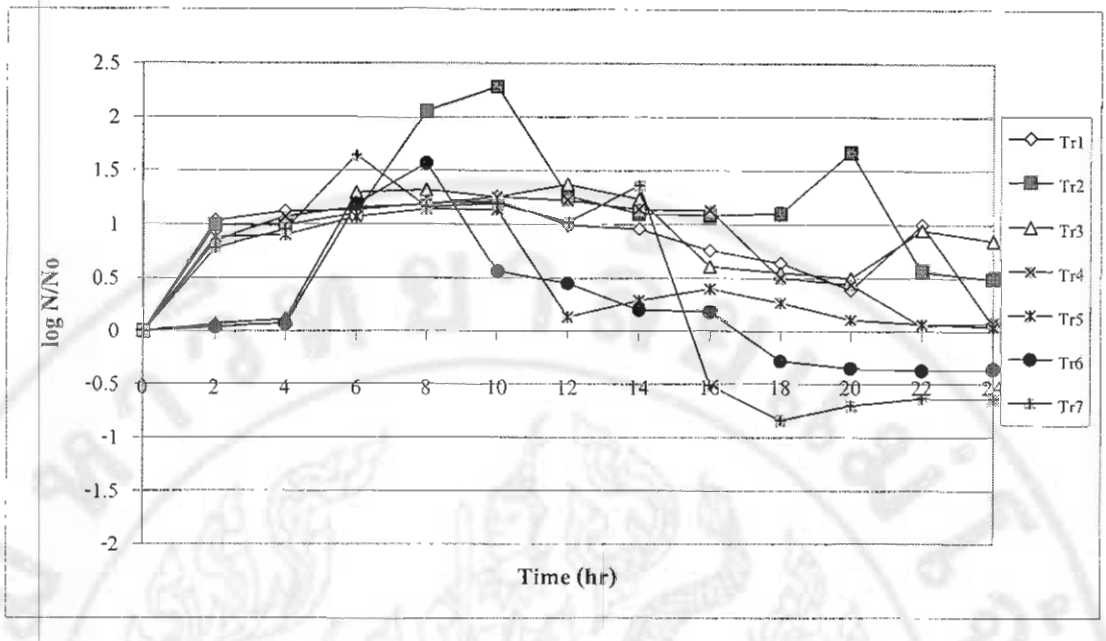
ภาพ 9 อัตราการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ปรับสัดส่วนกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำเวย์ 20 % T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำเวย์ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำเวย์ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำเวย์ 80 %, T6 คือน้ำเวย์ 100 % และ T7 คือน้ำเวย์ 100 %ผสมกลูโคส 2 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T4 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 9 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	2.65×10^{7}	1.8×10^{7}	1.05×10^{7}	1.5×10^{7}	2.2×10^{7}	1.25×10^{7}	2.25×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	2.8×10^{8}	1.75×10^{8}	1.25×10^{7}	1.05×10^{8}	1.65×10^{8}	1.12×10^{7}	1.35×10^{8}	1.03	0.99	0.07	0.85	0.88	0.04	0.78
4	3.5×10^{8}	1.75×10^{8}	1.35×10^{7}	1.75×10^{8}	1.75×10^{8}	1.45×10^{7}	2.0×10^{8}	1.12	0.99	0.11	1.07	0.9	0.07	0.95
6	3.55×10^{8}	2.25×10^{8}	2.05×10^{8}	2.15×10^{8}	2.6×10^{8}	1.85×10^{8}	2.5×10^{8}	1.13	1.1	1.29	1.16	1.07	1.18	1.64
8	4.05×10^{8}	2.05×10^{9}	2.2×10^{8}	2.25×10^{8}	3.05×10^{8}	4.6×10^{7}	3.25×10^{8}	1.19	2.06	1.32	1.18	1.14	1.57	1.16
10	4.3×10^{8}	3.4×10^{9}	1.85×10^{8}	2.65×10^{8}	3.0×10^{8}	4.5×10^{7}	3.5×10^{8}	1.21	2.28	1.25	1.25	1.13	0.56	1.19
12	2.55×10^{8}	3.25×10^{8}	2.5×10^{8}	2.45×10^{8}	2.95×10^{7}	3.5×10^{7}	2.35×10^{8}	0.99	1.26	1.37	1.22	0.13	0.45	1.02
14	2.4×10^{8}	2.25×10^{8}	1.8×10^{8}	2.05×10^{8}	4.25×10^{7}	1.95×10^{7}	5.1×10^{8}	0.96	1.1	1.23	1.14	0.29	0.2	1.36
16	1.5×10^{8}	2.15×10^{8}	4.25×10^{7}	2.0×10^{8}	5.5×10^{7}	1.85×10^{7}	7.0×10^{6}	0.76	1.08	0.61	1.13	0.4	0.18	-0.51
18	1.15×10^{8}	2.25×10^{8}	3.7×10^{7}	4.65×10^{7}	4.1×10^{7}	6.4×10^{6}	3.2×10^{6}	0.64	1.1	0.55	0.5	0.27	-0.28	-0.84
20	6.5×10^{7}	8.5×10^{7}	3.35×10^{7}	4.05×10^{7}	2.8×10^{7}	5.5×10^{6}	4.5×10^{6}	0.39	1.67	0.5	0.44	0.11	-0.35	-0.7
22	2.65×10^{7}	6.5×10^{7}	9.5×10^{7}	1.65×10^{7}	1.85×10^{7}	5.2×10^{6}	5.25×10^{6}	1	0.56	0.95	0.05	0.07	-0.37	-0.63
24	3.05×10^{7}	5.5×10^{7}	7.55×10^{7}	1.25×10^{7}	2.0×10^{7}	5.35×10^{6}	5.1×10^{6}	0.06	0.49	0.85	0.08	0.04	-0.36	-0.64

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



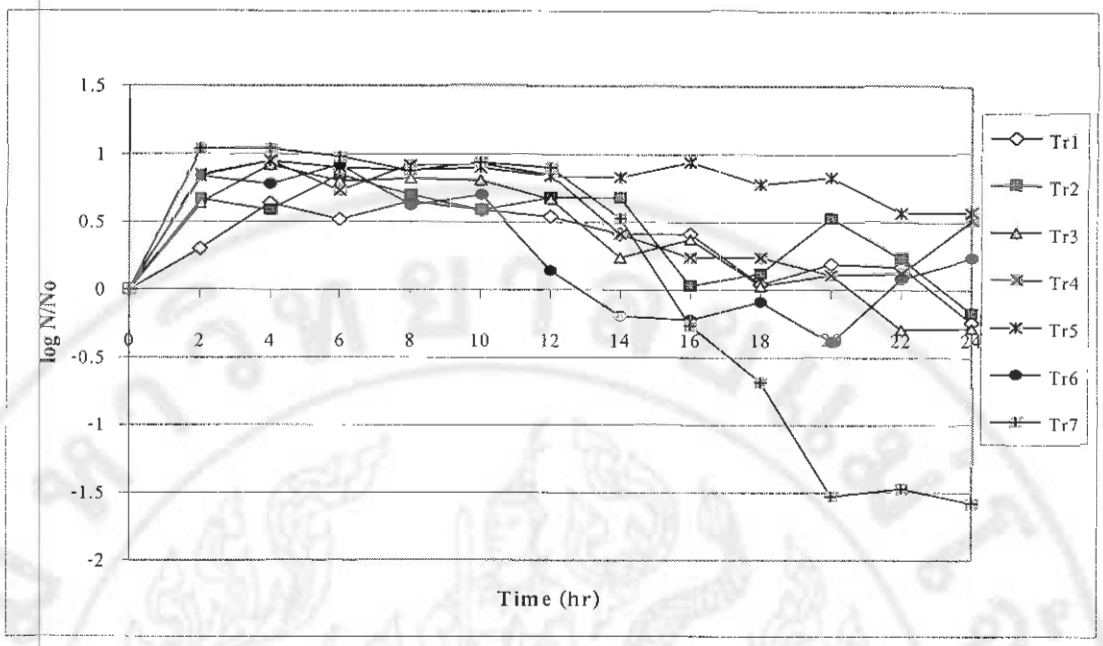
ภาพ **10** อัตราการเจริญของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำเวย์ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำเวย์ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำเวย์ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำเวย์ 80 %, T6 คือน้ำเวย์ 100 % และ T7 คือน้ำเวย์ 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T2 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 10 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	3.35×10^{7}	2.8×10^{7}	2.25×10^{7}	2.25×10^{7}	2.6×10^{7}	3.45×10^{7}	2.35×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	6.6×10^{7}	1.75×10^{8}	9.95×10^{7}	1.6×10^{8}	1.8×10^{8}	2.4×10^{8}	2.6×10^{8}	0.3	0.67	0.64	0.85	0.84	0.84	1.04
4	1.45×10^{8}	1.1×10^{8}	1.85×10^{8}	2.0×10^{8}	2.3×10^{8}	2.1×10^{8}	2.6×10^{8}	0.64	0.59	0.92	0.95	0.95	0.78	1.04
6	1.1×10^{8}	2.0×10^{8}	1.4×10^{8}	1.2×10^{8}	2.05×10^{8}	2.9×10^{8}	2.25×10^{8}	0.52	0.85	0.8	0.73	0.9	0.92	0.98
8	1.5×10^{8}	1.4×10^{8}	1.5×10^{8}	1.85×10^{8}	1.9×10^{8}	1.45×10^{8}	1.8×10^{8}	0.65	0.7	0.82	0.92	0.88	0.62	0.88
10	1.3×10^{8}	1.1×10^{8}	1.45×10^{8}	1.9×10^{8}	2.05×10^{8}	1.75×10^{8}	2.05×10^{8}	0.59	0.59	0.81	0.93	0.9	0.7	0.94
12	1.15×10^{8}	1.35×10^{8}	1.05×10^{8}	1.6×10^{8}	1.8×10^{8}	4.75×10^{7}	1.9×10^{8}	0.54	0.68	0.67	0.85	0.84	0.14	0.9
14	8.5×10^{7}	1.35×10^{8}	3.9×10^{7}	5.7×10^{7}	1.75×10^{8}	2.25×10^{7}	8.0×10^{7}	0.41	0.68	0.24	0.41	0.83	-0.19	0.53
16	8.5×10^{7}	3.0×10^{7}	5.3×10^{7}	3.9×10^{7}	2.25×10^{8}	2.1×10^{7}	1.3×10^{7}	0.41	0.03	0.37	0.24	0.94	-0.22	-0.26
18	3.65×10^{7}	3.75×10^{7}	2.4×10^{7}	3.9×10^{7}	1.55×10^{8}	2.8×10^{7}	5.0×10^{6}	0.04	0.12	0.03	0.24	0.78	-0.09	-0.68
20	5.15×10^{7}	9.5×10^{7}	2.9×10^{7}	2.9×10^{7}	1.75×10^{8}	1.4×10^{7}	7.0×10^{5}	0.19	0.53	0.11	0.11	0.83	-0.39	-1.53
22	4.9×10^{7}	4.8×10^{7}	1.5×10^{7}	3.85×10^{7}	9.5×10^{7}	4.65×10^{7}	8.0×10^{5}	0.17	0.23	-0.29	0.12	0.57	0.08	-1.47
24	1.9×10^{7}	1.9×10^{7}	1.2×10^{7}	7.35×10^{7}	9.5×10^{7}	5.9×10^{7}	6.1×10^{5}	-0.24	-0.17	-0.28	0.51	0.57	0.23	-1.58

