บทที่ 3

ผลการทดลอง

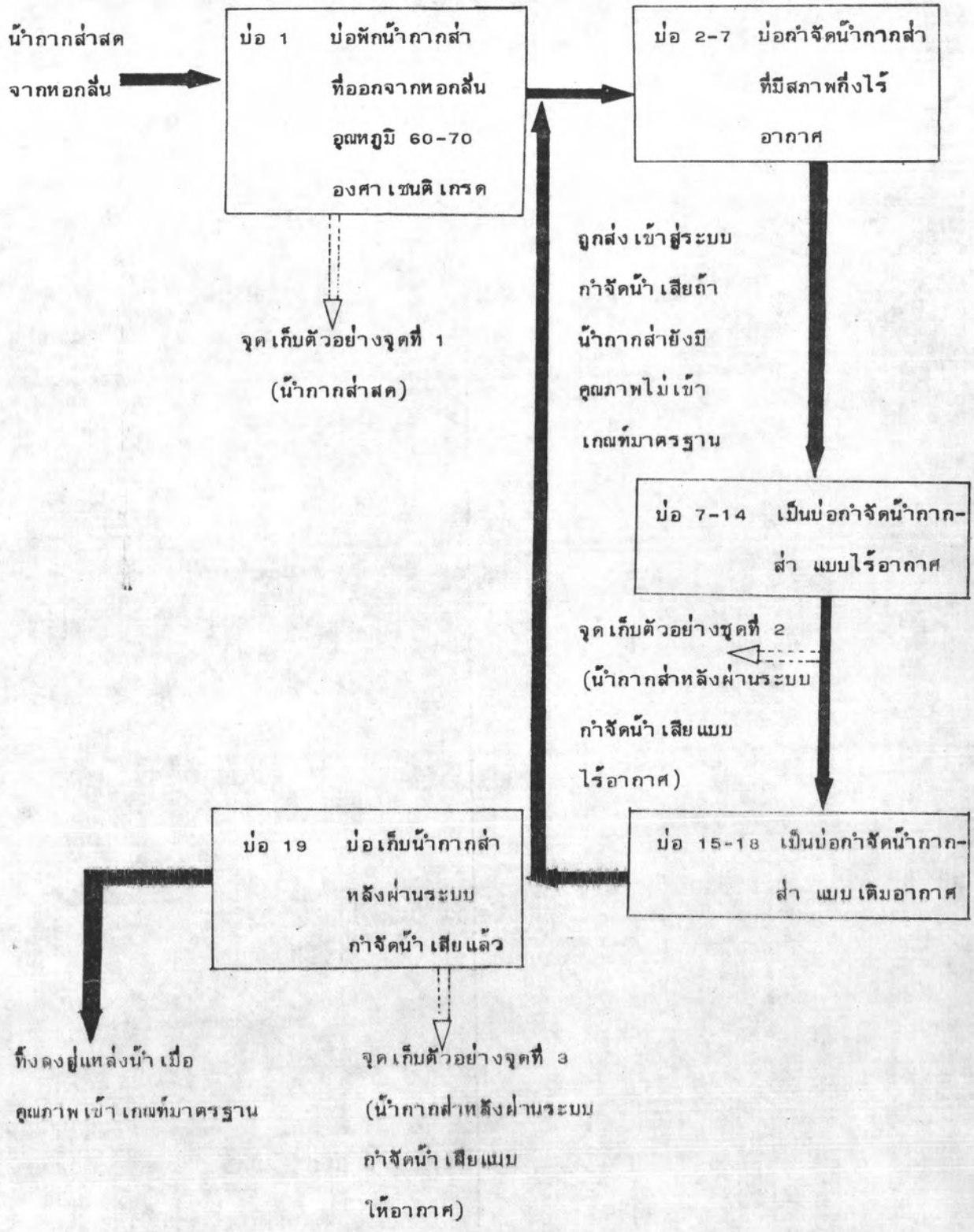
1. <u>การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของน้ำกากส่าและระบบกำจัด</u>

จากผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของน้ำกากส่า และระบบการกำจัดน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม พบว่า

1.1 ระบบการกำจัดน้ำกากส่า

จากการสำรวจระบบการกำจัดน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม พบว่า ระบบกำจัดน้ำกากส่าของโรงงาน เป็นลักษณะกึ่งระบบ เก็บกัก กล่าวคือ จะใช้ที่ดินเป็นจำนวนมาก ข้างโรงงานขุดเป็นบ่อขนาดความจุประมาณ 800 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 19 บ่อ ในการ เก็บกักน้ำกากส่าที่ผ่านออกจากระบบการกลั่นแยก เอา แอลกอฮอล์ออกไปแล้ว และแต่ละบ่อมีทางต่อถึงกัน โดยขบวนการกำจัดเริ่มจากน้ำกากส่าสดที่ออกจากหอกลั่นแล้วจะถูกส่งผ่านมายังบ่อที่ 1 ของระบบกำจัด ซึ่งเรียกว่าบ่อพัก น้ำกากส่าสดที่ถูกส่งมายังบ่อนี้ จะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 60-70 องศาเซนติเกรด จากบ่อที่ 1 นี้ น้ำกากส่าสดจะมีอุณหภูมิต่ำลง และถูกส่งผ่านไปกำจัดยังบ่อที่ 2 ถึงบ่อที่ 7 ซึ่งมีสภาพเป็นกึ่งไร้อากาศ (facultative anaerobic condition) ตามลำดับ จากนั้นก็จะถูกส่งผ่านไปยังบ่อที่ 8 ถึงบ่อที่ 14 ตามลำดับ ซึ่งมีสภาพไร้อากาศ (anaerobic condition) ตามลำดับ เมื่อน้ำกากส่าผ่านระบบการกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศแล้วก็จะถูกส่งไปกำจัดต่อยังบ่อที่ 15 ถึงบ่อที่ 18 ตามลำดับ ซึ่งจะมีการ เติมอากาศ (aeration) ให้กับน้ำ-กากส่าในการกำจัด น้ำกากส่าที่ผ่านระบบการกำจัดนี้แล้วก็จะถูกส่งไป เก็บไว้ที่บ่อที่ 19 เพื่อเตรียมสูบออกไปทิ้งในแหล่งน้ำต่อไป แต่ถ้าคุณสมบัติของน้ำกากส่านี้ยังไม่เข้า เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งกระทรวงอุตสาหกรรม (เสริมพล และไชยยุทธ, 2524) จะถูกส่งกลับเข้าสู่ระบบการกำจัดน้ำ เสียใหม่อีก และการส่งผ่านของน้ำกากส่าของระบบกำจัดน้ำ เสียจากบ่อที่ 2 ถึงบ่อที่ 19 นี้ใช้ระบบน้ำล้น ซึ่งระบบการกำจัดน้ำ เสียนี้ เป็นแบบต่อเนื่อง กล่าวคือ น้ำกากส่าที่ถูกนำ เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำ เสียนี้ จะวน เวียนอยู่ในแต่ละบ่อ เป็นเวลาประมาณ 1 เดือน หลังจากนั้นก็จะล้นสู่บ่อถัดไป เป็น เช่นนี้จนครบระบบกำจัดน้ำ เสีย ดังแผนผังแสดงขั้นตอนของการกำจัดที่แสดงไว้ในรูปที่ 2

1.2 การ เก็บตัวอย่างน้ำกากส่า



รูปที่ 2 ระบบกำจัดน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม และจุด เก็บตัวอย่าง
น้ำกากส่า

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำกากส่า คือ บริเวณระบบกำจัดน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม โดยทำการเก็บตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 ตัวอย่างน้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย : น้ำกากส่าสด

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำกากส่าบริเวณบ่อที่ 1 ของระบบกำจัดน้ำเสีย ดังแสดงในรูปที่ 2

1.2.2 ตัวอย่างน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำกากส่าบริเวณทางน้ำล้นระหว่างบ่อที่ 14 กับบ่อที่ 15 ของระบบกำจัดน้ำเสีย ดังแสดงในรูปที่ 2

1.2.3 ตัวอย่างน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำกากส่าบริเวณทางน้ำล้น ระหว่างบ่อที่ 18 กับบ่อที่ 19 ของระบบกำจัด ดังแสดงในรูปที่ 2

1.3 ข้อมูลพื้นฐานน้ำกากส่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสียของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม ดังแสดงไว้ในข้อ 1.2 เกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างน้ำกากส่า พบว่า น้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย (น้ำกากส่าสด) มีค่าความสกปรกสูง คือ มีค่า ซี.โอ.ดี. สูงถึง 112,827.5 มิลลิกรัม/ลิตร บี.โอ.ดี. สูงถึง 57,000 มิลลิกรัม/ลิตร และความเข้มของสีน้ำกากส่าในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 475 นาโนเมตร สูงถึง 47 หน่วย แต่เมื่อผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแล้ว ค่าความสกปรกจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมาก กล่าวคือ หลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศแล้ว น้ำกากส่านี้จะมีค่า ซี.โอ.ดี. เท่ากับ 21,265.9 มิลลิกรัม/ลิตร และ บี.โอ.ดี. เท่ากับ 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ น้ำกากส่านี้จะมีค่า ซี.โอ.ดี. เท่ากับ 15,063.4 มิลลิกรัม/ลิตร และ บี.โอ.ดี. เท่ากับ 600 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนความเข้มของสีน้ำกากส่านั้นลดลงเล็กน้อย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

2. <u>การแยกเชื้อราจากตัวอย่างดินและน้ำ</u>

นำตัวอย่างดินและน้ำทั้งที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของโรงงานสุรา รวมทั้งตัวอย่างดินและน้ำจากแหล่งต่าง ๆ นอกบริเวณโรงงานสุรา รวม 141 ตัวอย่าง มาทำการทดลองแยกเชื้อรา

ตารางที่ 12 ข้อมูลพื้นฐานของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสียของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม

คุณสมบัติทางเคมี	น้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย	น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ	น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ
ความเป็นกรดเป็นด่าง	4.69	8.39	8.72
น้ำตาลรีดิวซ์ มิลลิกรัม/ลิตร	16,000	2,500	1,000
ซี.โอ.ดี. มิลลิกรัม/ลิตร	112,827.5	21,265.5	15,063.4
บี.โอ.ดี. มิลลิกรัม/ลิตร	57,000	2,000	600
ออร์แกนนิคไนโตรเจน มิลลิกรัม/ลิตร	2,340.8	750.4	436.8
แอมโมเนียไนโตรเจน มิลลิกรัม/ลิตร	123.2	277.2	137.2
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มิลลิกรัม/ลิตร	2,463.8	1,027.5	574.0
ไนเตรท มิลลิกรัม/ลิตร	900	132.9	132.9
ฟอสเฟต มิลลิกรัม/ลิตร	0.2	0.3	0.2
ความเข้มของสีน้ำกากส่า	47	30	27

ที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล สามารถแยกเชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้เป็นจำนวน 25 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 13 และตารางที่ 14

นอกจากนี้ ยังสามารถแยกเชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล ซึ่งปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการทดลอง จำนวน 15 สายพันธุ์ ซึ่งแสดงในตารางที่ 15

3. การคัดเลือกเชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลบนอาหารวุ้น

นำเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างดินและน้ำทิ้งจากจุดต่าง ๆ ของโรงงานสุรา รวมทั้งตัวอย่างดินและน้ำจากแหล่งต่าง ๆ นอกบริเวณโรงงานสุรา จำนวนทั้งหมด 25 สายพันธุ์ เชื้อราที่แยกได้จากการปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 15 สายพันธุ์ และเชื้อราที่ได้รับจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 188 สายพันธุ์ มาทำการทดสอบความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลบนอาหารวุ้นที่ผสมสารละลายสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 ตามชนิดของเชื้อรา) สามารถแยกเชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลได้ดี โดยสังเกตจากสีของอาหารเลี้ยงเชื้อรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อราจางลง จำนวน 25 สายพันธุ์ ดังนี้ B7 B14 B18 B20 D12 D23 D37 D38 D40 D68 D75 D76 D77 D86 D87 C1 C2 C4 D90 C90-1 C90-2 C77 D88 D89 และ C6 (ตารางที่ 16) (ตารางที่ 17) โดยเปรียบเทียบกับเชื้อเห็ดสายพันธุ์ Coriolus versicolor (B30) ซึ่งเป็นสายพันธุ์มาตรฐานที่ได้จากประเทศญี่ปุ่น ตัวอย่างการฟอกสีกากน้ำตาลของ D90 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

4. ทดสอบความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลในอาหารเหลว

ทำการทดสอบความสามารถของเชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่คัดเลือกได้จากผลการทดสอบความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลในอาหารวุ้นที่ผสมสารละลายสีกากน้ำตาล ดังแสดงในผลการทดลองข้อ 3 จำนวน 25 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับเชื้อเห็ดสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ในอาหารเหลวที่เติมสารละลายสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 4 ตามชนิดของเชื้อรา)

จากผลการทดลองพบว่ามีอยู่ 14 สายพันธุ์ที่แสดงความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลโดยดูจากสีกากน้ำตาลของอาหารเลี้ยงเชื้อที่จางลง โดยมีอยู่ 9 สายพันธุ์ คือ B30 D86 D87 D88 D89 D90 C90-1 C77 และ C6 ที่สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ตั้งแต่ 50 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 13 เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลโดยแยกจากตัวอย่างดินและน้ำจากแหล่งต่าง ๆ นอกโรงงานสุรา บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 1) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด

แหล่งที่มาของตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ระหัสของเชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์
บางเขน	7	R1	1
กำแพงแสน	9	R2 R3	2
นครปฐม	4	-	-
ขอนแก่น	12	R4 R5 R6	3
เชียงใหม่	15	-	-
พังงา	15	-	-
ชลบุรี	15	R7 R8 R9 R10 R11	5
สุพรรณบุรี	3	-	-

ตารางที่ 14 เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลโดยแยกจากตัวอย่างดิน และน้ำบริเวณโรงงานสุรา บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งที่มาของตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ระหัสของเชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์
โรงงานสุราอยุธยา	15	Au1 Au2 Au3	3
โรงงานสุราแสงโสม นครปฐม	12	S1 S2 S3 S4	4
โรงงานสุรามหาราษฎร์ บางยี่ขัน	10	MB1 MB2	2
โรงงานสุรามหาราษฎร์ ปทุมธานี	14	MP1 MP2 MP3	3
โรงงานสุราไทยทำ ปทุมธานี	10	T1 T2	2

ตารางที่ 15 เชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการทดลอง และมีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล

ระหัสของเชื้อรา	แหล่งปนเปื้อน	ชนิดของเชื้อรา
C1 C2 C3 C4 C5 D90	อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1	ไม่สามารถจำแนกชนิด
D88 D89 C90-1 C90-2 C77 C6	อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1	*Aspergillus* sp.
D85 D86 D87	อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2	*Aspergillus* sp.