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



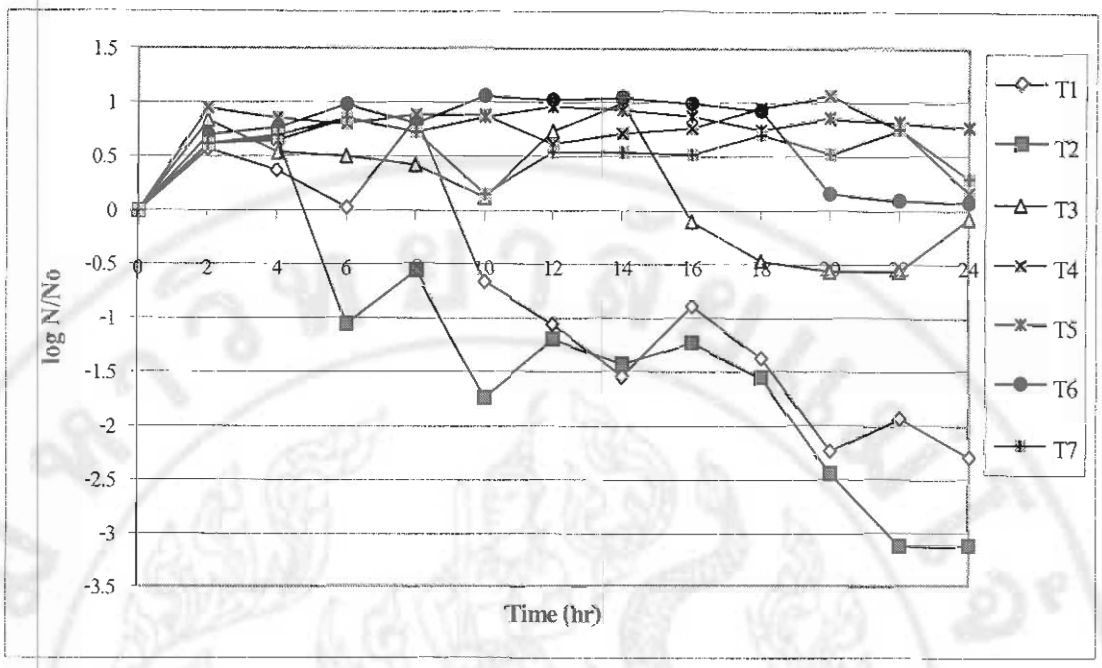
ภาพ 11 อัตราการเจริญของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์: โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำเวย์ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำเวย์ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำเวย์ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำเวย์ 80 %, T6 คือน้ำเวย์ 100 % และ T7 คือน้ำเวย์ 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T7 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 11 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	1.15×10^{8}	1.35×10^{8}	7.75×10^{7}	6.95×10^{7}	1.01×10^{8}	5.9×10^{7}	6.65×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	4.35×10^{8}	5.5×10^{8}	5.2×10^{8}	6.1×10^{8}	4.2×10^{8}	2.9×10^{8}	2.75×10^{8}	0.58	0.61	0.83	0.94	0.58	0.69	0.62
4	2.75×10^{8}	6.45×10^{8}	2.65×10^{8}	5.0×10^{8}	4.45×10^{8}	3.4×10^{8}	3.3×10^{8}	0.38	0.68	0.53	0.85	0.61	0.76	0.7
6	2.5×10^{8}	1.2×10^{7}	2.4×10^{8}	4.45×10^{8}	7.0×10^{8}	5.6×10^{8}	4.75×10^{8}	0.33	-1.05	0.49	0.81	0.8	0.98	1.04
8	8.3×10^{8}	3.7×10^{7}	2.0×10^{8}	5.3×10^{8}	5.3×10^{8}	3.75×10^{8}	3.5×10^{8}	0.86	-0.56	0.41	0.88	0.68	0.8	0.99
10	2.5×10^{7}	2.5×10^{6}	1.0×10^{8}	5.35×10^{8}	7.4×10^{8}	6.75×10^{8}	9.5×10^{7}	-0.67	-1.74	0.11	0.89	0.83	1.06	0.16
12	1.0×10^{7}	8.5×10^{6}	4.15×10^{8}	2.85×10^{8}	9.25×10^{8}	6.3×10^{8}	2.3×10^{8}	-1.06	-1.2	0.73	0.61	0.93	1.02	0.54
14	3.2×10^{6}	5.0×10^{6}	7.55×10^{8}	3.6×10^{8}	8.55×10^{8}	6.55×10^{8}	3.35×10^{8}	-1.56	-1.44	0.99	0.72	0.89	1.05	0.71
16	1.45×10^{7}	7.85×10^{6}	6.1×10^{7}	4.0×10^{8}	7.55×10^{8}	5.85×10^{8}	2.2×10^{8}	-0.9	-1.24	-0.11	0.76	0.84	1	0.52
18	4.8×10^{6}	3.75×10^{6}	2.6×10^{7}	6.3×10^{8}	5.6×10^{8}	4.95×10^{8}	3.7×10^{8}	-1.38	-1.56	-0.47	0.95	0.71	0.92	0.75
20	6.7×10^{5}	4.85×10^{5}	2.1×10^{7}	8.6×10^{8}	7.15×10^{8}	8.5×10^{7}	1.3×10^{8}	-2.23	-2.44	-0.57	1.09	0.81	0.16	0.29
22	1.32×10^{6}	1.0×10^{5}	2.1×10^{7}	3.9×10^{8}	6.55×10^{8}	7.25×10^{7}	6.45×10^{7}	-1.94	-3.13	-0.57	0.75	0.78	0.09	-0.01
24	5.8×10^{5}	1.0×10^{5}	1.2×10^{7}	1.0×10^{8}	5.8×10^{8}	7.05×10^{7}	1.06×10^{8}	-2.3	-3.13	-0.81	0.16	0.72	0.08	0.2

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



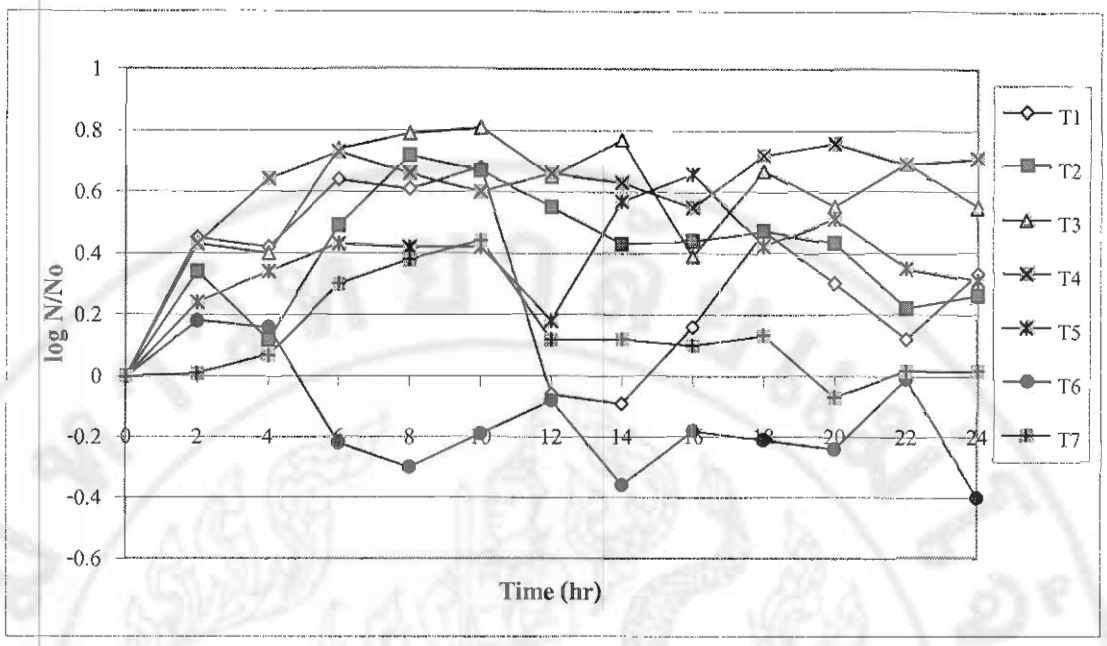
ภาพ 12 อัตราการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำเวย์ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำเวย์ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำเวย์ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำเวย์ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำเวย์ 80 %, T6 คือน้ำเวย์ 100 % และ T7 คือน้ำเวย์100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T4 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 12 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ผสมกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	1.7×10^{8}	1.8×10^{8}	1.0×10^{8}	7.5×10^{7}	1.25×10^{8}	1.15×10^{8}	1.25×10^{8}	0	0	0	0	0	0	0
2	4.8×10^{8}	3.95×10^{8}	2.7×10^{8}	2.05×10^{8}	2.2×10^{8}	1.75×10^{8}	1.3×10^{8}	0.45	0.34	0.43	0.44	0.25	0.18	0.02
4	4.5×10^{8}	2.35×10^{8}	2.55×10^{8}	3.3×10^{8}	2.75×10^{8}	1.7×10^{8}	1.5×10^{8}	0.42	0.12	0.41	0.65	0.35	0.17	0.08
6	7.55×10^{8}	5.5×10^{8}	5.55×10^{8}	4.05×10^{8}	3.4×10^{8}	6.8×10^{7}	2.5×10^{8}	0.65	0.49	0.74	0.74	0.44	0.77	0.3
8	7.0×10^{8}	9.45×10^{8}	6.2×10^{8}	3.45×10^{8}	3.35×10^{8}	5.75×10^{7}	2.7×10^{8}	0.61	0.72	0.79	0.67	0.44	-0.3	-0.66
10	8.3×10^{8}	8.4×10^{8}	6.6×10^{8}	3.0×10^{8}	3.3×10^{8}	7.35×10^{7}	3.5×10^{8}	0.69	0.67	0.82	0.61	0.43	-0.19	0.45
12	1.5×10^{8}	6.4×10^{8}	4.5×10^{8}	3.5×10^{8}	1.89×10^{8}	9.5×10^{7}	1.65×10^{8}	-0.06	0.56	0.65	0.67	0.18	-0.09	0.13
14	1.4×10^{8}	4.8×10^{8}	6.0×10^{8}	3.2×10^{8}	4.65×10^{8}	5.0×10^{7}	1.7×10^{8}	-0.08	0.43	0.78	0.64	0.58	-0.37	0.14
16	2.5×10^{8}	4.9×10^{8}	2.5×10^{8}	2.7×10^{8}	5.8×10^{8}	7.5×10^{7}	1.6×10^{8}	0.16	0.44	0.39	0.56	0.67	-0.24	0.11
18	5.15×10^{8}	5.35×10^{8}	4.7×10^{8}	3.95×10^{8}	3.3×10^{8}	7×10^{7}	1.4×10^{8}	0.48	0.48	0.67	0.72	0.43	-0.22	0.06
20	3.4×10^{8}	4.85×10^{8}	3.6×10^{8}	4.35×10^{8}	4.1×10^{8}	6.5×10^{7}	1.05×10^{8}	0.3	0.43	0.56	0.77	0.52	-0.25	-0.07
22	2.25×10^{8}	3.0×10^{8}	4.95×10^{8}	3.75×10^{8}	2.85×10^{8}	1.1×10^{8}	1.3×10^{8}	0.12	0.23	0.69	0.67	0.36	-0.02	0.02
24	3.65×10^{8}	3.3×10^{8}	3.55×10^{8}	3.4×10^{8}	2.6×10^{8}	4.55×10^{7}	1.85×10^{8}	0.33	0.27	0.55	0.66	0.33	-0.4	0.17

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



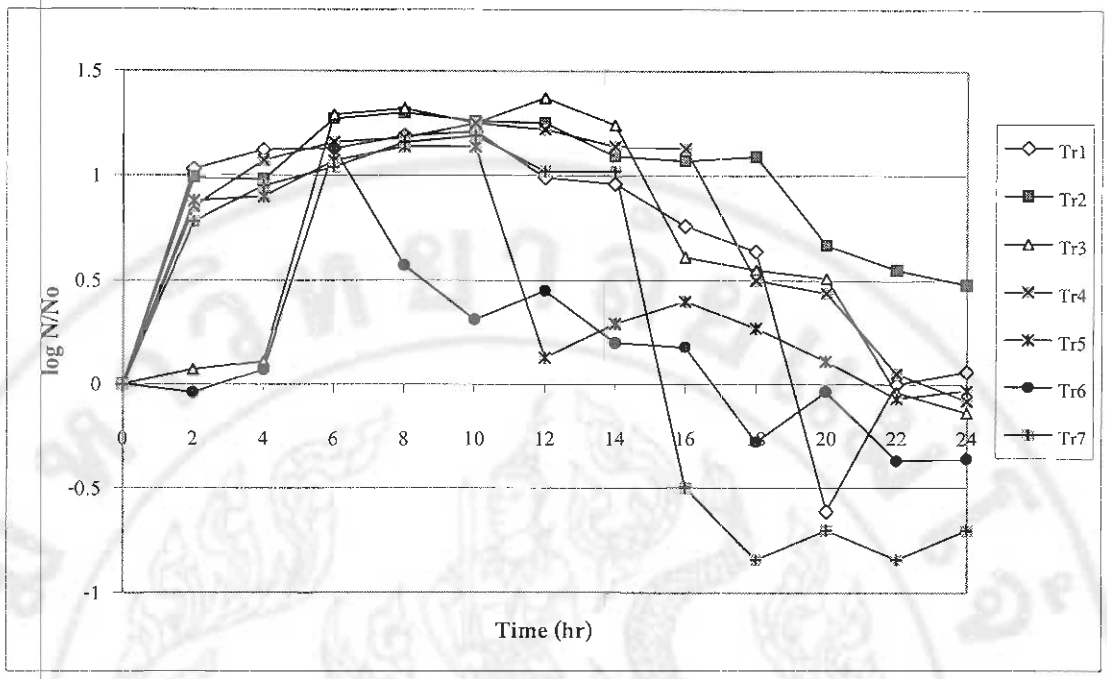
ภาพ 13 อัตราการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ปรับสัดส่วนกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำมะพร้าว 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำมะพร้าว 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำมะพร้าว 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำมะพร้าว 80 %, T6 คือน้ำมะพร้าว 100 % และ T7 คือน้ำมะพร้าว 100 % ผสมกลูโคส 2 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T3 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 13 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	2.65×10^{7}	1.8×10^{7}	1.05×10^{7}	1.5×10^{7}	2.2×10^{7}	1.25×10^{7}	2.25×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	2.80×10^{8}	1.75×10^{8}	1.25×10^{7}	1.05×10^{8}	1.65×10^{8}	1.12×10^{7}	1.35×10^{8}	1.03	0.99	0.07	0.85	0.88	-0.04	0.78
4	3.5×10^{8}	1.75×10^{8}	1.35×10^{7}	1.75×10^{8}	1.75×10^{8}	1.45×10^{7}	2.0×10^{8}	1.12	0.98	0.11	1.07	0.9	0.07	0.95
6	3.55×10^{8}	2.25×10^{8}	2.05×10^{8}	2.15×10^{8}	2.6×10^{8}	1.65×10^{8}	2.5×10^{8}	1.13	1.27	1.29	1.16	1.07	1.13	1.04
8	4.05×10^{8}	3.65×10^{8}	2.2×10^{8}	2.25×10^{8}	3.05×10^{8}	4.6×10^{7}	3.25×10^{8}	1.19	1.3	1.32	1.18	1.14	0.57	1.16
10	4.3×10^{8}	3.35×10^{8}	1.85×10^{8}	2.65×10^{8}	3.00×10^{8}	4.5×10^{7}	3.5×10^{8}	1.21	1.26	1.25	1.25	1.14	0.31	1.19
12	2.55×10^{8}	3.25×10^{8}	2.5×10^{8}	2.45×10^{8}	2.95×10^{7}	3.5×10^{7}	2.35×10^{8}	0.99	1.25	1.37	1.22	0.13	0.45	1.02
14	2.4×10^{8}	2.25×10^{8}	1.8×10^{8}	2.05×10^{8}	4.25×10^{7}	1.95×10^{7}	5.1×10^{8}	0.96	1.09	1.24	1.14	0.29	0.2	1.02
16	1.5×10^{8}	2.15×10^{8}	4.25×10^{7}	2.00×10^{8}	5.5×10^{7}	1.85×10^{7}	7.0×10^{6}	0.76	1.07	0.61	1.13	0.4	0.18	-0.5
18	1.15×10^{9}	2.25×10^{8}	3.7×10^{7}	4.65×10^{7}	$4\ 1\times10^{7}$	6.4×10^{6}	3.2×10^{6}	0.64	1.09	0.55	0.5	0.27	-0.28	-0.84
20	6.5×10^{7}	8.5×10^{7}	3.35×10^{7}	4.05×10^{7}	2.8×10^{7}	5.5×10^{6}	4.5×10^{6}	-0.61	0.67	0.51	0.44	0.11	-0.035	-0.7
22	2.65×10^{7}	6.5×10^{7}	9.5×10^{6}	1.65×10^{7}	1.85×10^{7}	5.2×10^{6}	5.25×10^{6}	0	0.55	-0.04	0.05	-0.07	-0.37	-0.84
24	3.05×10^{7}	5.5×10^{7}	7.55×10^{6}	1.25×10^{7}	2.0×10^{7}	5.35×10^{6}	5.1×10^{6}	0.06	0.48	-0.14	-0.08	-0.03	-0.36	-0.7

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



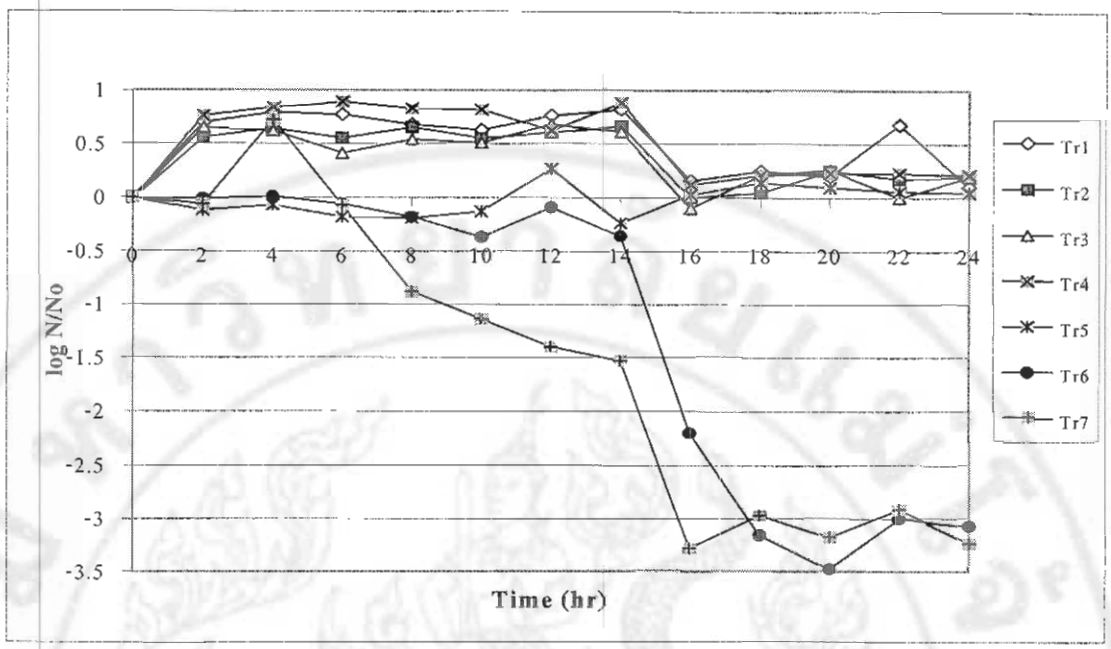
ภาพ 14 อัตราการเจริญของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำมะพร้าว 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำมะพร้าว 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำมะพร้าว 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำมะพร้าว 80 % T6 คือน้ำมะพร้าว 100 % และ T7 คือน้ำมะพร้าว 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T3 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 14 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	4.0×10^{7}	4.75×10^{7}	4.85×10^{7}	2.9×10^{7}	4.65×10^{7}	3.45×10^{7}	3.0×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	2.0×10^{8}	1.7×10^{8}	2.15×10^{8}	1.65×10^{8}	3.55×10^{7}	3.4×10^{7}	2.65×10^{7}	0.7	0.56	0.65	0.76	-0.12	-0.01	-0.06
4	2.5×10^{8}	2.05×10^{8}	2.0×10^{8}	2.0×10^{8}	4.0×10^{7}	3.6×10^{7}	1.6×10^{8}	0.79	0.64	0.62	0.84	-0.07	0.01	0.72
6	2.35×10^{8}	1.65×10^{8}	1.25×10^{8}	2.25×10^{8}	3.15×10^{7}	3.05×10^{7}	2.55×10^{7}	0.77	0.55	0.41	0.89	-0.18	-0.06	-0.07
8	1.9×10^{8}	2.1×10^{8}	1.65×10^{8}	1.95×10^{8}	3.05×10^{7}	2.3×10^{7}	4.0×10^{6}	0.68	0.65	0.54	0.83	-0.19	-0.18	-0.88
10	1.7×10^{8}	1.65×10^{8}	1.55×10^{8}	1.9×10^{8}	3.45×10^{7}	1.5×10^{7}	2.2×10^{6}	0.63	0.55	0.51	0.82	-0.13	-0.37	-1.14
12	2.3×10^{8}	1.85×10^{8}	2.3×10^{8}	1.2×10^{8}	8.7×10^{7}	2.8×10^{7}	1.2×10^{6}	0.76	0.6	0.68	0.62	0.27	-0.09	-1.4
14	2.6×10^{8}	2.15×10^{8}	1.95×10^{8}	2.2×10^{8}	2.7×10^{7}	1.5×10^{7}	9.0×10^{5}	0.82	0.66	0.61	0.88	-0.24	-0.36	-1.53
16	5.85×10^{7}	4.65×10^{7}	3.85×10^{7}	3.8×10^{7}	5.05×10^{7}	2.2×10^{5}	1.6×10^{4}	0.16	0	-0.1	0.12	0.03	-2.2	-3.28
18	7.2×10^{7}	5.2×10^{7}	7.75×10^{7}	4.75×10^{7}	6.4×10^{7}	2.4×10^{4}	3.2×10^{4}	0.25	0.05	0.21	0.21	0.14	-3.16	-2.97
20	6.35×10^{7}	8.3×10^{7}	8.85×10^{7}	4.9×10^{7}	5.95×10^{7}	1.15×10^{4}	2.0×10^{4}	0.2	0.25	0.26	0.23	0.1	-3.48	-3.18
22	4.75×10^{7}	7.0×10^{7}	4.8×10^{7}	5.0×10^{7}	5.4×10^{7}	3.4×10^{4}	3.65×10^{4}	0.07	0.18	0	0.23	0.06	-3.01	-2.92
24	5.05×10^{7}	7.3×10^{7}	7.45×10^{7}	5.8×10^{7}	5.25×10^{7}	2.95×10^{4}	1.75×10^{4}	0.1	0.19	1.9	0.21	0.05	-3.08	-3.24