ตารางที่ 16 แสดงจำนวนสายพันธุ์ของ เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลที่คัดเลือกได้จากเชื้อราที่ได้รับจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 สำหรับเชื้อราในกลุ่ม Basidiomycetes อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 สำหรับเชื้อราในกลุ่มอื่น ๆ) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 4 วัน

กลุ่ม (class)	ชนิด (genus)	จำนวนเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด	ระหัสของเชื้อรา	จำนวนเชื้อราที่แยกได้สามารถฟอกสีกากน้ำตาล
Basidiomycete	Agaricales	1	B1	0
	Boletus	1	B2	0
	Chlorophyllum	2	B3 B4	0
	Coprinus	2	B5 B6	0
	Gyrodon	1	B7	1
	Langermania	1	B8	0
	Leucocoprinus	2	B9 B10	0
	Lentinus	1	B11	0
	Lepiota	4	B12-B15	1
	Lycoperdon	2	B16 B17	0
	Pholiota	1	B18	1
	Pleurotus	6	B19-B24	1
	Shizophyllum	1	B25	0
	Tricholoma	2	B26 B27	0
	Voluariella	1	B28	0
Phycomycetes	Absidia	6	P1-P6	0
	Amylomyces	5	P7-P11	0
	Chlamydomucor	13	P12-P24	0
	Cumninyhamella	4	P25-P28	0

ตารางที่ 16 (ต่อ)

กลุ่ม (class)	ชนิด (genus)	จำนวนเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด	ระหัสของเชื้อรา	จำนวนเชื้อราที่แยกได้สามารถฟอกสีกากน้ำตาล
	Mucor	12	P29-P40	0
	Rhizopus	17	P41-P57	0
Ascomycetes	Eurotium	7	A1-A7	0
	Monascus	9	A8-A16	0
	Saccharomyces	2	A17 A18	0
	Schizo-saccharomyces	1	A19	0
	Endomycopsis	1	A20	0
	Hansenular	1	A21	0
Deuteromycetes	Aegerita	1	D1	0
	Ambryosporium	1	D2	0
	Annellophora	1	D3	0
	Alternaria	3	D4-D6	0
	Aspergillus	13	D7-D19	2
	Cladosporium	4	D20-D23	1
	Curvularia	13	D24-D36	0
	Fusarium	10	D37-D46	2
	Geotrichum	1	D47	0
	Gilocladium	1	D48	0
	Helminthrospo-rium	4	D49-D52	0
	Nigrospora	2	D53 D54	0
	Palcilomyces	4	D55- D58	0

ตารางที่ 18 (ต่อ)

กลุ่ม (class)	ชนิด (genus)	จำนวนเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด	ระหัสของเชื้อรา	จำนวนเชื้อราที่แยกได้สามารถฟอกสีกากน้ำตาล
Deuteromycetes	Penicillium	10	D59-D68	1
	Phyllosticta	1	D69	0
	Pithormyces	2	D70 D71	0
	Pullularia	1	D72	0
	Rhizoctonia	2	D73 D74	0
	Sclerotium	3	D75-D77	3
	Thamnostylum	1	D78	0
	Trichoderna	4	D79-D82	0

ตารางที่ 17 แสดงความสามารถของเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างดินและน้ำ จากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการฟอกสีกากน้ำตาลบนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 สำหรับเชื้อราในกลุ่ม Basidiomycetes และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 สำหรับเชื้อราในกลุ่มอื่น) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 4 วัน เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30)

ลำดับที่	ระหัสของเชื้อรา	ความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล
1	B7	+ +
2	B14	+ +
3	B18	+ +
4	B20	+ +
5	B30	+ +
6	D12	+ +
7	D19	+
8	D23	+ +
9	D37	+ +
10	D38	+ +
11	D40	+ +
12	D41	+
13	D59	+
14	D62	-
15	D63	-
16	D64	-
17	D66	-
18	D67	+
19	D68	+ +

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ลำดับที่	ระหัสของ เชื้อรา	ความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล
20	D75	+ + +
21	D76	+ + +
22	D77	+ + +
23	D85	+
24	D86	+ +
25	D87	+ +
26	R1	+
27	R2	+
28	R3	-
29	R4	+
30	R5	+
31	R6	-
32	R7	+
33	R8	+
34	R9	-
35	R10	-
36	R11	-
37	Au1	+
38	Au2	-
39	S_1	+
40	S_2	-
41	S_3	+
42	S_4	+
43	MB1	+

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ลำดับที่	ระหัสของ เชื้อรา	ความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล
44	MB2	+
45	MB1	+
46	MP2	+
47	MP3	+
48	T1	+
49	T2	-
50	C1	+ +
51	C2	+ +
52	C3	+
53	C4	+ +
54	C5	+
55	D90	+ +
56	D90-1	+ +
57	D90-2	+ +
58	C77	+ +
59	D88	+ +
60	D89	+ +
61	C8	+ +

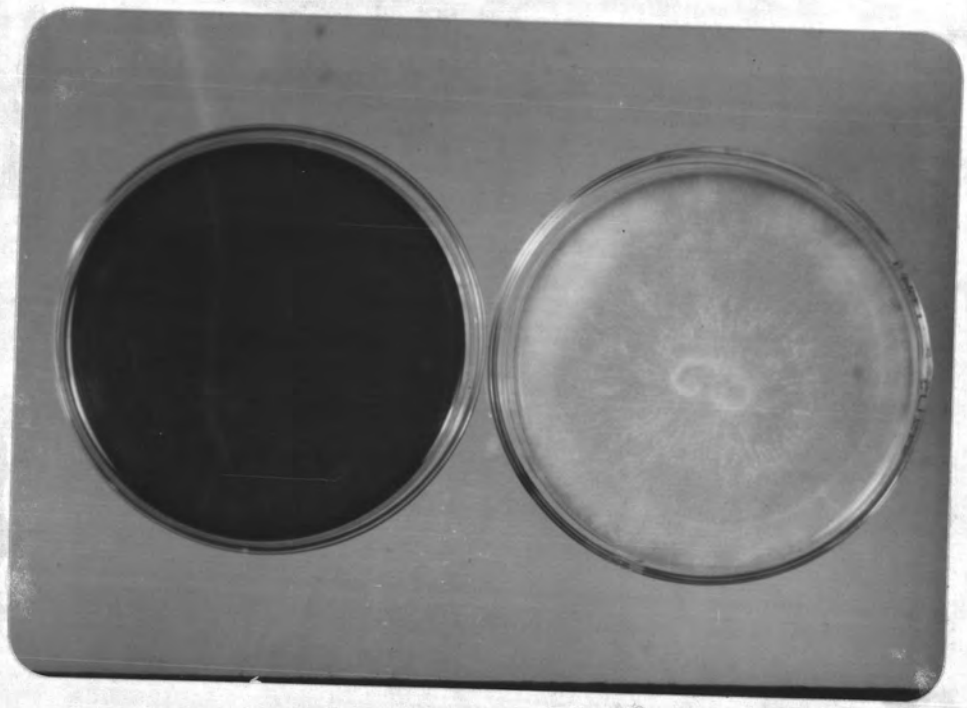
หมายเหตุ + + + สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ดีมาก

+ + สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ดี

+ สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้พอใช้

- ไม่สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลของเชื้อราที่แยกได้ D90 บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 10 วัน

ขึ้นไป นอกจากนี้มีอยู่ 12 สายพันธุ์ไม่แสดงความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล และอีก 3 สายพันธุ์ ทำให้อาหาร เลี้ยง เชื้อมีสีแดง เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 18 และรูปที่ 4

5. ทดสอบความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อผสมและ เชื้อ เดียวในอาหาร เหลว

นำ เชื้อราทั้งหมด 9 สายพันธุ์ที่คัด เลือกได้จากผลการทดสอบในอาหาร เหลวที่ผสมสาร ละลายสีกากน้ำตาล ดังผลการทดลองข้อ 4 และ เชื้อราอีก 2 สายพันธุ์ คือ D77 ซึ่งแสดง ความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลได้ดีบนอาหารวุ้นที่ผสมสาร ละลายสีกากน้ำตาล และ เชื้อรา สายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) มาทำการทดลอง เลี้ยงในอาหาร เหลว ที่เติมสาร ละลายสีกากน้ำตาล (อาหาร เลี้ยง เชื้อสูตรที่ 3) โดย เลี้ยงในลักษณะ เชื้อ เดียวและ เชื้อผสม เพื่อทดสอบความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล จากผลการทดลองพบว่า มีบาง สายพันธุ์ เมื่ออยู่ร่วมกับสายพันธุ์อื่นแล้วมีแนวโน้มทำให้การฟอกสีกากน้ำตาลดีขึ้น เมื่อ เทียบกับกรณี อยู่ เป็น เชื้อ เดี่ยว เช่นกรณี เชื้อราที่แยกได้ D90 กับ เชื้อราที่แยกได้ C90-1 เมื่ออยู่ใน สภาพ เชื้อ เดี่ยว จะมีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล เท่ากับ 50.0% และ 60.0% ตาม- ลำดับ แต่ถ้า เชื้อทั้งสองอยู่รวมกัน จะมีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล เท่ากับ 63% และ บางสายพันธุ์ เมื่ออยู่ร่วมกันแล้วจะมีแนวโน้มทำให้การฟอ ากน้ำตาลลดลง เมื่อ เทียบกับกรณี อยู่ เป็น เชื้อ เดี่ยว เช่นกรณี เชื้อราที่แยกได้ D77 เมื่ออยู่ร่วมกับ เชื้อราที่แยกได้ D87 จะมีผล ทำให้ความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่แยกได้ D87 ลดลงจาก เดิม 62.2% เป็น 27.8% ดังแสดงในตารางที่ 19

6. ศึกษาสภาพอาหาร เลี้ยง เชื้อที่ เหมาะสมต่อการฟอกสีกากน้ำตาล

ทำการศึกษาสภาพการ เลี้ยง เชื้อที่ เหมาะสมต่อการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่คัด เลือก ได้จากผลการทดลอง ทดสอบความสามารถในการฟอกสีน้ำกากส่าในอาหารวุ้น และอาหาร เหลว ดังแสดงในผลการทดลองข้อ 3 และข้อ 4 โดยคัด เลือก เฉพาะ เชื้อราที่มีความสามารถฟอกสี กากน้ำตาลได้ดีบนอาหารวุ้นหรืออาหารแข็ง ดังนี้ D86 D87 D88 D90 C90-1 C1 และ B30

6.1 การหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ เหมาะสม

จากการ เลี้ยง เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นในอาหาร เหลวที่มีการแปรผัน ปริมาณน้ำตาลกลูโคส เป็น 0.5% 1.0% 1.5% 2.0% 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ

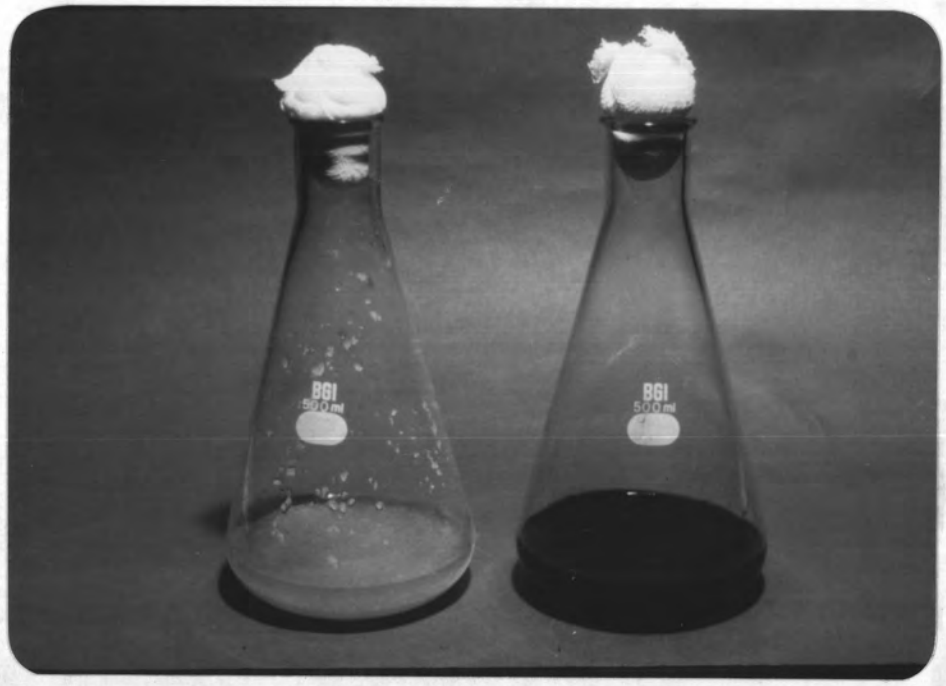
ตารางที่ 18 แสดงเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาลของเชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 60 รอบต่อนาที หาเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาลโดยวัดเปอร์เซนต์ที่ลดลงในการดูดกลืนแสงของสีกากน้ำตาลด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 475 นาโนเมตร

กลุ่ม	ระหัสของเชื้อรา	ชนิดของเชื้อรา	เปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาล
Basidiomycetes	B7	Langumaria gigantea	-
	B14	Leucocoprinus ostsuchsis	-
	B18	Pleurotus cystidiosus	20
	B20	Pleurotus cystidiosus	-
	B30	Coriolus versicolor	50
Deuteromycetes	D12	Aspergillus sp.	35
	D23	Cladosporium sp.	23.1
	D37*	Fusarium sp.	-
	D38*	Fusarium sp.	-
	D40*	Fusarium sp.	-
	D68	Penicillium sp.	-
	D75	Sclerotium sp.	-
	D76	Sclerotium sp.	-
	D77	Sclerotium sp.	-
	D86	Aspergillus sp.	50
	D87	Aspergillus sp.	59
	D88	Aspergillus sp.	55

ตารางที่ 18 (ต่อ)

กลุ่ม	ระหัสของ เชื้อรา	ชนิดของ เชื้อรา	เปอร์เซนต์การ ฟอกสีภาคน้ำตาล
	D89	Aspergillus sp.	55
ไม่สามารถจำแนก พวกได้	C1	-	40
	C2*	-	-
	C4	-	-
	D90	-	63
	C90-1	-	52
	C90-2	-	45
	C77	-	50
	C6	-	50

* พบว่าทำให้อาหาร เลี้ยง เชื้อมีสีแดง



รูปที่ 4 แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเหลว ที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 70%

ตารางที่ 19 แสดงความสามารถของเชื้อผสมและเชื้อเดียวในการฟอกสีกากน้ำตาลในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน หาเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาล โดยวัดเปอร์เซนต์ที่ลดลงในการดูดกลืนแสงของสีกากน้ำตาลด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสง 475 นาโนเมตร

ระพัสของเชื้อรา	เปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาล
B30	55.0
D_{77}	-
D86	60.7
D87	62.2
D88	59.2
D89	55.2
D90	50.0
C90-1	60.0
C90-2	54.7
C_{77}	49.3
C_1	24.0
C_6	59.7
D90 + D_{77}	51.0
D90 + D86	62.5
D90 + D87	56.3
D90 + D88	61.7
D90 + D89	51.3
D90 + C90-1	65.3

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ระหัสของเชื้อรา	เปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาล
D90 + C90-2	53.0
D90 + C77	51.0
D90 + C1	50.6
D90 + C6	57.7
D77 + D86	56.2
D77 + D87	27.8
D77 + D88	25.3
D77 + D89	39.2
D77 + C90-1	52.1
D77 + C90-2	31.2
D77 + C77	40.0
D77 + C1	-
D77 + C6	35.0
C1 + D86	51.7
C1 + D87	56.0
C1 + D88	56.7
C1 + D89	55.0
C1 + C90-1	53.3
C1 + C90-2	53.0
C1 + C77	43.0
C1 + C6	60.7

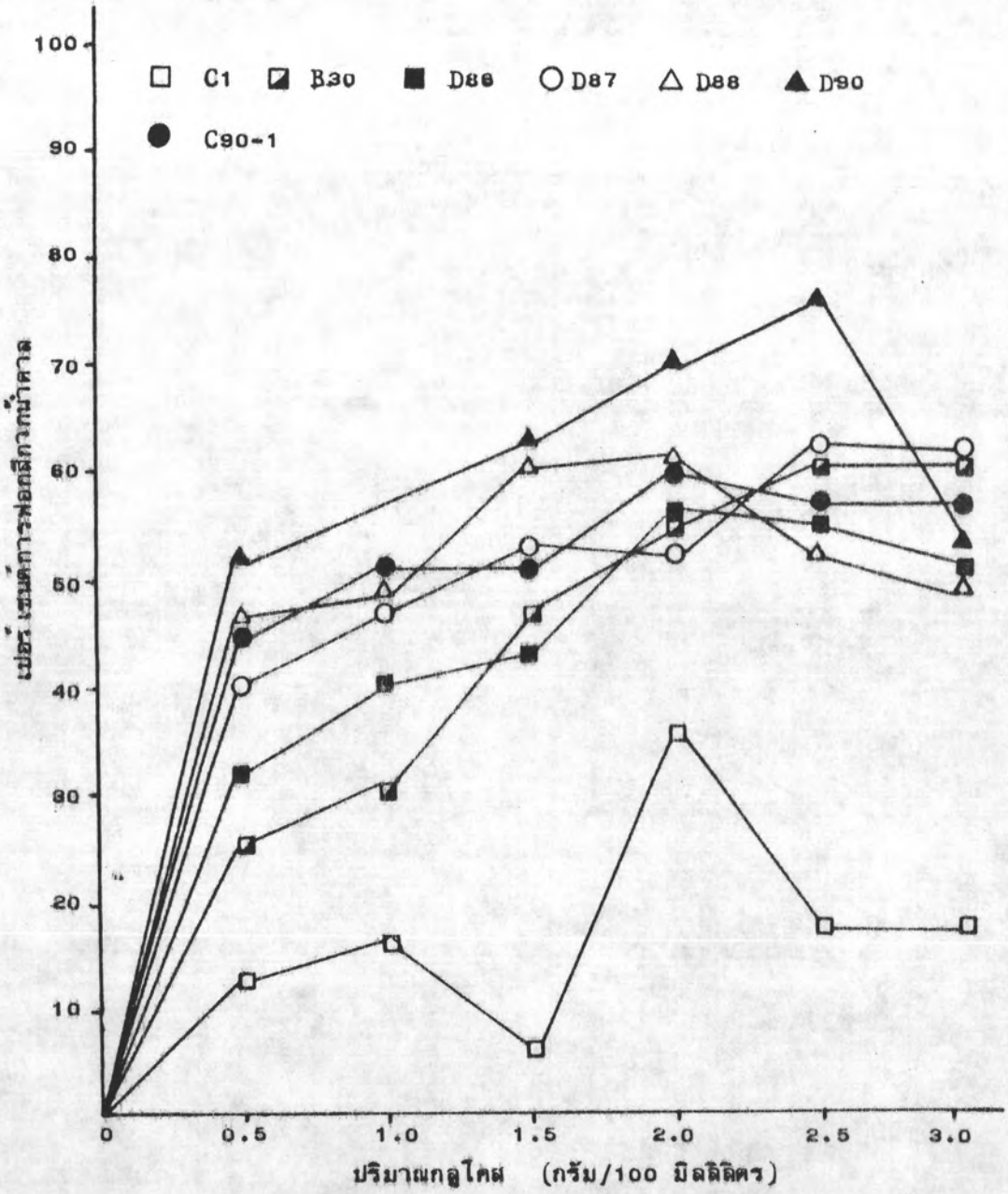
พบว่า เมื่อระดับน้ำตาลกลูโคสในอาหาร เลี้ยง เชื้อสูงขึ้น จะทำให้อัตราการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราดังกล่าวสูงขึ้นด้วย โดย เฉพาะอย่างยิ่ง เชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถฟอกสีกากน้ำตาล ได้ถึง 75% ที่ระดับน้ำตาลกลูโคส 2.5% และ เริ่มลดลง เมื่อระดับน้ำตาลกลูโคสสูง เกินกว่า 2.5% ดังแสดงในกราฟที่ 1

6.2 การหาชนิดของแหล่งอาหารไนโตร เจนที่เหมาะสม

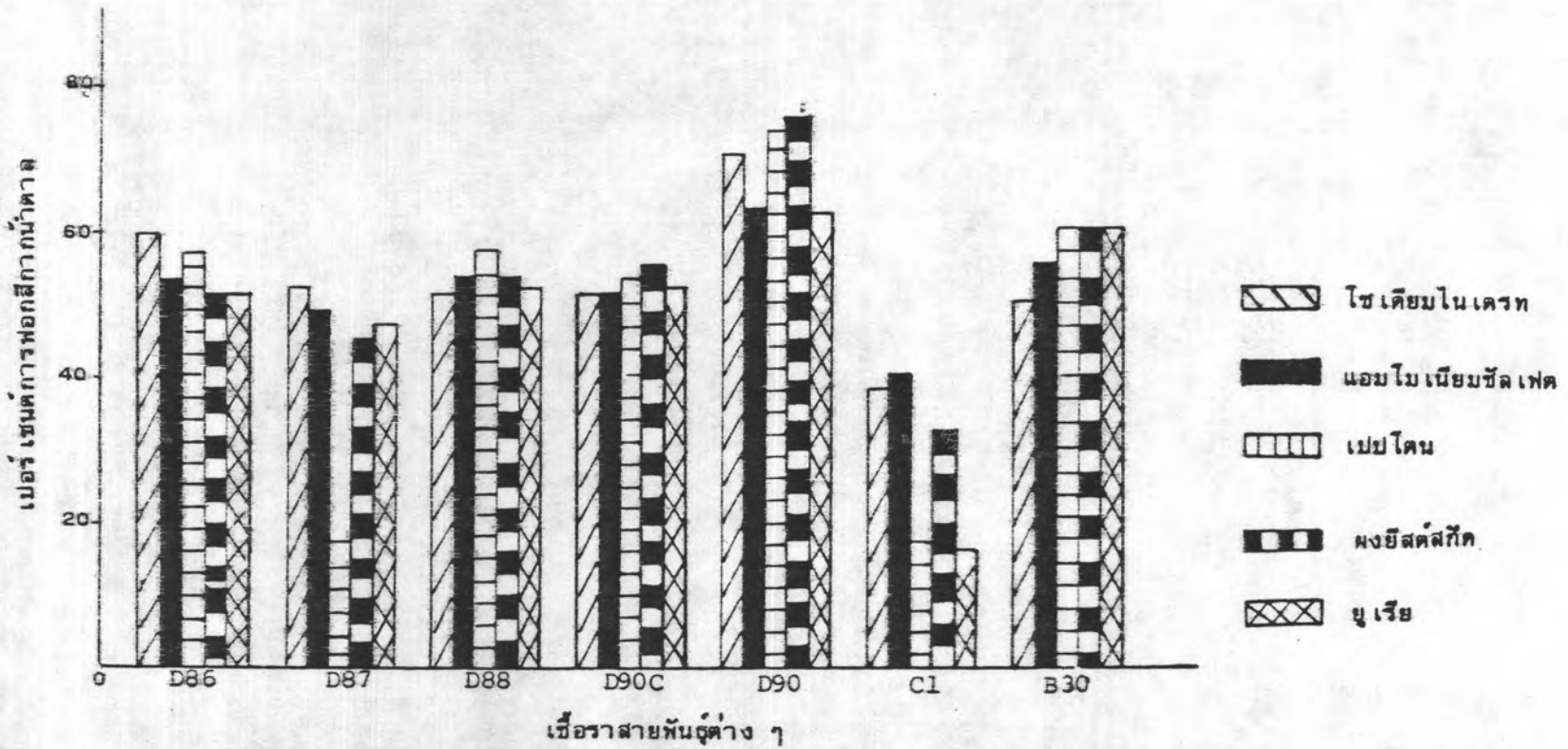
จากการ เลี้ยง เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นในอาหาร เหลวที่มีการแปรผัน ชนิดของแหล่งอาหารไนโตร เจน เป็น โซเดียมไน เตรท แอมโม เนียมซัล เฟต ผงยีสต์สกัด เปปโตน และยู เรีย " พบว่า เชื้อราแต่ละชนิดจะมีความต้องการแหล่งของอาหารไนโตร เจนต่างกันในการ ฟอกสีกากน้ำตาล กล่าวคือ เชื้อราที่แยกได้ D86 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 59.5% เมื่อใช้โซเดียมไน เตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราที่แยกได้ D87 สามารถฟอกสี กากน้ำตาลได้สูงถึง 52.3% เมื่อใช้โซเดียมไน เตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราที่แยก ได้ D88 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 57.1% เมื่อใช้เปปโตนเป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 75.0% เมื่อใช้ผงยีสต์สกัด เป็น แหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราที่แยกได้ C90-1 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 55.0% เมื่อใช้ผงยีสต์สกัด เป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราที่แยกได้ C1 สามารถฟอกสีกากน้ำตาล ได้สูงถึง 40% เมื่อใช้แอมโม เนียมซัล เฟต เป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน เชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน B30 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 60% เมื่อใช้ เปปโตน ผงยีสต์สกัด หรือยู เรีย เป็น แหล่งอาหารไนโตร เจน ดังแสดงในกราฟที่ 2

6.3 การหาระดับความ เป็นกรด เป็นด่างที่เหมาะสม

จากการ เลี้ยง เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ดังข้างต้นในอาหาร เหลวที่มีการแปรผันความ เป็นกรด เป็นด่าง เป็น 4.0 5.0 6.0 และ 7.0 ตามลำดับ พบว่า เชื้อราแต่ละชนิด มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลได้ดีที่ความ เป็นกรด เป็นด่างต่างกัน กล่าวคือ เชื้อราที่แยก ได้ D86 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 57.2% เมื่อความ เป็นกรด เป็นด่าง เท่ากับ 7.0 เชื้อราที่แยกได้ D87 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 53.0% เมื่อความ เป็นกรด เป็นด่าง เท่ากับ 5.0 เชื้อราที่แยกได้ D88 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 60.5% เมื่อความ เป็นกรด เป็นด่าง เท่ากับ 6 หรือ 7 เชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 78.0% เมื่อความ เป็นกรด เป็นด่าง เท่ากับ 6 เชื้อราที่แยกได้ C90-1 สามารถฟอกสีกาก-



กราฟที่ 1 แสดงผลของระดับกลูโคส (กรัม/100 มิลลิลิตร) ในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเยื่อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C_1 D86 D87 D88 D90 C90-1 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ตามลำดับ ในสภาวะปลอดเชื้อ เขี่ยเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน



กราฟที่ 2 แสดงผลของแหล่งอาหารไนโตรเจน ไซเดียมไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต เปปโตน ผงยีสต์สกัด และยูเรีย ตามลำดับ ในอาหารเหลวผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C1 D86 D87 D88 C90-1 D90 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B_{30}) ตามลำดับ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรดบนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน

น้ำตาลได้สูงถึง 59.0% เมื่อความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 5 หรือ 6 เชื้อราที่แยกได้ C1 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 37.5% เมื่อความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 5 และเชื้อรา สายพันธุ์มาตรฐาน B30 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 57.0% เมื่อความเป็นกรดเป็น ด่าง เท่ากับ 6 ดังแสดงในกราฟที่ 3

7. <u>ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมในการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่แยกได้ D90</u>

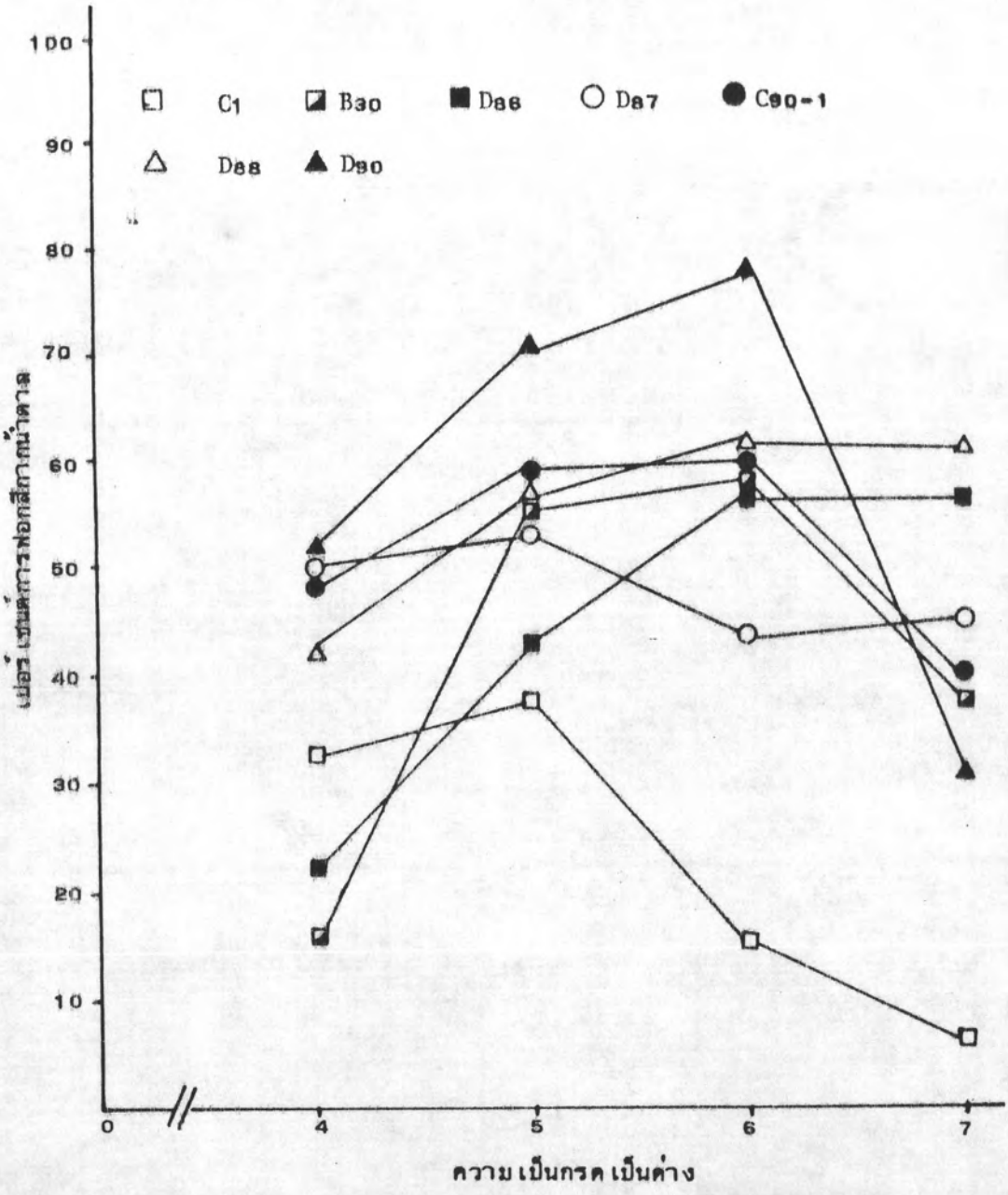
จากการ เลี้ยง เชื้อที่แยกได้ D90 ในอาหาร เหลว โดยมีการแปรผันปริมาณ เชื้อ เริ่มต้น เป็น 0.05 0.10 0.15 0.20 และ 0.25 กรัม/100 มิลลิลิตรอาหาร เลี้ยง เชื้อ ตาม ลำดับ พบว่า การฟอกสีกากน้ำตาลสูงขึ้น เมื่อปริมาณ เชื้อเริ่มต้นสูงขึ้น และการฟอกสีกากน้ำตาล สูงสุด เท่ากับ 75% ในเวลา 6 วัน เมื่อปริมาณเชื้อเริ่มต้น เท่ากับ 0.15 กรัม/100 มิลลิลิตร อาหาร เลี้ยง เชื้อ และถ้า เพิ่มปริมาณ เชื้อ เริ่มต้นมากกว่า 0.15 กรัม/100 มิลลิลิตรอาหาร เลี้ยง-เชื้อ การฟอกสีกากน้ำตาลก็ยัง เท่า เดิมดังแสดงในกราฟที่ 4

8. <u>ศึกษาสภาพการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่แยกได้ D90 โดยสูตรอาหารที่ปรับปรุง และปริมาณ เชื้อ เริ่มต้นที่ เหมาะสม</u>