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



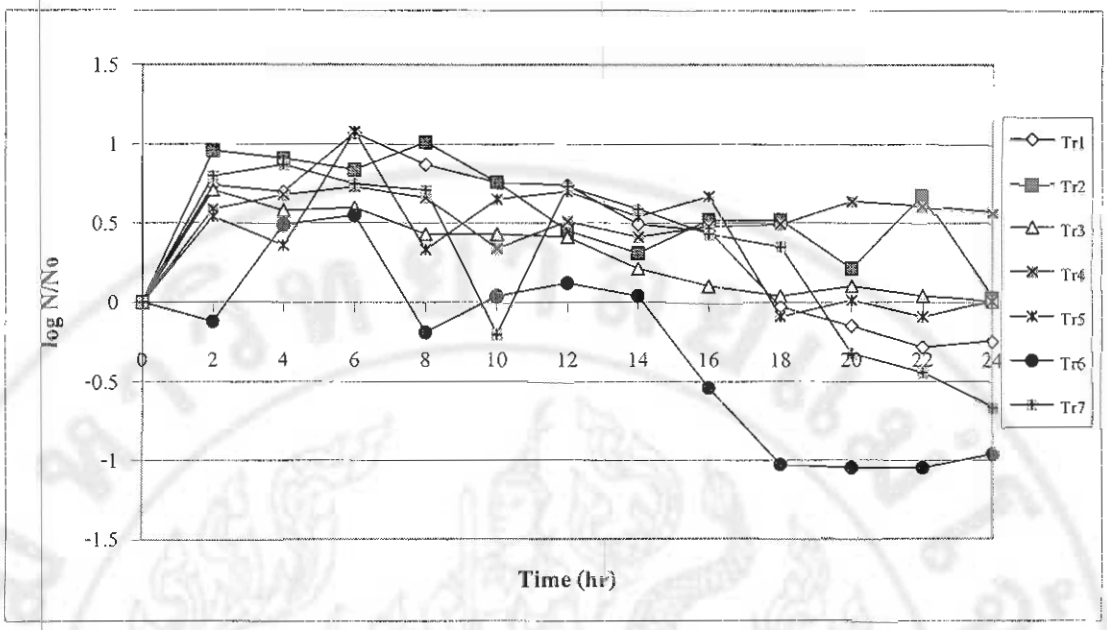
ภาพ 15 อัตราการเจริญของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์: โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำมะพร้าว 20 % T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำมะพร้าว 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำมะพร้าว 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำมะพร้าว 80 %, T6 คือน้ำมะพร้าว 100 % และ T7 คือน้ำมะพร้าว 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T4 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตารางที่ 15 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	2.1×10^{7}	1.5×10^{7}	2.75×10^{7}	2.3×10^{7}	1.3×10^{7}	2.25×10^{7}	1.85×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	1.15×10^{8}	1.35×10^{8}	1.4×10^{8}	9.0×10^{7}	4.5×10^{7}	1.7×10^{7}	1.05×10^{8}	0.74	0.96	0.71	0.59	0.54	-0.12	0.8
4	1.05×10^{8}	1.2×10^{8}	1.05×10^{8}	1.1×10^{8}	2.95×10^{7}	7.0×10^{7}	1.25×10^{8}	0.7	0.91	0.58	0.68	0.36	0.49	0.87
6	2.5×10^{8}	1.05×10^{8}	1.1×10^{8}	1.25×10^{8}	1.55×10^{8}	8.0×10^{7}	9.5×10^{7}	1.07	0.84	0.6	0.73	1.08	0.55	0.75
8	1.55×10^{8}	1.5×10^{8}	7.5×10^{7}	1.05×10^{8}	2.75×10^{7}	1.45×10^{7}	8.5×10^{7}	0.87	1.01	0.43	0.66	0.33	-0.19	0.71
10	1.2×10^{8}	8.5×10^{7}	7.5×10^{7}	5.05×10^{7}	5.7×10^{7}	2.5×10^{7}	1.05×10^{7}	0.76	0.76	0.43	0.34	0.65	0.04	-0.2
12	1.15×10^{8}	4.2×10^{7}	7.0×10^{7}	7.5×10^{7}	6.5×10^{7}	2.95×10^{7}	9.0×10^{7}	0.74	0.45	0.41	0.51	0.7	0.12	0.73
14	6.5×10^{7}	3.0×10^{7}	4.5×10^{7}	5.85×10^{7}	4.5×10^{7}	2.5×10^{7}	6.5×10^{7}	0.49	0.31	0.21	0.41	0.54	0.04	0.59
16	5.85×10^{7}	5.0×10^{7}	3.5×10^{7}	6.9×10^{7}	6.0×10^{7}	6.5×10^{6}	4.5×10^{7}	0.45	0.52	0.1	0.48	0.67	-0.54	0.43
18	1.95×10^{7}	5.0×10^{7}	3.0×10^{7}	7.0×10^{7}	1.05×10^{7}	2.1×10^{6}	3.75×10^{7}	-0.03	0.52	0.04	0.49	-0.09	-1.03	0.35
20	1.5×10^{7}	2.4×10^{7}	3.5×10^{7}	1.0×10^{8}	1.3×10^{7}	2.0×10^{6}	8.0×10^{6}	-0.15	0.21	0.1	0.64	0.01	-1.05	-0.32
22	1.1×10^{7}	7.0×10^{7}	3.05×10^{7}	9.5×10^{7}	1.05×10^{7}	2.0×10^{6}	6.0×10^{6}	-0.28	0.68	0.04	0.61	-0.09	-1.05	-0.44
24	1.2×10^{7}	1.6×10^{7}	2.8×10^{7}	8.5×10^{7}	1.3×10^{7}	2.45×10^{6}	3.6×10^{6}	-0.24	0.03	0.01	0.57	0.01	-0.96	-0.66

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



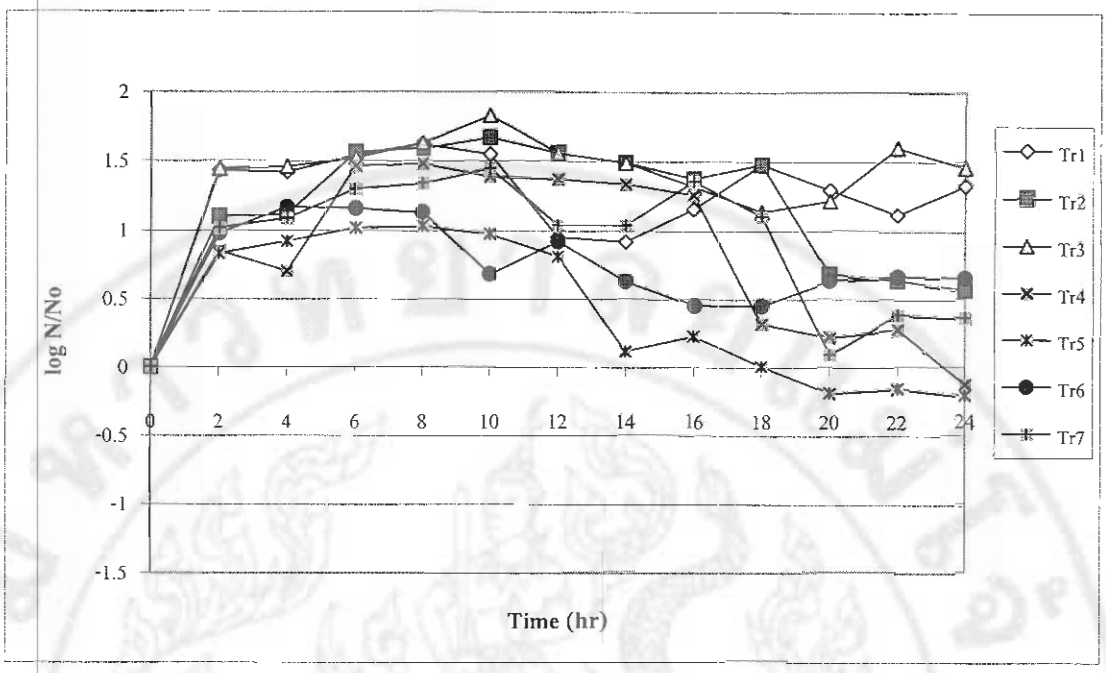
ภาพ 16 อัตราการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำมะพร้าว 7 ทรีตเมนต์: โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำมะพร้าว 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำมะพร้าว 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำมะพร้าว 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำมะพร้าว 80 %, T6 คือน้ำมะพร้าว 100 % และ T7 คือน้ำมะพร้าว 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T2 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 16 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ผสมกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	1.7×10^{7}	1.8×10^{7}	1.25×10^{7}	1.5×10^{7}	3.2×10^{7}	1.15×10^{7}	1.25×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	4.8×10^{8}	1.45×10^{8}	3.35×10^{8}	1.05×10^{8}	2.2×10^{8}	1.12×10^{7}	1.3×10^{8}	1.43	1.1	1.44	0.85	0.83	0.98	1.02
4	4.5×10^{8}	2.25×10^{8}	3.55×10^{8}	7.5×10^{8}	2.75×10^{8}	1.7×10^{8}	1.5×10^{8}	1.42	1.12	1.46	0.7	0.92	1.17	1.09
6	7.55×10^{8}	2.35×10^{7}	4.05×10^{8}	4.25×10^{8}	3.4×10^{8}	1.68×10^{8}	2.5×10^{8}	1.54	1.56	1.52	1.46	1.02	1.16	1.3
8	7.0×10^{8}	6.5×10^{7}	5.25×10^{8}	4.5×10^{8}	3.35×10^{8}	1.55×10^{8}	2.7×10^{7}	1.62	1.59	1.63	1.48	1.03	1.13	1.34
10	6.05×10^{8}	7.0×10^{7}	8.3×10^{8}	3.6×10^{8}	3.0×10^{8}	5.5×10^{7}	3.5×10^{8}	1.55	1.67	1.83	1.39	0.97	0.68	1.45
12	1.5×10^{8}	8.4×10^{7}	4.45×10^{8}	3.5×10^{8}	2.09×10^{8}	9.5×10^{7}	1.35×10^{8}	0.95	1.56	1.56	1.37	0.81	0.92	1.04
14	1.4×10^{8}	6.4×10^{7}	3.8×10^{8}	3.2×10^{8}	4.25×10^{7}	5.0×10^{7}	1.6×10^{8}	0.92	1.49	1.49	1.34	0.12	0.63	1.04
16	2.5×10^{8}	5.5×10^{7}	2.55×10^{7}	2.7×10^{8}	5.5×10^{7}	3.2×10^{7}	2.85×107	1.16	1.38	1.32	1.26	0.23	0.45	1.36
18	5.15×10^{8}	4.25×10^{7}	1.7×10^{7}	3.15×10^{8}	3.3×10^{7}	3.2×10^{7}	1.4×10^{7}	1.48	1.48	1.14	0.32	0.01	0.45	1.11
20	3.4×10^{8}	5.35×10^{7}	2.05×10^{7}	2.85×10^{8}	2.1×10^{7}	5.0×10^{7}	1.5×10^{7}	1.3	0.68	1.22	0.22	-0.19	0.63	0.09
22	2.25×10^{8}	8.5×10^{7}	4.95×10^{7}	2.75×10^{8}	2.25×10^{7}	5.25×10^{7}	3.0×10^{7}	1.12	0.63	1.6	0.27	-0.16	0.66	0.38
24	3.65×10^{8}	6.5×10^{7}	3.55×10^{7}	1.1×10^{8}	2.0×10^{7}	5.1×10^{7}	2.85×10^{7}	1.33	0.56	1.46	-0.13	-0.21	0.65	0.36

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



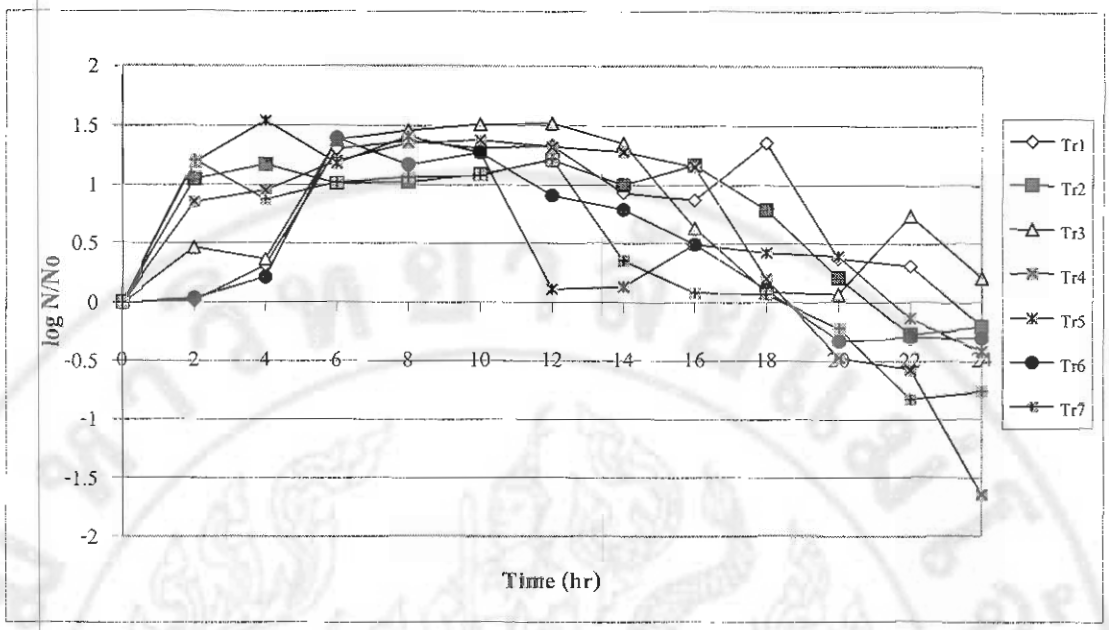
ภาพ 17 อัตราการเจริญของ *Lactobacillus acidophilus* ในอาหาร MRS ปรับสัดส่วนกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 80 %, T6 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % และ T7 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % ผสมกลูโคส 2 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T3 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 17 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	1.4×10^{7}	2.0×10^{7}	1.0×10^{7}	1.35×10^{7}	1.05×10^{7}	1.05×10^{7}	2.05×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	1.45×10^{7}	2.25×10^{8}	2.9×10^{7}	9.5×10^{7}	1.65×10^{8}	1.12×10^{7}	3.3×10^{8}	0.01	1.05	0.46	0.85	1.19	0.03	1.21
4	2.9×10^{7}	2.95×10^{8}	2.3×10^{7}	1.2×10^{8}	3.7×10^{8}	1.7×10^{7}	1.5×10^{8}	0.31	1.17	0.36	0.95	1.54	0.21	0.87
6	2.8×10^{8}	2.05×10^{8}	2.4×10^{8}	2.15×10^{8}	1.6×10^{8}	2.6×10^{8}	2.15×10^{8}	1.3	1.01	1.38	1.2	1.18	1.39	1.02
8	3.35×10^{8}	2.1×10^{8}	2.9×10^{8}	3.0×10^{8}	2.7×10^{8}	1.55×10^{8}	2.35×10^{8}	1.37	1.02	1.46	1.35	1.41	1.17	1.06
10	2.9×10^{8}	2.5×10^{8}	3.2×10^{8}	3.2×10^{8}	1.95×10^{8}	1.95×10^{8}	2.45×10^{8}	1.31	1.09	1.51	1.38	1.27	1.27	1.08
12	3.0×10^{8}	3.2×10^{8}	3.3×10^{8}	2.85×10^{8}	1.35×10^{7}	8.5×10^{7}	3.35×10^{8}	1.33	1.21	1.52	1.32	0.11	0.91	1.22
14	1.2×10^{8}	2.0×10^{8}	2.25×10^{8}	2.55×10^{8}	1.4×10^{7}	6.5×10^{7}	4.6×10^{7}	0.93	1	1.35	1.28	0.13	0.79	0.35
16	1.05×10^{8}	2.95×10^{8}	4.35×10^{7}	1.9×10^{8}	3.2×10^{7}	3.2×10^{7}	2.5×10^{7}	0.87	1.17	0.63	1.15	0.49	0.49	0.08
18	3.25×10^{8}	1.25×10^{8}	1.25×10^{7}	2.15×10^{7}	2.75×10^{7}	1.35×10^{7}	2.4×10^{7}	1.36	0.79	0.09	0.2	0.42	0.11	0.07
20	3.3×10^{7}	3.25×10^{7}	1.2×10^{7}	4.6×10^{6}	2.6×10^{7}	5.0×10^{6}	1.25×10^{7}	0.37	0.21	0.07	-0.47	0.39	-0.33	-0.22
22	2.9×10^{7}	1.05×10^{7}	5.55×10^{7}	3.6×10^{6}	7.5×10^{6}	5.25×10^{6}	3.1×10^{6}	0.31	-0.28	0.74	-0.57	-0.14	-0.3	-0.82
24	9.0×10^{6}	1.25×10^{7}	1.65×10^{7}	3.0×10^{6}	4.0×10^{6}	5.1×10^{6}	3.55×10^{6}	-0.2	-0.21	0.21	-1.65	-0.42	-0.31	-0.76