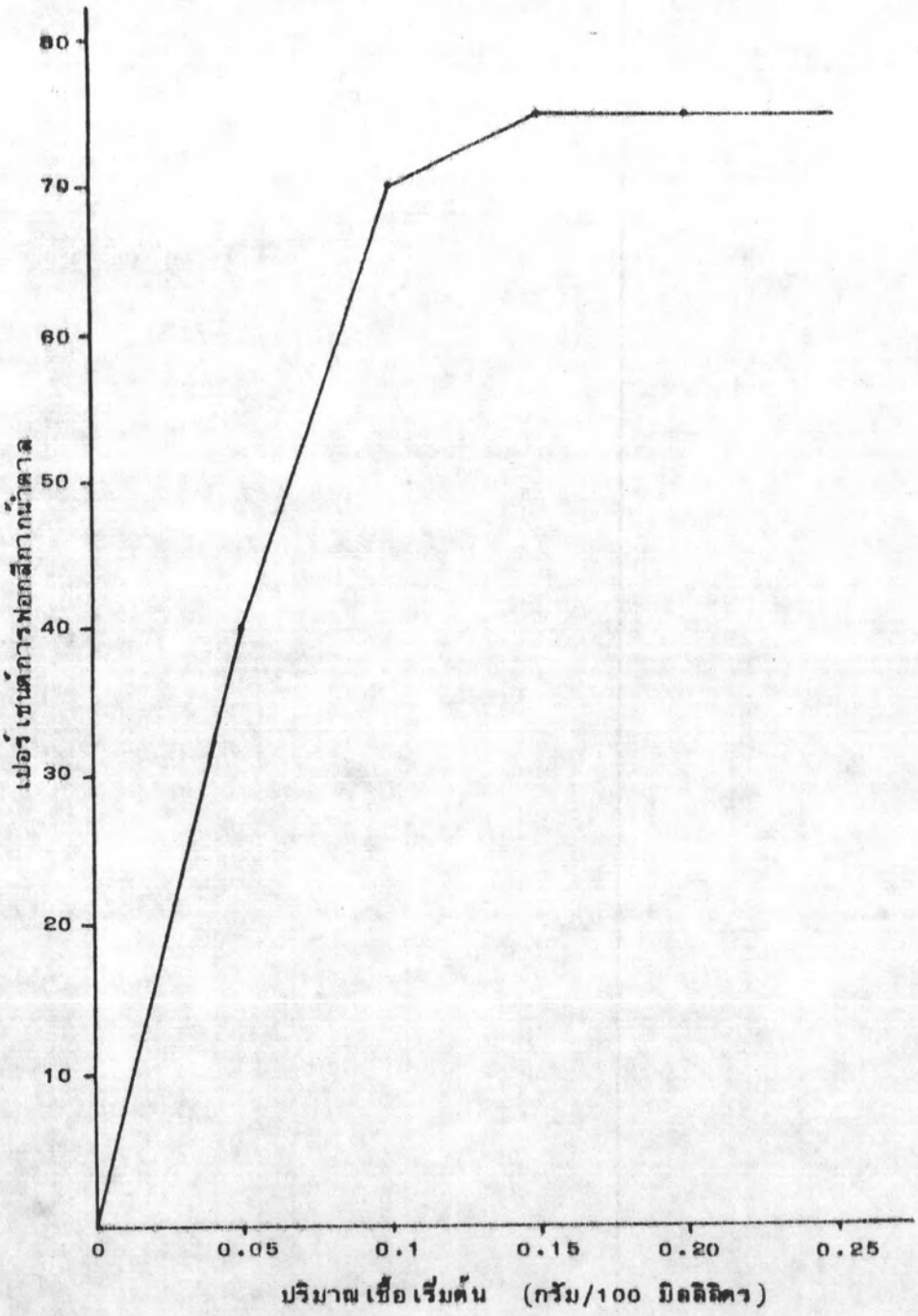
จากการ เลี้ยง เชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน 3 สูตร ซึ่ง แต่ละสูตรมีองค์ประกอบและความ เป็นกรดเป็นด่าง เหมือนกัน แต่ต่างกันที่แหล่งอาหารไนโตร เจน คือ โซเดียมไน เตรท ผงยีสต์สกัด และยู เรีย และปริมาณเชื้อ เริ่มต้น 0.15 กรัม/100 มิลลิลิตร อาหาร เลี้ยง เชื้อ พบว่า สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงสุดในอาหาร เลี้ยง เชื้อที่มีผงยีสต์สกัด เป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน สูงถึง 93.0% ส่วนกรณีที่ใช้โซเดียมไน เตรท เป็นแหล่งอาหาร ไนโตร เจนสามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูง 87.5% และกรณีใช้ยู เรีย เป็นแหล่งอาหารไนโตร เจน สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ เพียง 60.0% ในเวลา 9 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 5 6 7 และ 8 ตามลำดับ

9. <u>ศึกษาสภาพการฟอกสีน้ำกากส่า โดย เชื้อราที่แยกได้ D90</u>

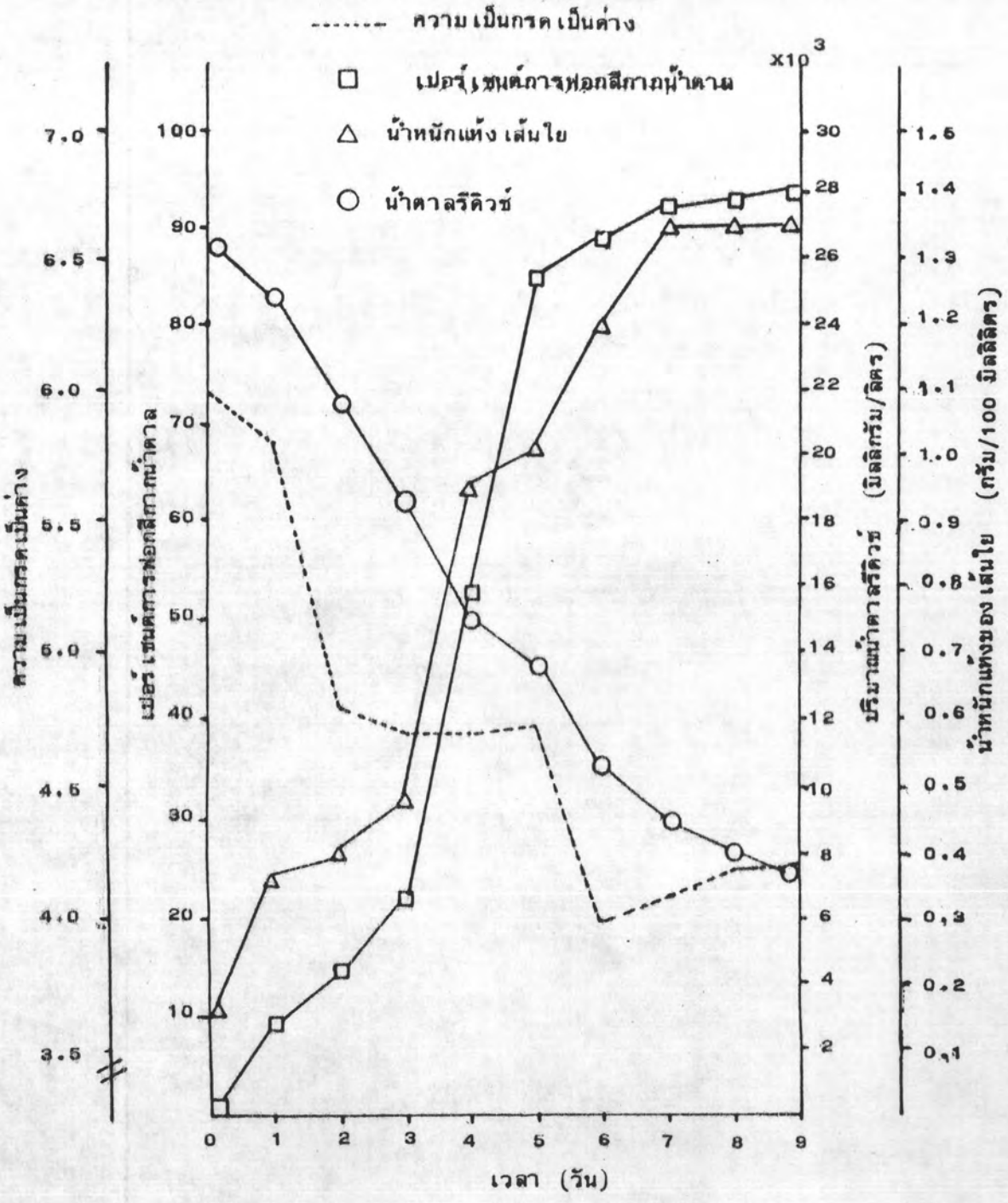
จากการ เลี้ยง เชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบ กำจัดน้ำ เสียของโรงงานสุราแสงไสม จังหวัดนครปฐม และนำมา เจือจางให้มีความ เข้มของสี น้ำกากส่าพอ เหมาะและ เติมสารอาหาร กลูโคส โปแตสเซียม ไดไฮโดร เจนฟอสเฟต โซ-เดียมไน เตรท และแมกนี เซียมซัล เฟต ดังกล่าวในบทที่ 2 ข้อ 10 เป็น เวลานาน 12 วัน



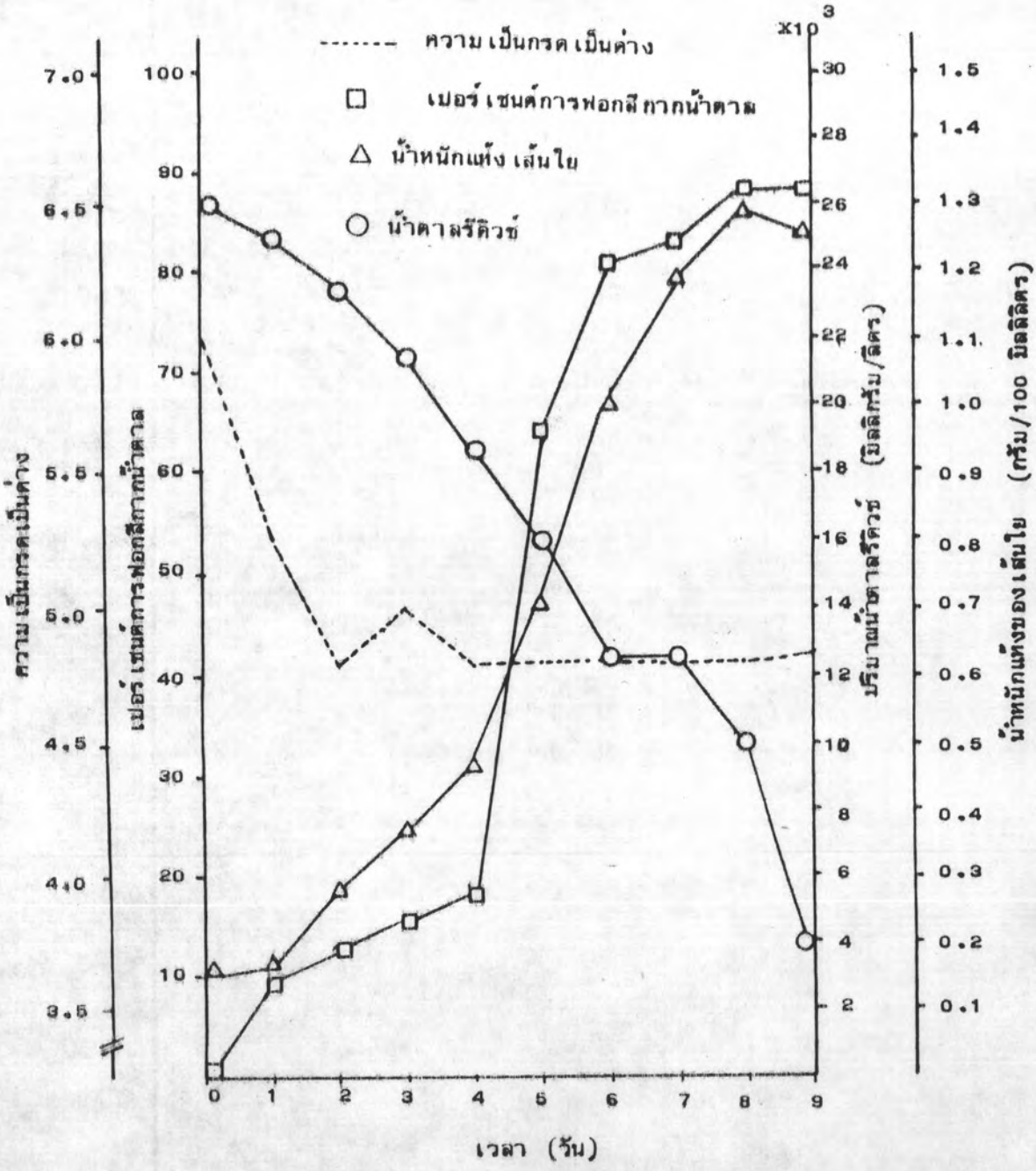
กราฟที่ 3 แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างของอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C1 D86 D87 D88 C90-1 D90 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ตามลำดับในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน



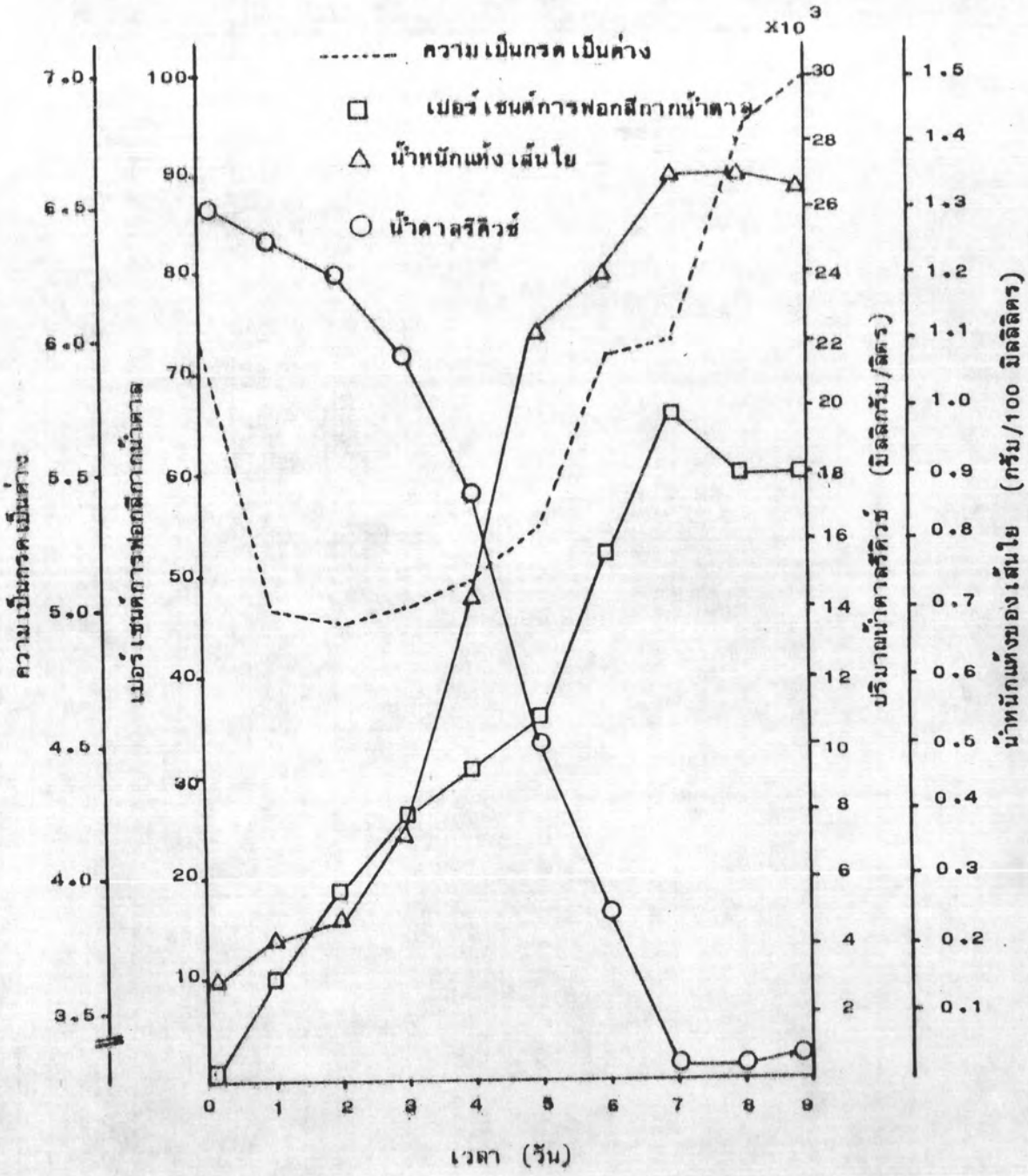
กราฟที่ 4 แสดงผลของปริมาณเชื้อเริ่มต้น (กรัม/100 มิลลิลิตร)ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน



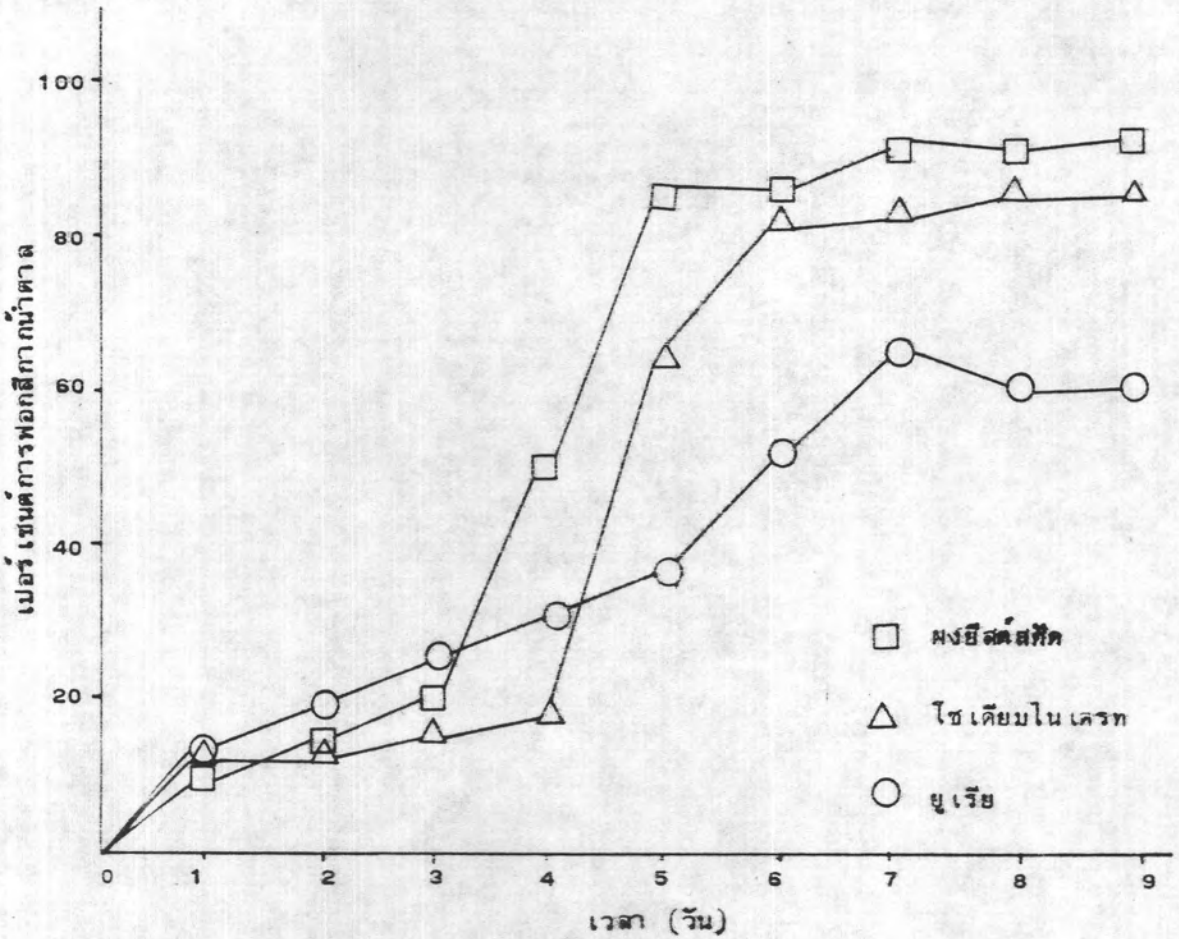
กราฟที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{80} ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีผงยีสต์สกัด เป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน



กราฟที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีโซเดียมไนเตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่า ที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน



กราฟที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้ง เส้นใย (กรัม/100 มิลลิกรัม) น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหาร เลี้ยง เชื้อสูตรปรับปรุงที่มียู เรีย เป็น แหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศา-เซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน



กราฟที่ 8 แสดงผลของแหล่งอาหารไนโตรเจน ไซเดียบไนเตรท ผงยีสต์สกัด และยูเรีย ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุง ในสภาวะปลอดเชื้อ เขี่ยบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน

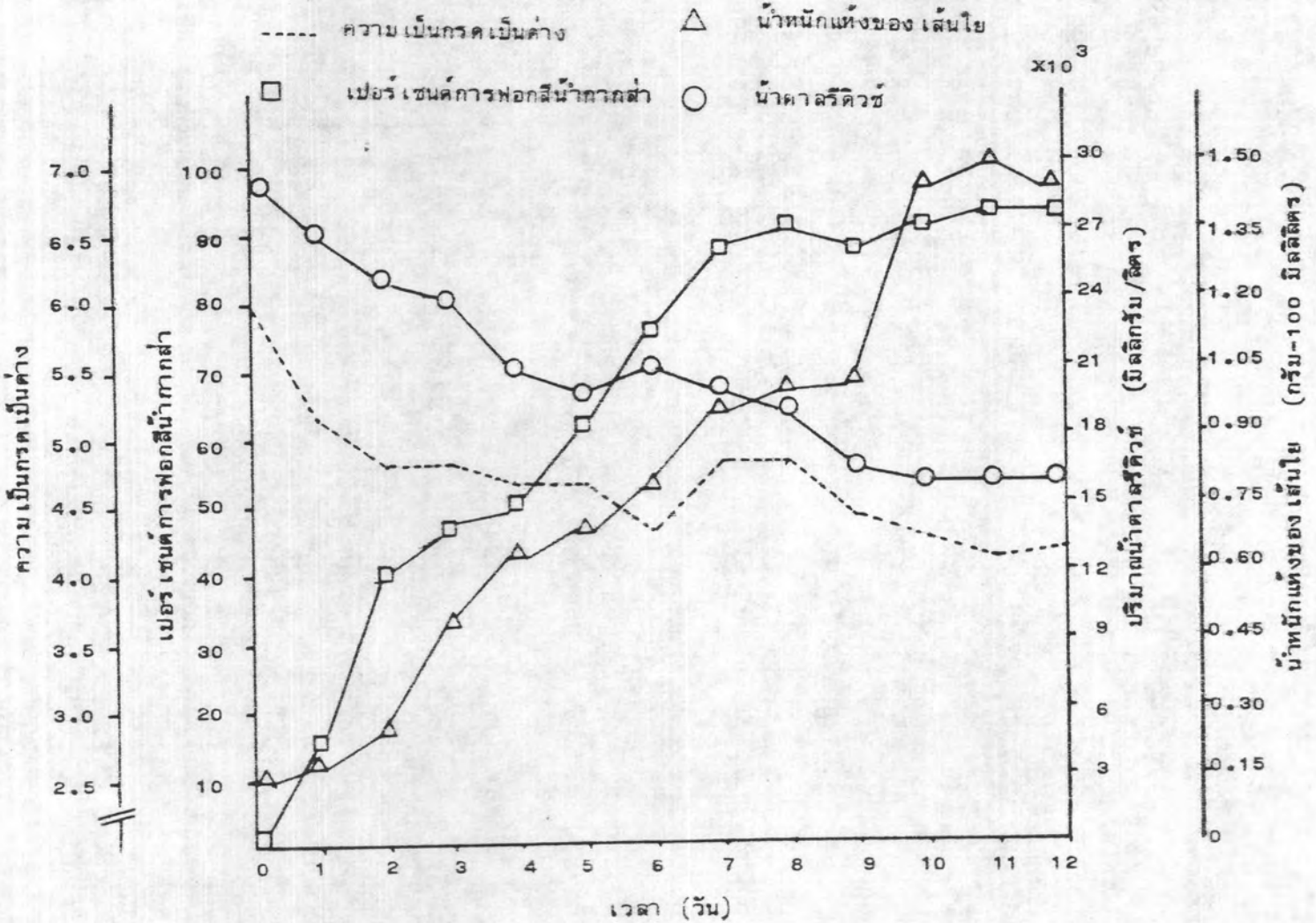
พบว่า เชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถฟอกสีและกำจัดความสกปรกของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสียได้แตกต่างกัน กล่าวคือ กรณีน้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย (น้ำกากส่าสด) สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 91.0% ลดระดับ ซี.ไอ.ดี. ได้ 44.2% ลดระดับ บี.ไอ.ดี. ได้ 81.0% ลดระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ 37.5% ลดระดับไนเตรทได้ 36.9% และลดระดับฟอสเฟตได้ 23.4% กรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 65.0% ลดระดับ ซี.ไอ.ดี. ได้ 80.6% ลดระดับ บี.ไอ.ดี. ได้ 93.5% ลดระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ 28.4% ลดระดับไนเตรทได้ 100% และลดระดับฟอสเฟตได้ 27.7% และกรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 60.0% ลดระดับ ซี.ไอ.ดี. ได้ 77.9% ลดระดับ บี.ไอ.ดี. ได้ 93.4% ลดระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ 12.4% ลดระดับไนเตรทได้ 100% และลดระดับฟอสเฟตได้ 23.9% ดังแสดงในกราฟที่ 9 10 11 12 13 14 15 และ 16 ตามลำดับ

10. <u>ศึกษาผลของอาหารเสริมต่ออัตราการฟอกสีน้ำกากส่าสด ของเชื้อราที่แยกได้ D90</u>

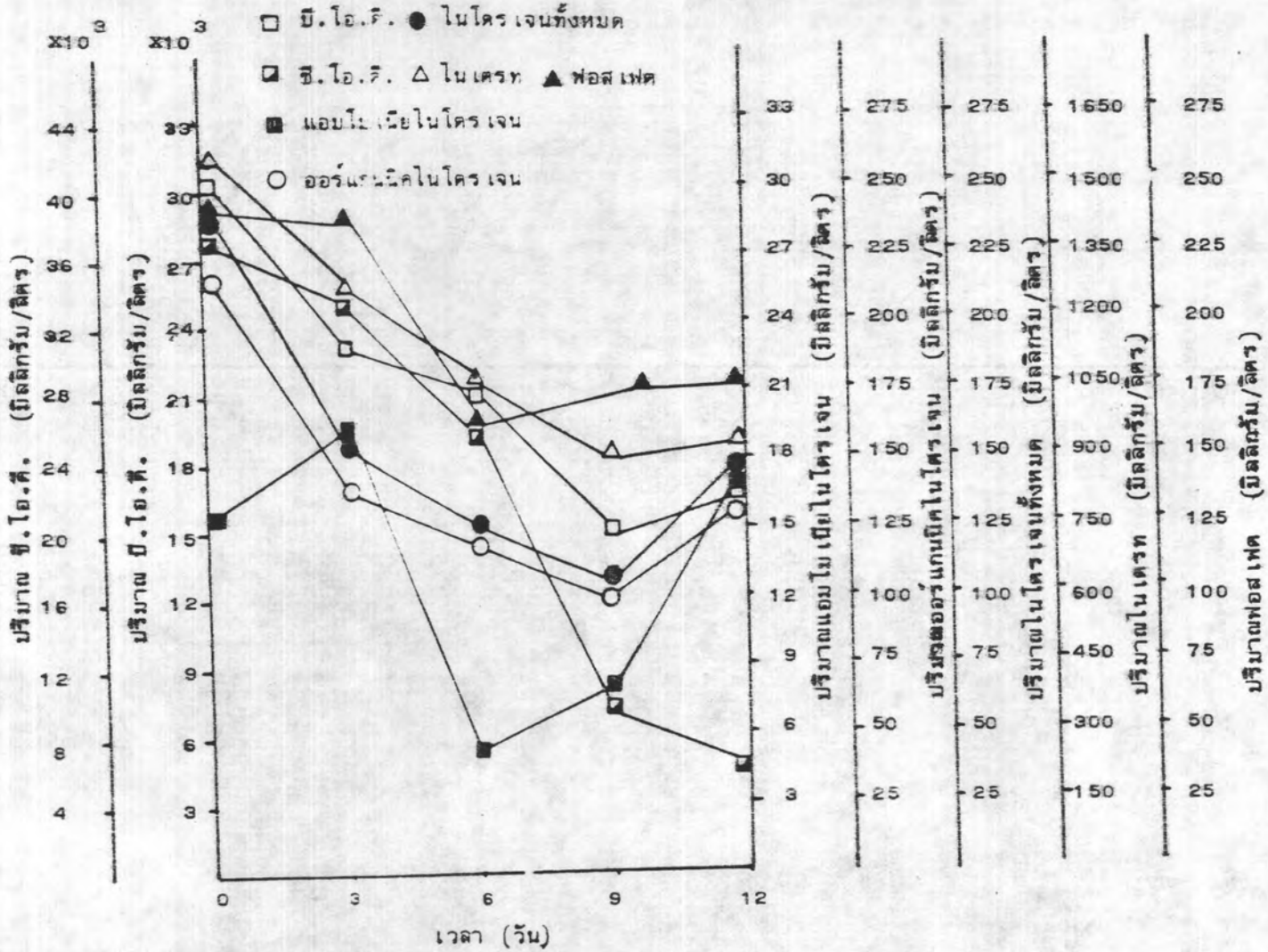
จากการเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มของสีน้ำกากส่าพอเหมาะและเติมสารอาหารบางอย่าง เพื่อศึกษาถึงผลของอาหารเสริม กลูโคส ไบแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และโซเดียมไนเตรท พบว่าอาหารเสริมทุกตัวมีผลต่อการฟอกสีน้ำกากส่าสดของเชื้อราที่แยกได้ D90 กล่าวคือ กรณีไม่เติมอาหารเสริมอะไรลงไปเลย สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้เพียง 17.5% ในขณะที่เติมอาหารเสริมครบทุกตัว สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้สูงถึง 90% ในเวลา 10 วัน นอกจากนี้อาหารเสริมแต่ละตัวก็มีความสำคัญต่อการฟอกสีน้ำกากส่าเช่นกัน คือ กรณีเติมอาหารเสริมทุกตัว ยกเว้นกลูโคส สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 22.5% กรณีเติมอาหารเสริมทุกตัว ยกเว้นโซเดียมไนเตรท สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 87.5% กรณีเติมอาหารเสริมทุกตัว ยกเว้นไบแคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต สามารถฟอกสีได้ 85% และกรณีเติมอาหารเสริมทุกตัว ยกเว้นแมกนีเซียมซัลเฟต สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 82.5% ในเวลา 10 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 17 18 19 20 21 22 และ 23 ตามลำดับ