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



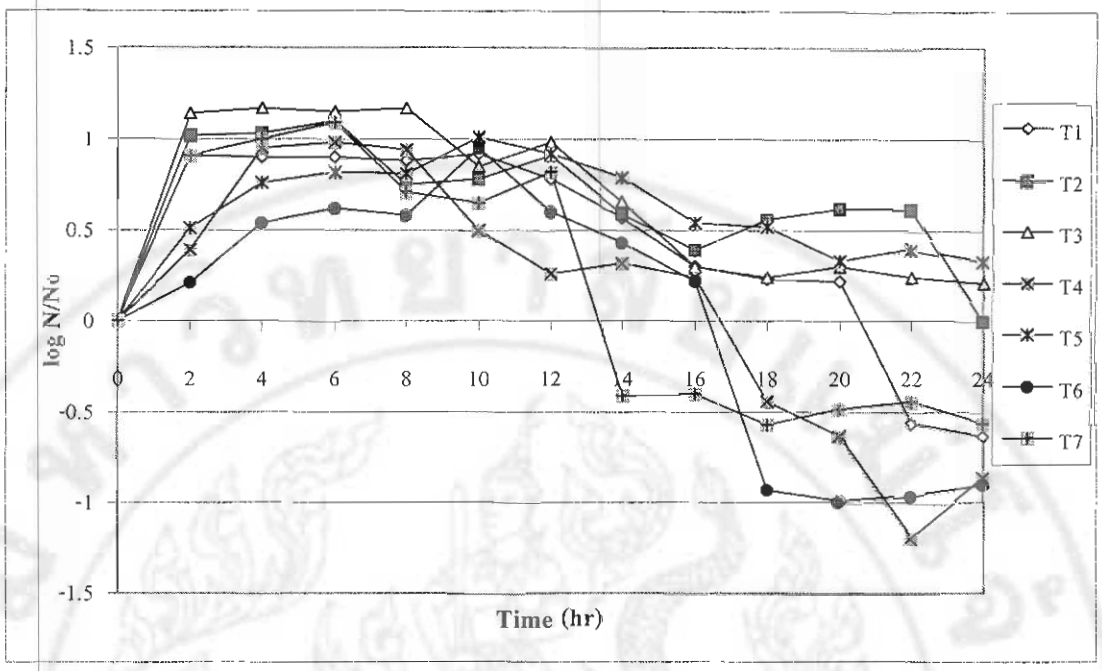
ภาพ 18 อัตราการเจริญของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์: โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 60 % T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 80 %, T6 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % และT7 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T5 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 18 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N$_0$]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	3.25×10^{7}	2.05×10^{7}	1.75×10^{7}	2.35×10^{7}	2.0×10^{7}	2.75×10^{7}	1.65×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	2.65×10^{8}	3.05×10^{8}	2.45×10^{8}	5.85×10^{7}	6.5×10^{7}	4.5×10^{7}	1.35×10^{8}	0.91	1.02	1.14	0.39	0.51	0.21	0.91
4	2.55×10^{8}	3.0×10^{8}	2.6×10^{8}	2.05×10^{8}	1.15×10^{8}	9.5×10^{7}	1.65×10^{8}	0.9	1.03	1.17	0.95	0.76	0.54	1
6	2.55×10^{8}	2.25×10^{8}	2.45×10^{8}	2.25×10^{8}	1.35×10^{8}	1.15×10^{8}	2.05×10^{8}	0.9	1.1	1.15	0.98	0.82	0.62	1.09
8	2.45×10^{8}	1.15×10^{8}	2.55×10^{8}	2.05×10^{8}	1.25×10^{8}	1.05×10^{8}	8.5×10^{7}	0.88	0.75	1.17	0.94	0.81	0.58	0.71
10	2.7×10^{8}	1.25×10^{8}	2.15×10^{8}	7.5×10^{7}	2.05×10^{8}	2.5×10^{7}	7.55×10^{7}	0.92	0.78	0.85	0.5	1.01	0.95	0.65
12	1.95×10^{8}	1.65×10^{8}	2.2×10^{8}	4.25×10^{7}	1.65×10^{8}	1.1×10^{8}	1.1×10^{8}	0.78	0.91	0.98	0.26	0.92	0.6	0.82
14	1.2×10^{8}	8.0×10^{7}	1.25×10^{8}	5.0×10^{7}	1.25×10^{8}	7.5×10^{7}	6.5×10^{6}	0.57	0.59	0.66	0.32	0.79	0.43	-0.41
16	6.5×10^{7}	5.05×10^{7}	3.5×10^{7}	4.05×10^{7}	7.0×10^{7}	4.55×10^{5}	6.55×10^{6}	0.3	0.39	0.3	0.24	0.54	0.22	-0.4
18	5.5×10^{7}	7.5×10^{7}	3.0×10^{7}	8.5×10^{6}	6.55×10^{7}	3.2×10^{6}	4.5×10^{6}	0.23	0.56	0.24	-0.44	0.52	-0.93	-0.57
20	5.35×10^{7}	8.5×10^{7}	3.5×10^{7}	5.5×10^{6}	4.5×10^{7}	1.15×10^{6}	5.5×10^{6}	0.22	0.62	0.3	-0.63	0.33	-0.99	-0.48
22	9.0×10^{6}	8.6×10^{7}	3.05×10^{7}	1.5×10^{6}	5.05×10^{7}	3.05×10^{6}	6.0×10^{6}	-0.56	0.62	0.24	-1.19	0.4	-0.96	-0.44
24	7.5×10^{6}	2.05×10^{7}	2.8×10^{7}	3.2×10^{6}	4.3×10^{7}	3.45×10^{6}	4.6×10^{6}	-0.63	0	0.21	-0.86	0.33	-0.9	-0.56

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



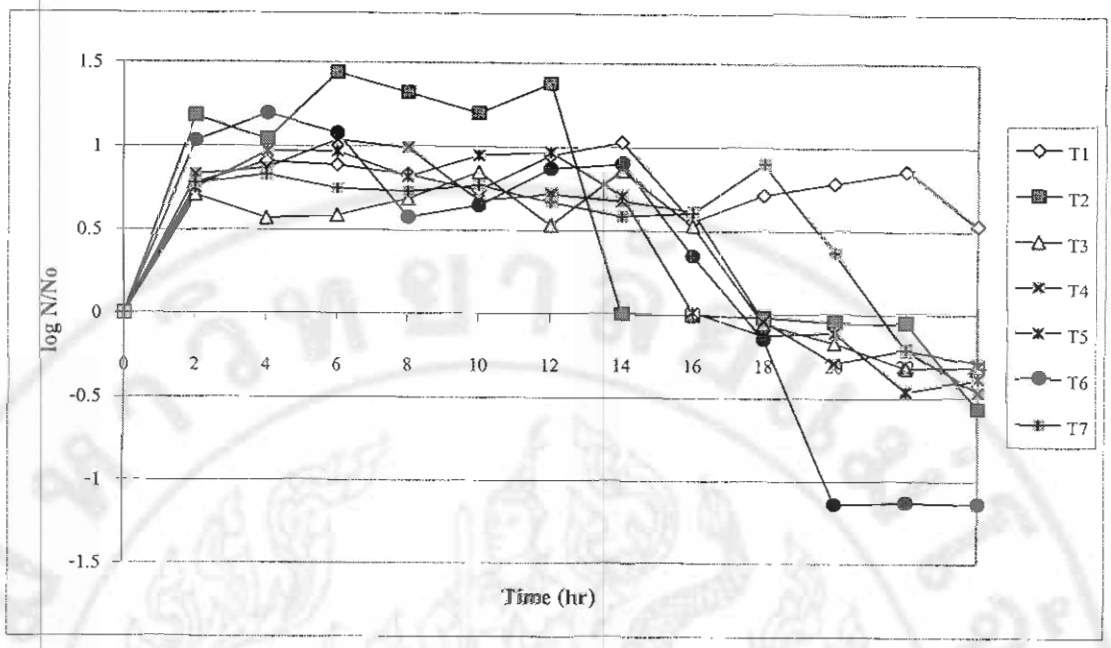
ภาพ 19 อัตราการเจริญของ *Streptococcus lactis* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมง ที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 80 %, T6 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % และ T7 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T3 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

ตาราง 19 ค่าเซลที่มีชีวิตของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์

เวลา	จำนวนเซลที่มีชีวิต (cfu/ml) จากทรีตเมนต์ที่							log [N/N_0]						
(ช.ม.)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	3.4×10^{7}	1.65×10^{7}	4.25×10^{7}	4.0×10^{7}	3.95×10^{7}	3.0×10^{7}	4.05×10^{7}	0	0	0	0	0	0	0
2	2.05×10^{8}	1.35×10^{8}	2.2×10^{8}	2.7×10^{8}	2.2×10^{8}	3.25×10^{8}	2.45×10^{8}	0.78	1.18	0.71	0.83	0.75	1.03	0.78
4	2.75×10^{8}	1.85×10^{8}	1.6×10^{8}	2.95×10^{8}	3.65×10^{8}	4.65×10^{8}	2.75×10^{8}	0.91	1.04	0.57	0.87	0.97	1.19	0.83
6	2.65×10^{8}	2.05×10^{8}	1.65×10^{8}	4.35×10^{8}	3.65×10^{8}	3.65×10^{8}	2.3×10^{8}	0.89	1.44	0.59	1.04	0.97	1.08	0.75
8	2.3×10^{8}	8.5×10^{7}	2.1×10^{8}	3.0×10^{8}	3.1×10^{8}	1.15×10^{8}	2.2×10^{8}	0.83	1.32	0.69	0.99	0.82	0.58	0.73
10	1.85×10^{8}	7.55×10^{7}	3.0×10^{8}	1.9×10^{8}	3.45×10^{8}	1.35×10^{8}	2.4×10^{8}	0.74	1.2	0.85	0.68	0.95	0.65	0.77
12	3.0×10^{8}	1.1×10^{8}	1.45×10^{8}	2.1×10^{8}	3.6×10^{8}	2.25×10^{8}	1.9×10^{8}	0.95	1.38	0.53	0.72	0.97	0.87	0.67
14	3.6×10^{8}	1.65×10^{7}	3.1×10^{8}	1.9×10^{8}	2.0×10^{8}	2.4×10^{8}	1.6×10^{8}	1.03	0	0.86	0.68	0.71	0.9	0.59
16	1.25×10^{8}	1.6×10^{7}	1.45×10^{8}	1.65×10^{8}	4.0×10^{7}	1.4×10^{8}	1.65×10^{8}	0.56	-0.01	0.53	0.62	0.01	0.35	0.61
18	1.8×10^{8}	1.45×10^{7}	3.75×10^{7}	3.65×10^{7}	2.95×10^{7}	2.15×10^{7}	3.2×10^{8}	0.72	-0.02	-0.06	-0.04	-0.13	-0.15	0.9
20	2.1×10^{8}	1.55×10^{7}	2.9×10^{7}	2.05×10^{7}	3.05×10^{7}	2.2×10^{6}	9.5×10^{7}	0.79	-0.05	-0.17	-0.29	-0.11	-1.14	0.37
22	2.45×10^{8}	1.4×10^{7}	2.05×10^{7}	2.5×10^{7}	1.35×10^{7}	2.25×10^{6}	2.5×10^{7}	0.86	-0.06	-0.32	-0.21	-0.46	-1.13	-0.22
24	1.15×10^{8}	5.5×10^{6}	2.0×10^{7}	1.35×10^{7}	1.6×10^{7}	2.2×10^{6}	2.1×10^{7}	0.53	-0.57	-0.32	-0.47	-0.39	-1.14	-0.29

หมายเหตุ : ⬭ ค่าเซลสูงสุดในทรีตเมนต์ที่มีอัตราการเจริญดีที่สุด

สัดส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน:น้ำจากวัตถุดิบเป็นดังนี้ T1 = 100:0, T2 = 80:20, T3 = 60:40, T4 = 40:60, T5 = 20:80, T6 = 0:100 และ T7 = 0:100 ผสมกลูโคสโดยมีความเข้มข้นกลูโคสเท่ากับที่มีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ร่วมกับวัตถุดิบ