11. <u>ศึกษาสภาพการฟอกสีน้ำกากส่าโดยเชื้อราที่แยกได้ D90 ในสภาพไม่ปลอดเชื้อ</u>

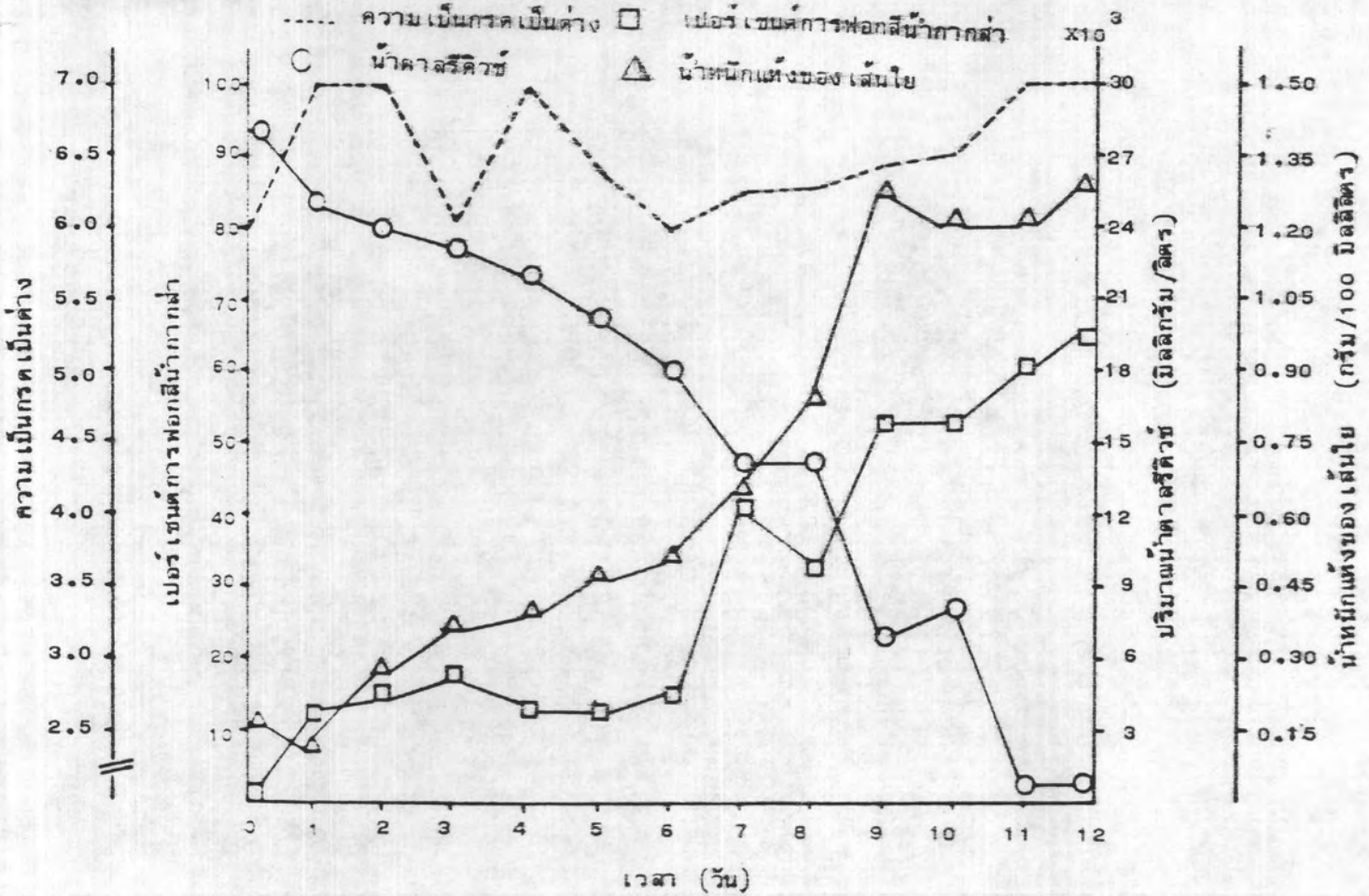
จากการเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มของสีพอ-



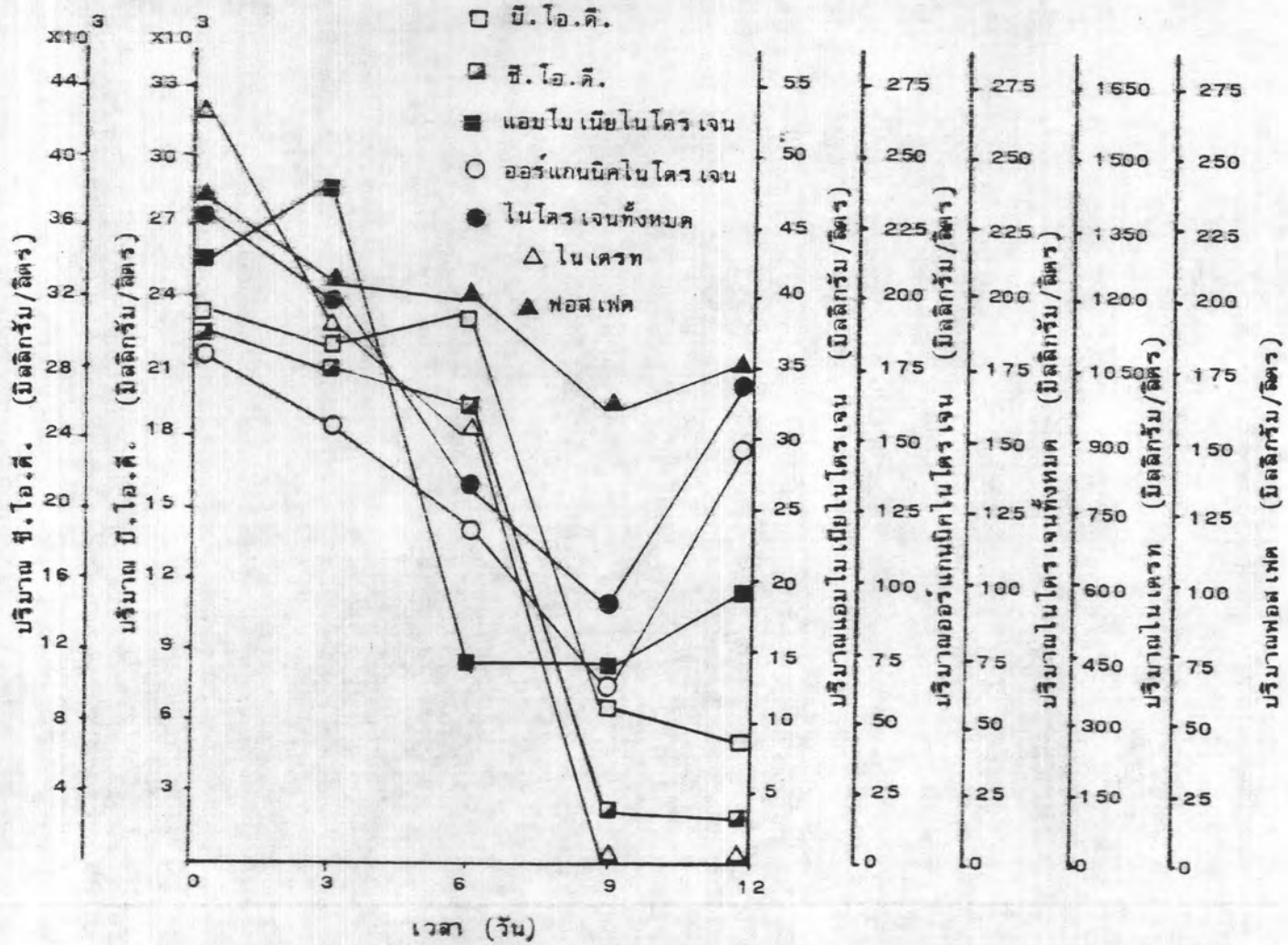
กราฟที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะปลอดเชื้อเมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



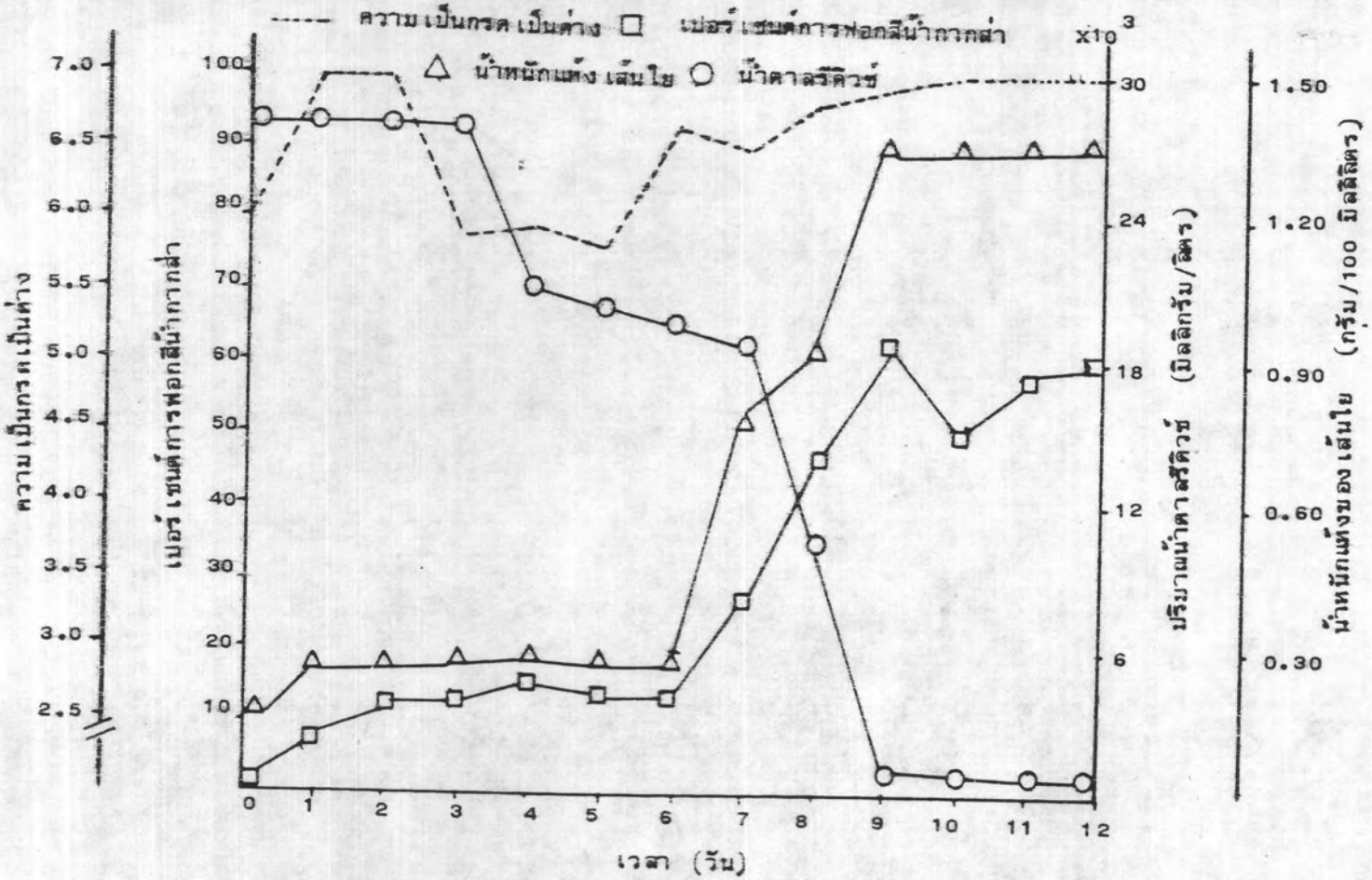
กราฟที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



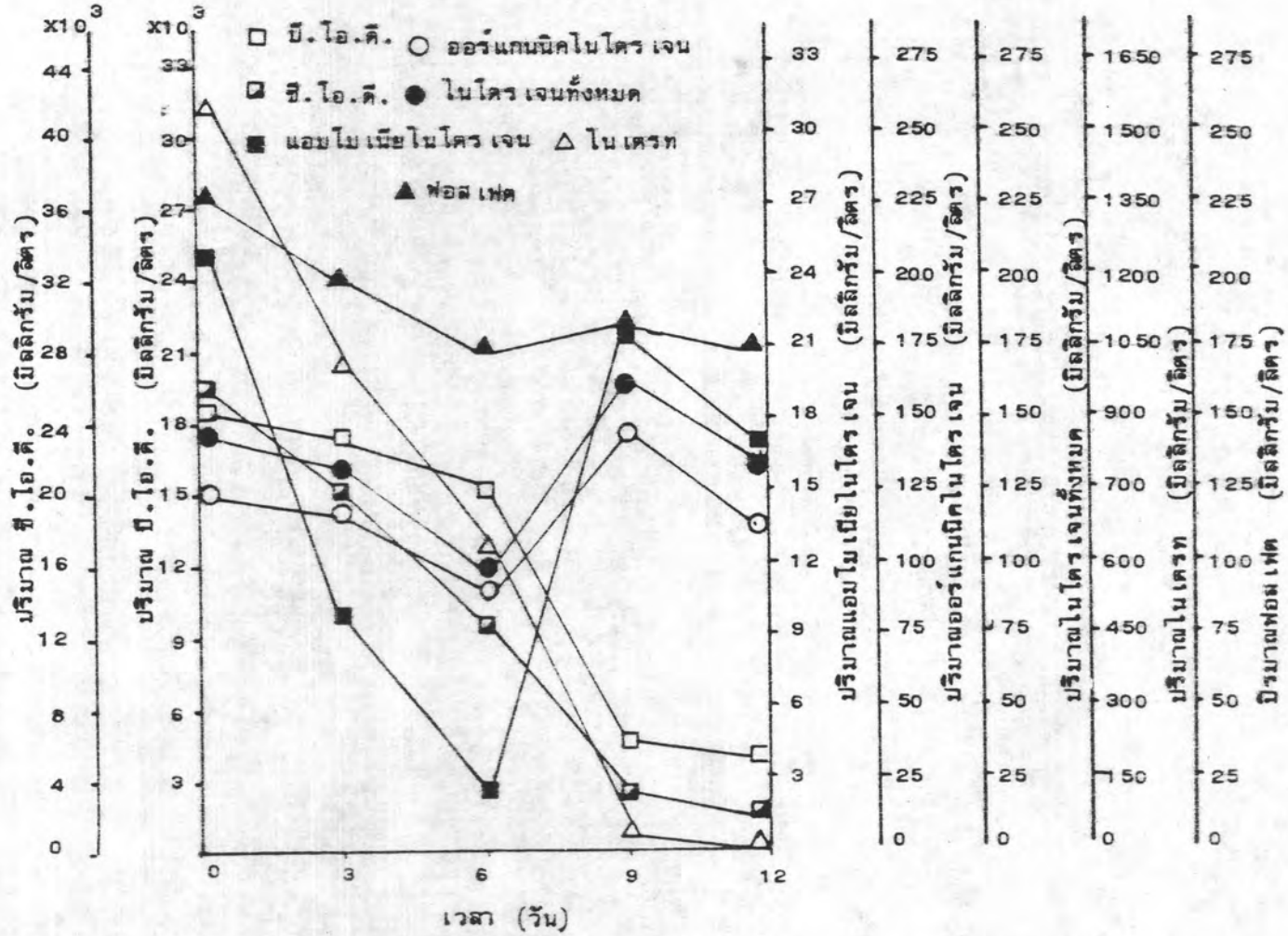
กราฟที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