ภาพ 20 อัตราการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร GYP ปรับสัดส่วนกับน้ำกากมะเขือเทศ 7 ทรีตเมนต์ : โดย N_0 คือค่าเซลที่มีชีวิตที่ชั่วโมงที่ 0, N คือค่าเซลที่มีชีวิตที่นับได้ที่ชั่วโมงต่างๆ, T1 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 %, T2 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 80 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 20 %, T3 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 60 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 40 %, T4 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 40 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 60 %, T5 คืออาหารเลี้ยงเชื้อ 20 % ผสมน้ำกากมะเขือเทศ 80 %, T6 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % และ T7 คือน้ำกากมะเขือเทศ 100 % ผสมกลูโคส 0.5 % ซึ่งพบว่าสัดส่วนใน T2 ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด

จากการศึกษาอัตราการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกแต่ละชนิดที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อผสมน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติในสัดส่วนต่างๆ (**ตาราง 5**) ผลการศึกษาพบ *Lb. acidophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. lactis* และ *S. thermophilus* ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อผสมน้ำเวย์, น้ำมะพร้าว และน้ำกากมะเขือเทศ ในสัดส่วนต่างๆ มีอัตราการเจริญที่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญของเชื้อที่เข้าสู่ระยะ late-log phase หรือ early-stationary phase ประกอบกับจำนวนเซลสูงสุด โดยทั่วไปจากกราฟการเจริญของเชื้อ (**ภาพ 9-20**) ทรีตเมนต์ที่ให้อัตราการเจริญของเชื้อสูงสุดสามารถสังเกตได้ชัดเจนยกเว้นสำหรับเชื้อ *S. thermophilus* ที่เลี้ยงในอาหาร GYP ผสมน้ำมะพร้าว พบว่าจำนวนเซลสูงสุดที่เพิ่มจากจำนวนเซลเริ่มต้นได้จากทรีตเมนต์ที่ 5 ที่ชั่วโมงที่ 6 (**ภาพ 16**) แต่หลังจากนั้นจำนวนเซลได้ลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 2 มี

อัตราการเจริญเข้าสู่ระยะ early-stationary phase เร็วที่สุด และคงอยู่ในระยะยาวถึงชั่วโมงที่ 8 โดยมีความเข้มข้นของเชื้อไม่น้อยกว่า 10^8 cfu/ml ดังนั้นจึงได้นับทรีตเมนต์ที่ 2 เป็น ทรีตเมนต์ที่ให้อัตราการเจริญของเชื้อดีที่สุด อีกกรณีหนึ่งคือเชื้อ *Lb. delbreukii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ผสมน้ำกากมะเขือเทศ จากภาพที่ 18 จะเห็นว่าทรีตเมนต์ที่ 5 มีอัตราการเจริญสูงที่สุดภายในชั่วโมงที่ 4 แต่หลังจากนั้นกลับลดลงต่ำกว่าอีกหลายทรีตเมนต์ และในทรีตเมนต์ที่ 3 แม้ว่าอัตราการเจริญจะต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ 5 ในช่วงแรก แต่เมื่อเข้าสู่ระยะ stationary phase ในชั่วโมงที่ 8 มีปริมาณเชื้อสูงสุดและคงอยู่ในระยะ stationary phase เป็นเวลานานที่สุด (4 ชั่วโมง) ดังนั้นทรีตเมนต์ที่ให้อัตราการเจริญสูงสุดของเชื้อ *Lactobacillus delbreukii* subsp. *bulgaricus* ในอาหาร GYP ผสมกับน้ำกากมะเขือเทศคือทรีตเมนต์ที่ 5 ในช่วง 4 ชั่วโมงแรก และทรีตเมนต์ที่ 3 ภายหลังจากนั้น

จำนวนเชื้อสูงสุดของเชื้อแต่ละสปีชีส์ในอาหารพื้นฐานที่ผสมน้ำวัตถุดิบแต่ละชนิดรวมทั้งสัดส่วนของน้ำวัตถุดิบที่สูงที่สุดที่สามารถผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ได้นำมาสรุปไว้ในตาราง **20**

ตาราง 20 จำนวนเชื้อสูงสุดจากสัดส่วนของน้ำวัตถุดิบที่เลี้ยงเชื้อแล้วให้อัตราการเจริญที่ดีที่สุด

วัตถุดิบ	จำนวนเชื้อ (cfu/ml)				สัดส่วนของน้ำวัตถุดิบที่ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ** (%)			
	LA*	LB*	SL*	ST*	LA*	LB*	SL*	ST*
น้ำเวย์	2.15×10^9	3.4×10^9	2.6×10^8	8.6×10^8	60	20	100+ กลูโคส	60
น้ำมะพร้าว	6.6×10^8	2.5×10^8	2.25×10^8	1.5×10^8	40	40	60	20
น้ำกากมะเขือเทศ	8.3×10^8	3.7×10^8	2.6×10^8	2.05×10^8	40	80	40	20

หมายเหตุ : * LA = *Lactobacillus acidophilus* LB = *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*
SL = *Streptococcus lactis* ST = *S. thermophilus*
** อาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานสำหรับ LA คือ MRS, สำหรับ LB, SL และ ST คือ GYP

ในการพิจารณาสัดส่วนของน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติที่แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดีที่สุด ได้ใช้หลักการที่เสนอโดยกำเนิด (2534) และสมใจ (2534) ซึ่งกล่าวว่าการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการเลี้ยงเชื้อเพื่อเก็บผลผลิตเซลจุลินทรีย์นั้น วัตถุดิบที่มีความเหมาะสมต้องสามารถใช้เลี้ยงเชื้อ

โดยใช้ระยะเวลาไม่มากในการเลี้ยงเชื้อและได้ผลผลิตมวลเซลสูงที่สุด นอกจากนี้การเปรียบเทียบการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกแต่ละชนิดที่เลี้ยงพร้อมกันทั้ง 7 ทรีตเมนต์ ใช้การคำนวณอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (ขั้นตอนการวิจัยข้อ 2.5.2) เนื่องจากการนำค่าจำนวนเซลที่มีชีวิตมาทำการพล็อตกราฟโดยตรงไม่สามารถแสดงผลเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อในอาหารทรีตเมนต์ต่างๆ ได้เพราะมีจำนวนเชื้อตั้งต้นไม่เท่ากัน แต่เมื่อทำการคำนวณการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เทียบกับจำนวนเริ่มต้นดังกล่าวสามารถทำการเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อและระบุทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดได้ เนื่องจากค่าที่คำนวณได้จากทุกทรีตเมนต์จะเริ่มจาก 0 เช่นเดียวกันทุกทรีตเมนต์

เมื่อพิจารณาสารอาหารที่มีในวัตถุดิบทั้งสามชนิดที่นำมาใช้เลี้ยงเชื้อ ได้แก่ น้ำเวย์, น้ำมะพร้าว และน้ำกากมะเขือเทศ โดยอาศัยข้อมูลในตาราง 2, 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบแต่ละชนิดยังคงมีสารอาหารที่แบคทีเรียกรดแลคติกสามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ โดยน้ำเวย์จัดเป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่มีผู้นิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงเชื้อเพื่อเก็บผลผลิตเซลหรือผลผลิตที่เป็นสารสังเคราะห์จากเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Flores and Alegre (2001) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Lactococcus lactis* ATCC 7962 เพื่อเก็บเกี่ยวไนซินที่เชื้อสังเคราะห์ได้ Briczinski and Roberts (2002) ใช้น้ำเวย์ที่ถูกย่อยเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงเชื้อ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* เพื่อดูการผลิต exopolysaccharide ที่เชื้อผลิตขึ้น และภัทรียา (2541) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Lb. acidophilus* เพื่อผลิตเชื้อตั้งต้นผลิตภัณฑ์นมหมักแบบแช่แข็ง โดยจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานที่ผสมน้ำเวย์ได้ดีกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อเหล่านี้สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำเวย์ได้ อาหารที่ผสมน้ำเวย์จึงมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานเพียงอย่างเดียว

สำหรับน้ำมะพร้าว จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกได้ และเมื่อใช้ร่วมกับอาหารเลี้ยงเชื้อจะได้ผลดีกว่าการเลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามน้ำมะพร้าวไม่สามารถใช้เลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกแทนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ทั้งหมด เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวซึ่งประกอบด้วยวิตามินบีหลายชนิด (B-complex) และมีปริมาณน้ำตาลส่วนใหญ่เป็น reducing sugar คาดว่าสารอาหารเหล่านี้มีผลทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดี นอกจากนี้สารที่วิเคราะห์ออกมาจากน้ำมะพร้าวนั้นมีบางชนิดเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก เช่น panthotenic acid ซึ่ง Car (1975) และ

0.2 % และ Tween 80 0.1 % เป็นสูตรการเลี้ยงเชื้อที่ดีที่สุด โดยให้อัตราการเจริญใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหาร MRS

การใช้น้ำกากมะเขือเทศเป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้มีการทดลองและรายงานมาบ้าง เช่น Atlas (1993) มีสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้มะเขือเทศเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น Tomato juice agar โดย Yoshizumi (1975) กล่าวว่าแบคทีเรียกรดแลคติกต้องการสารบางอย่างในน้ำมะเขือเทศเพื่อกระตุ้นการเจริญของเซล สารนั้นคือ D-panthotenic acid ในการศึกษานี้พบว่าสามารถใช้น้ำกากมะเขือเทศในการเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้ หากแต่เปอร์เซ็นต์การผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อใช้ได้ไม่เกิน 40 % โดยการเตรียมด้วยวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้ซึ่งเลียนแบบการแยกกากมะเขือเทศจากการผลิตซอสมะเขือเทศในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Yoon *et al.* (2004) เลี้ยงเชื้อโปรไบโอติค ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* LA39, *Lactobacillus plantarum* C3, *Lactobacillus casei* A4 และ *Lactobacillus delbrueckii* D7 ในน้ำมะเขือเทศ พบว่าสามารถใช้น้ำมะเขือเทศเลี้ยงเชื้อโปรไบโอติกเหล่านี้ได้ทั้งหมด

สำหรับค่าเซลที่มีชีวิตสูงสุดที่ได้จากการทดลองเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเสริมน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติจะเห็นว่าจำนวนสูงสุดของเซลที่มีชีวิตในทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดนั้นอยู่ระหว่าง 1.5×10^{8} ถึง 3.4×10^{9} cfu/ml หรือไม่น้อยกว่า 10^{8} cfu/ml ซึ่งถือเป็นระดับที่น่าพอใจ และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิดประมาณ 10-12 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อตั้งต้น 10 % ผลจากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการนำสัดส่วนการใช้วัตถุดิบเหล่าที่เหมาะสมไปใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเชื้อตั้งต้นได้

โดยใช้ระยะเวลาไม่มากในการเลี้ยงเชื้อและได้ผลผลิตมวลเซลสูงที่สุด นอกจากนี้การเปรียบเทียบการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกแต่ละชนิดที่เลี้ยงพร้อมกันทั้ง 7 ทรีตเมนต์ ใช้การคำนวณอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (ขั้นตอนการวิจัยข้อ 2.5.2) เนื่องจากการนำค่าจำนวนเซลที่มีชีวิตมาทำการพล็อตกราฟโดยตรงไม่สามารถแสดงผลเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อในอาหารทรีตเมนต์ต่างๆ ได้เพราะมีจำนวนเชื้อตั้งต้นไม่เท่ากัน แต่เมื่อทำการคำนวณการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เทียบกับจำนวนเริ่มต้นดังกล่าวสามารถทำการเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อและระบุทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดได้ เนื่องจากค่าที่คำนวณได้จากทุกทรีตเมนต์จะเริ่มจาก 0 เช่นเดียวกันทุกทรีตเมนต์

เมื่อพิจารณาสารอาหารที่มีในวัตถุดิบทั้งสามชนิดที่นำมาใช้เลี้ยงเชื้อ ได้แก่ น้ำเวย์, น้ำมะพร้าว และน้ำกากมะเขือเทศ โดยอาศัยข้อมูลในตาราง 2, 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบแต่ละชนิดยังคงมีสารอาหารที่แบคทีเรียกรดแลคติกสามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ โดยน้ำเวย์จัดเป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่มีผู้นิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงเชื้อเพื่อเก็บผลผลิตเซลหรือผลผลิตที่เป็นสารสังเคราะห์จากเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Flores and Alegre (2001) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Lactococcus lactis* ATCC 7962 เพื่อเก็บเกี่ยวไนซินที่เชื้อสังเคราะห์ได้ Briczinski and Roberts (2002) ใช้น้ำเวย์ที่ถูกย่อยเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงเชื้อ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* เพื่อดูการผลิต exopolysaccharide ที่เชื้อผลิตขึ้น และภัทรียา (2541) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Lb. acidophilus* เพื่อผลิตเชื้อตั้งต้นผลิตภัณฑ์นมหมักแบบแช่แข็งโดยจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานที่ผสมน้ำเวย์ได้ดีกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อเหล่านี้สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำเวย์ได้ อาหารที่ผสมน้ำเวย์จึงมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานเพียงอย่างเดียว

สำหรับน้ำมะพร้าว จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกได้ และเมื่อใช้ร่วมกับอาหารเลี้ยงเชื้อจะได้ผลดีกว่าการเลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามน้ำมะพร้าวไม่สามารถใช้เลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกแทนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ทั้งหมด เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวซึ่งประกอบด้วยวิตามินบีหลายชนิด (B-complex) และมีปริมาณน้ำตาลส่วนใหญ่เป็น reducing sugar คาดว่าสารอาหารเหล่านี้มีผลทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดี นอกจากนี้สารที่วิเคราะห์ออกมาจากน้ำมะพร้าวนั้นมีบางชนิดเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก เช่น panthotenic acid ซึ่ง Car (1975) และ

0.2 % และ Tween 80 0.1 % เป็นสูตรการเลี้ยงเชื้อที่ดีที่สุด โดยให้อัตราการเจริญใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหาร MRS

การใช้น้ำกากมะเขือเทศเป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้มีการทดลองและรายงานมาบ้าง เช่น Atlas (1993) มีสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้มะเขือเทศเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น Tomato juice agar โดย Yoshizumi (1975) กล่าวว่าแบคทีเรียกรดแลคติกต้องการสารบางอย่างในน้ำมะเขือเทศเพื่อกระตุ้นการเจริญของเซล สารนั้นคือ D-panthotenic acid ในการศึกษานี้พบว่าสามารถใช้น้ำกากมะเขือเทศในการเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้ หากแต่เปอร์เซ็นต์การผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อใช้ได้ไม่เกิน 40 % โดยการเตรียมด้วยวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้ซึ่งเลียนแบบการแยกกากมะเขือเทศจากการผลิตซอสมะเขือเทศในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Yoon *et al.* (2004) เลี้ยงเชื้อโปรไบโอติค ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* LA39, *Lactobacillus plantarum* C3, *Lactobacillus casei* A4 และ *Lactobacillus delbrueckii* D7 ในน้ำมะเขือเทศ พบว่าสามารถใช้น้ำมะเขือเทศเลี้ยงเชื้อโปรไบโอติกเหล่านี้ได้ทั้งหมด

สำหรับค่าเซลที่มีชีวิตสูงสุดที่ได้จากการทดลองเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเสริมน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติจะเห็นว่าจำนวนสูงสุดของเซลที่มีชีวิตในทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดนั้นอยู่ระหว่าง 1.5×10^{8} ถึง 3.4×10^{9} cfu/ml หรือไม่น้อยกว่า 10^{8} cfu/ml ซึ่งถือเป็นระดับที่น่าพอใจ และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิดประมาณ 10-12 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อตั้งต้น 10 % ผลจากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการนำสัดส่วนการใช้วัตถุดิบเหล่าที่เหมาะสมไปใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเชื้อตั้งต้นได้

โดยใช้ระยะเวลาไม่มากในการเลี้ยงเชื้อและได้ผลผลิตมวลเซลสูงที่สุด นอกจากนี้การเปรียบเทียบการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกแต่ละชนิดที่เลี้ยงพร้อมกันทั้ง 7 ทรีตเมนต์ ใช้การคำนวณอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (ขั้นตอนการวิจัยข้อ 2.5.2) เนื่องจากการนำค่าจำนวนเซลที่มีชีวิตมาทำการพลือตกราฟโดยตรงไม่สามารถแสดงผลเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อในอาหารทรีตเมนต์ต่างๆ ได้เพราะมีจำนวนเชื้อตั้งต้นไม่เท่ากัน แต่เมื่อทำการคำนวณการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เทียบกับจำนวนเริ่มต้นดังกล่าวสามารถทำการเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อและระบุทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดได้ เนื่องจากค่าที่คำนวณได้จากทุกทรีตเมนต์จะเริ่มจาก 0 เช่นเดียวกันทุกทรีตเมนต์

เมื่อพิจารณาสารอาหารที่มีในวัตถุดิบทั้งสามชนิดที่นำมาใช้เลี้ยงเชื้อ ได้แก่ น้ำเวย์, น้ำมะพร้าว และน้ำกากมะเขือเทศ โดยอาศัยข้อมูลในตาราง 2, 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบแต่ละชนิดยังคงมีสารอาหารที่แบคทีเรียกรดแลคติกสามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ โดยน้ำเวย์จัดเป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่มีผู้นิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงเชื้อเพื่อเก็บผลผลิตเซลหรือผลผลิตที่เป็นสารสังเคราะห์จากเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Flores and Alegre (2001) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Lactococcus lactis* ATCC 7962 เพื่อเก็บเกี่ยวไนซินที่เชื้อสังเคราะห์ได้ Briczinski and Roberts (2002) ใช้น้ำเวย์ที่ถูกย่อยเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงเชื้อ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* เพื่อดูการผลิต exopolysaccharide ที่เชื้อผลิตขึ้น และภัทรียา (2541) ใช้น้ำเวย์ในการเลี้ยงเชื้อ *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Lb. acidophilus* เพื่อผลิตเชื้อตั้งต้นผลิตภัณฑ์นมหมักแบบแช่แข็ง โดยจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานที่ผสมน้ำเวย์ได้ดีกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อเหล่านี้สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำเวย์ได้ อาหารที่ผสมน้ำเวย์จึงมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐานเพียงอย่างเดียว

สำหรับน้ำมะพร้าว จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกได้ และเมื่อใช้ร่วมกับอาหารเลี้ยงเชื้อจะได้ผลดีกว่าการเลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามน้ำมะพร้าวไม่สามารถใช้เลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกแทนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ทั้งหมด เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวซึ่งประกอบด้วยวิตามินบีหลายชนิด (B-complex) และมีปริมาณน้ำตาลส่วนใหญ่เป็น reducing sugar คาดว่าสารอาหารเหล่านี้มีผลทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดี นอกจากนี้สารที่วิเคราะห์ออกมาจากน้ำมะพร้าวนั้นมีบางชนิดเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก เช่น panthotenic acid ซึ่ง Car (1975) และ Yoshizumi (1975) กล่าวว่าเป็นสารที่กระตุ้นให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดี และสายชล (2520) ซึ่งใช้น้ำมะพร้าวเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิดจากอาหารหมัก พบว่าอาหารน้ำมะพร้าวที่เติม peptone 1 %, yeast extract 0.5 %, sodium acetate 0.5 %, ammonium citrate

0.2 % และ Tween 80 0.1 % เป็นสูตรการเลี้ยงเชื้อที่ดีที่สุด โดยให้อัตราการเจริญใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหาร MRS

การใช้น้ำกากมะเขือเทศเป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้มีการทดลองและรายงานมาบ้าง เช่น Atlas (1993) มีสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้มะเขือเทศเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น Tomato juice agar โดย Yoshizumi (1975) กล่าวว่าแบคทีเรียกรดแลคติกต้องการสารบางอย่างในน้ำมะเขือเทศเพื่อกระตุ้นการเจริญของเซล สารนั้นคือ D-panthotenic acid ในการศึกษานี้พบว่าสามารถใช้น้ำกากมะเขือเทศในการเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกได้ หากแต่เปอร์เซ็นต์การผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อใช้ได้ไม่เกิน 40 % โดยการเตรียมด้วยวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้ซึ่งเลียนแบบการแยกกากมะเขือเทศจากการผลิตซอสมะเขือเทศในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Yoon *et al.* (2004) เลี้ยงเชื้อโปรไบโอติค ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* LA39, *Lactobacillus plantarum* C3, *Lactobacillus casei* A4 และ *Lactobacillus delbrueckii* D7 ในน้ำมะเขือเทศ พบว่าสามารถใช้น้ำมะเขือเทศเลี้ยงเชื้อโปรไบโอติกเหล่านี้ได้ทั้งหมด

สำหรับค่าเซลที่มีชีวิตสูงสุดที่ได้จากการทดลองเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเสริมน้ำจากวัตถุดิบธรรมชาติจะเห็นว่าจำนวนสูงสุดของเซลที่มีชีวิตในทรีตเมนต์ที่ดีที่สุดนั้นอยู่ระหว่าง 1.5×10^{8} ถึง 3.4×10^{9} cfu/ml หรือไม่น้อยกว่า 10^{8} cfu/ml ซึ่งถือเป็นระดับที่น่าพอใจ และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิดประมาณ 10-12 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อตั้งต้น 10 % ผลจากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการนำสัดส่วนการใช้วัตถุดิบเหล่าที่เหมาะสมไปใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเชื้อตั้งต้นได้