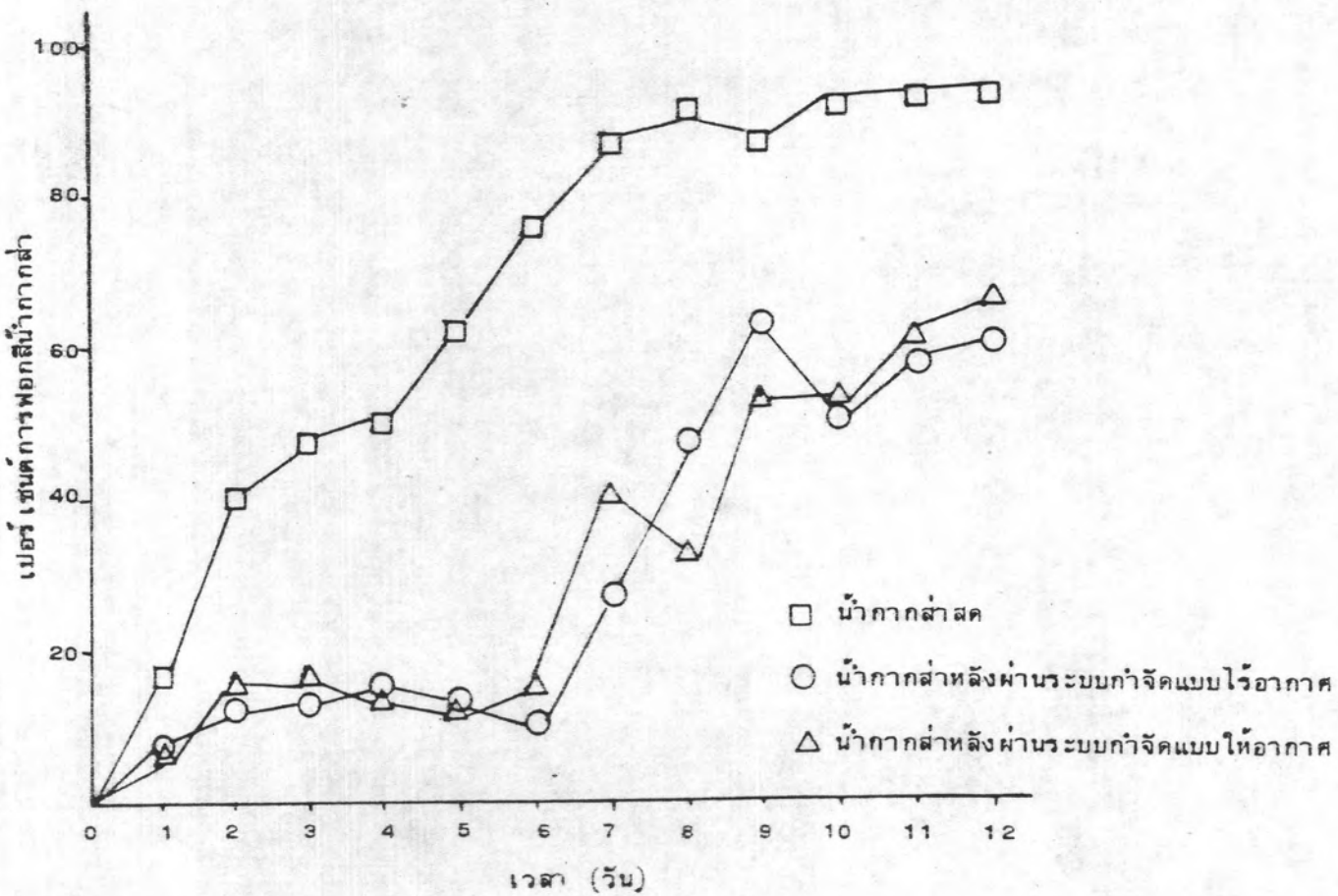
กราฟที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D_{30} ในน้ำกากส่า หลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



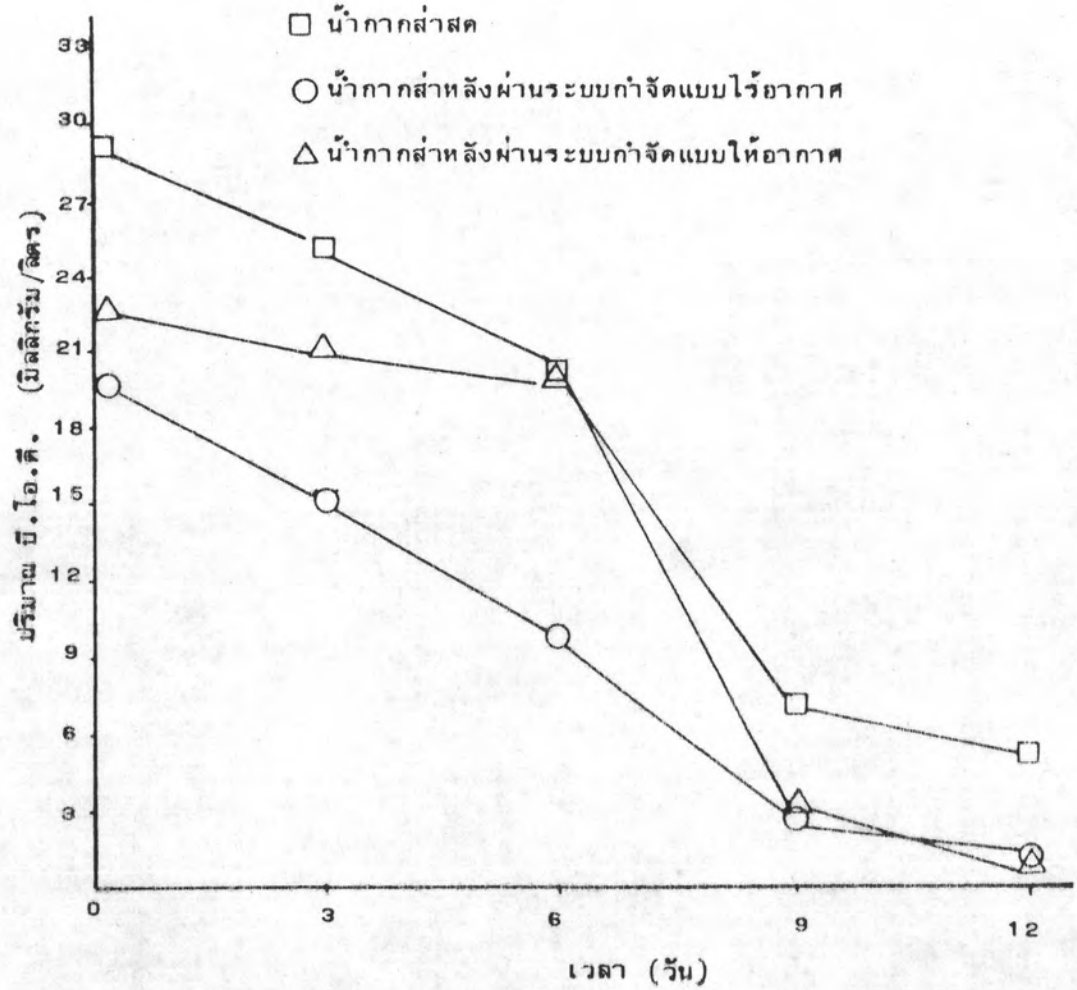
กราฟที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในน้ำกากส่า หลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



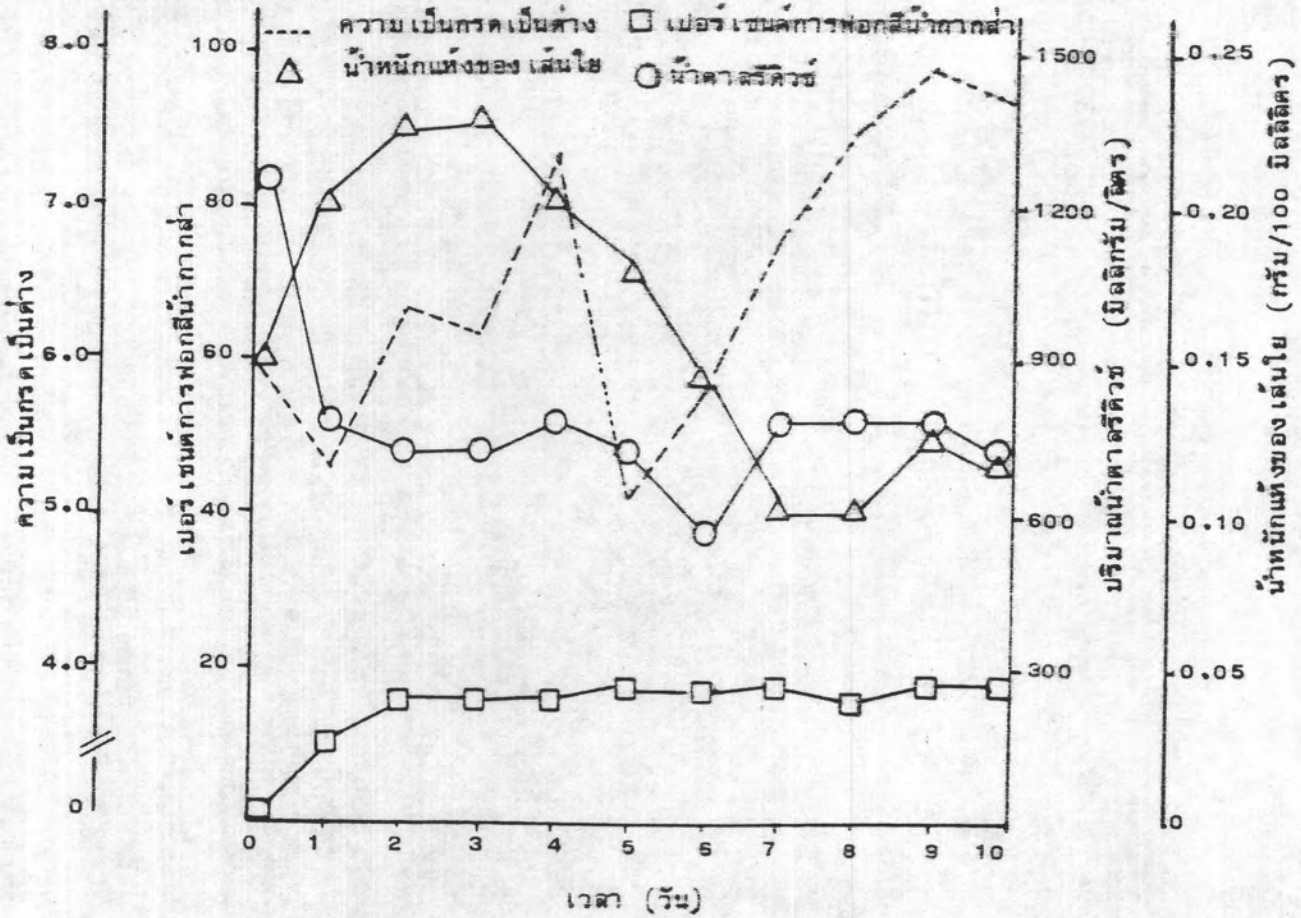
กราฟที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



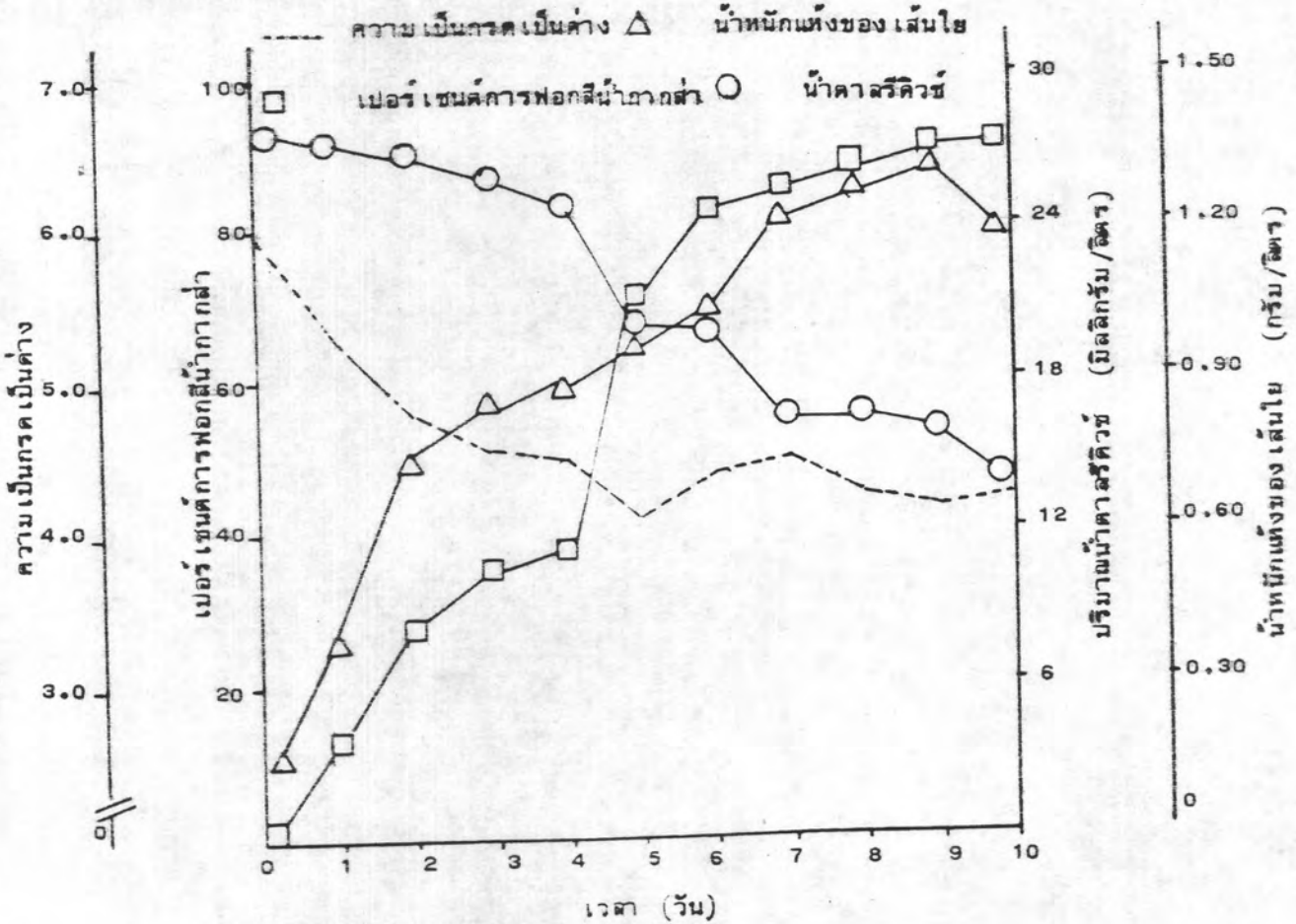
กราฟที่ 15 เปรียบเทียบการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



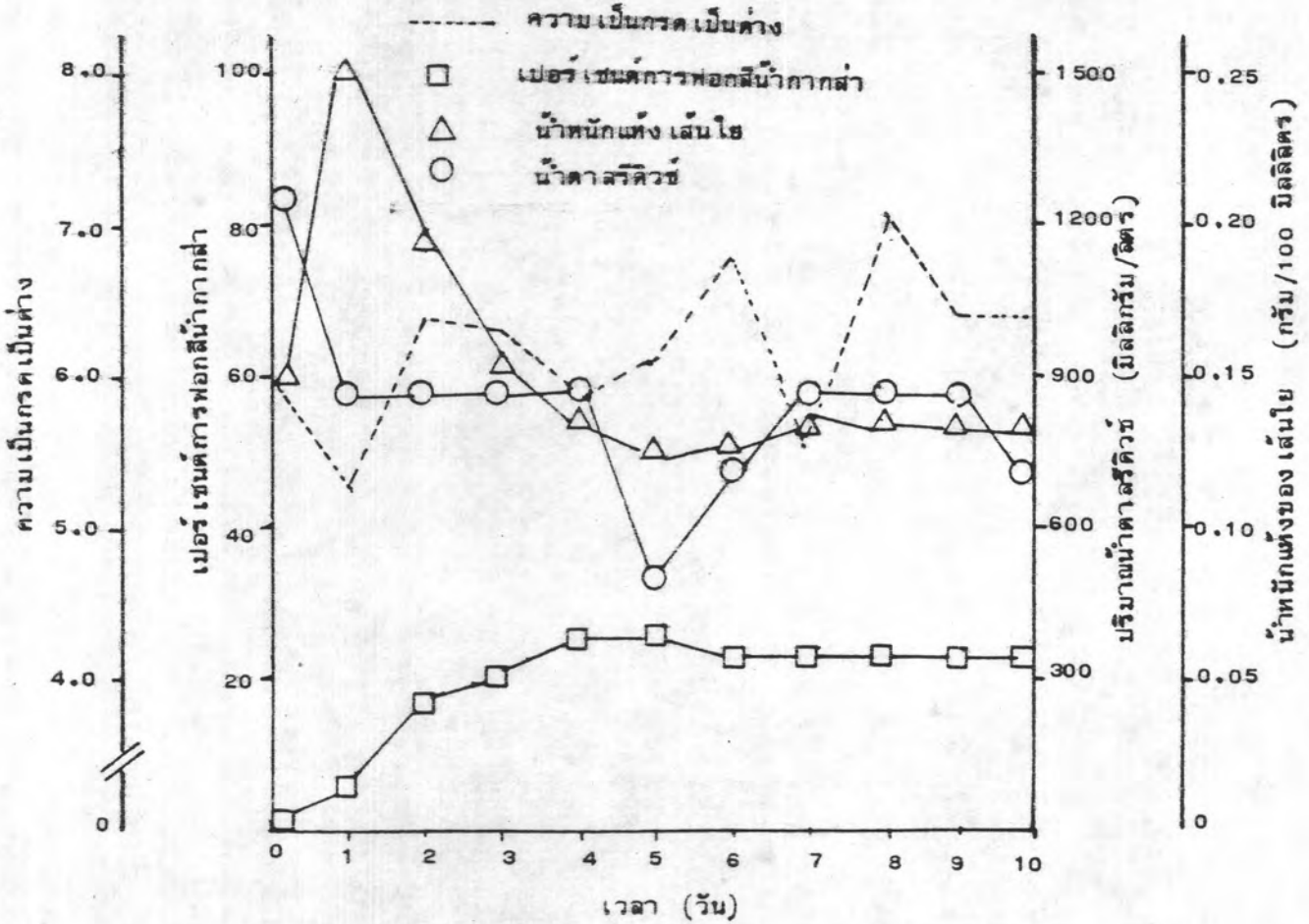
กราฟที่ 16 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อเลี้ยงเชื้อรา ที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน



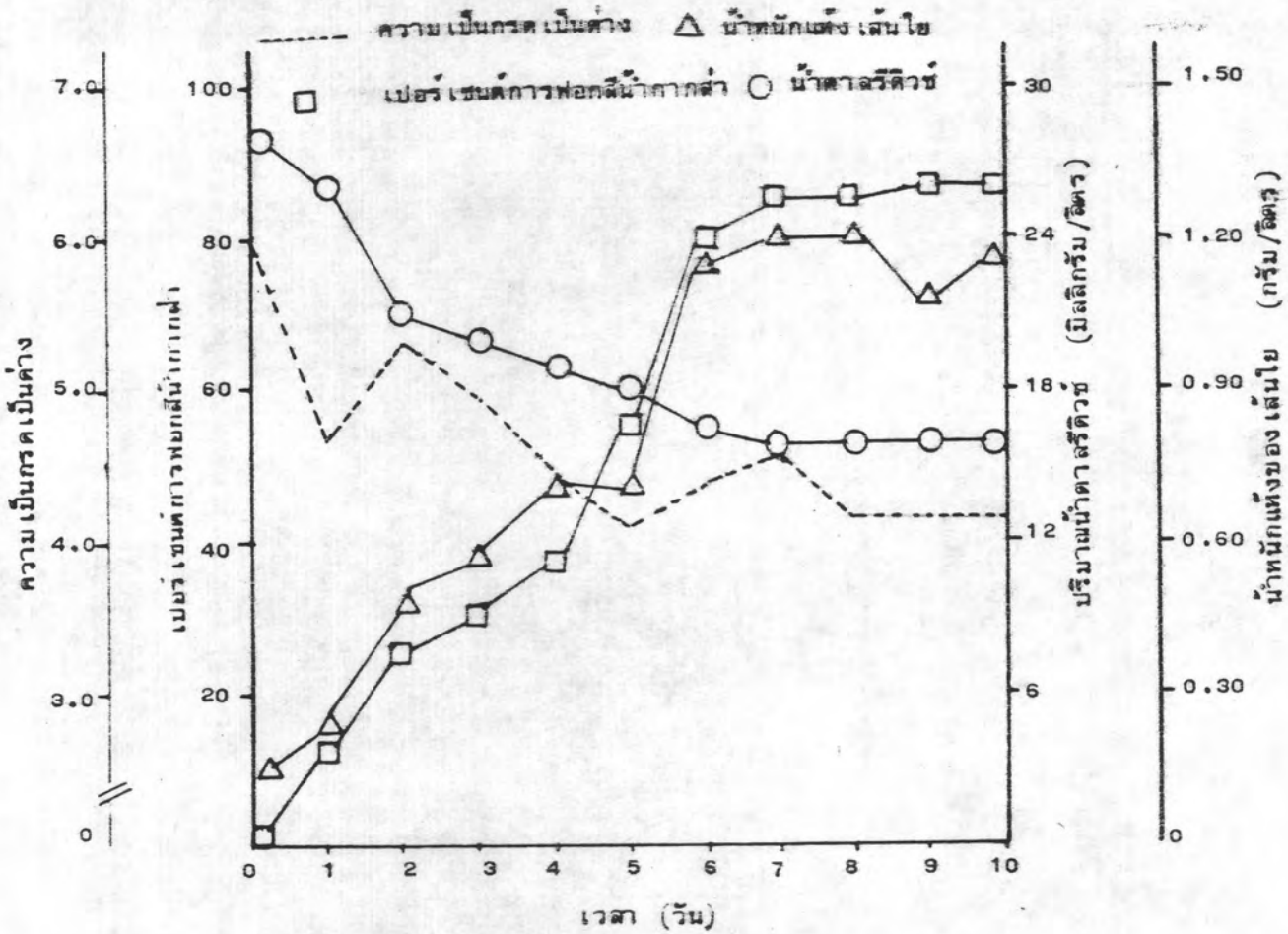
กราฟที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่ไม่ได้เติมอาหารเสริมอะไรลงไป ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



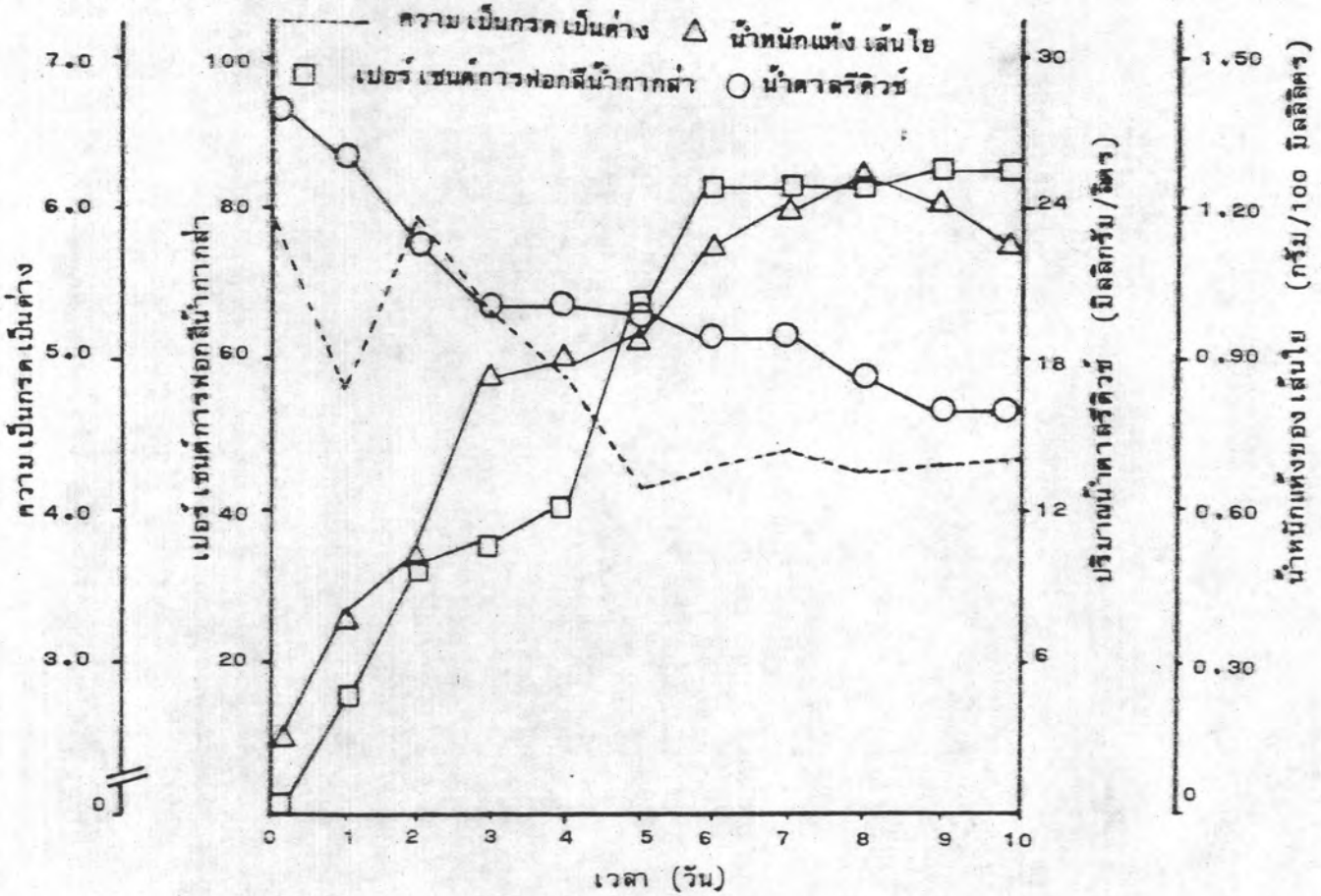
กราฟที่ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โซเดียมไนเตรท โปแตสเซียม-ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



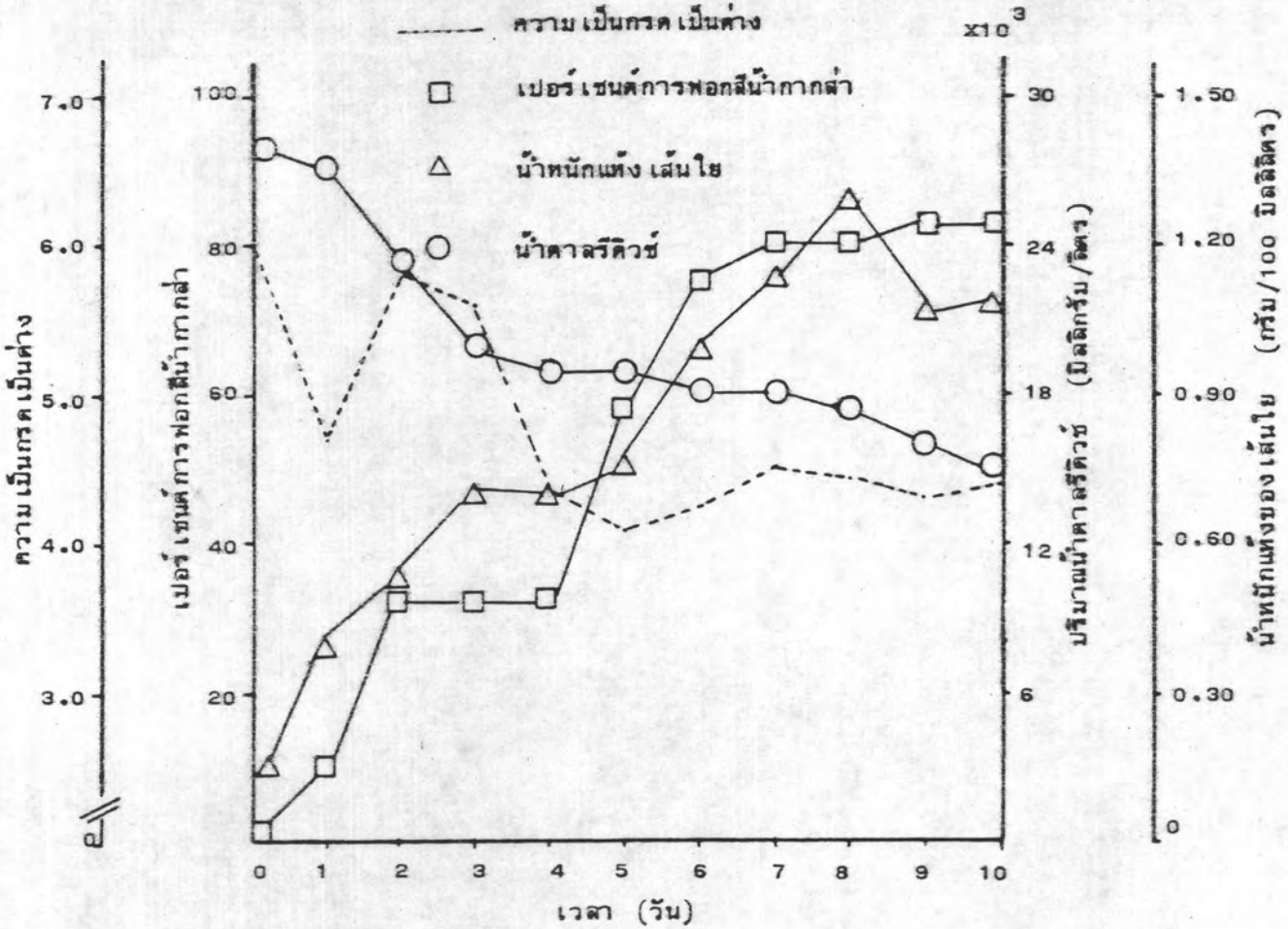
กราฟที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้ง เส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม ไธเดียมไนเตรท ไปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต แต่ยกเว้น กลูโคส ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



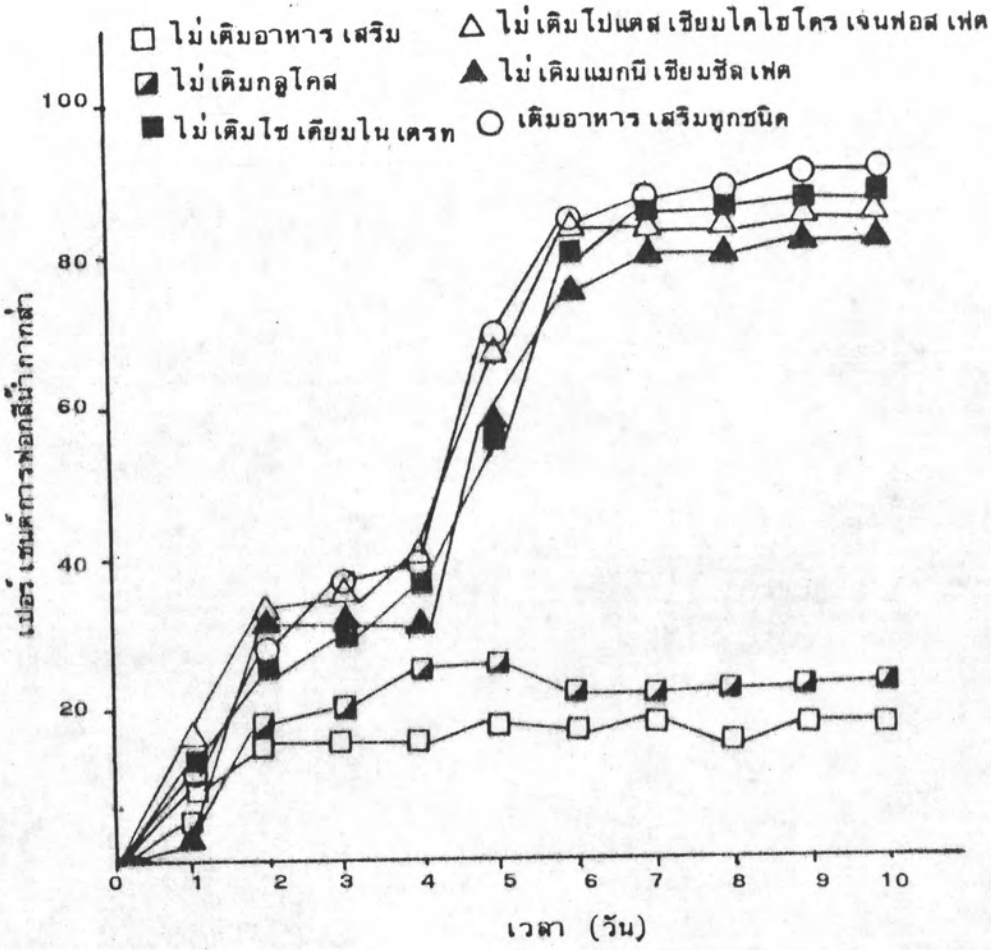
ภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต แต่ยกเว้นไธเดียมไนเตรท ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



กราฟที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โซเดียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต ยกเว้นไปแคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



กราฟที่ 22 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอส-เฟต และโซเดียมไนเตรท แต่ยกเว้นแมกนีเซียมซัลเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน



กราฟที่ 23 แสดงผลของอาหารเสริม กลูโคส ไปแตสเซียมไดไฮโดรเจน-ฟอสเฟต ไซเดียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต ในน้ำกากส่า-สด ต่อการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน

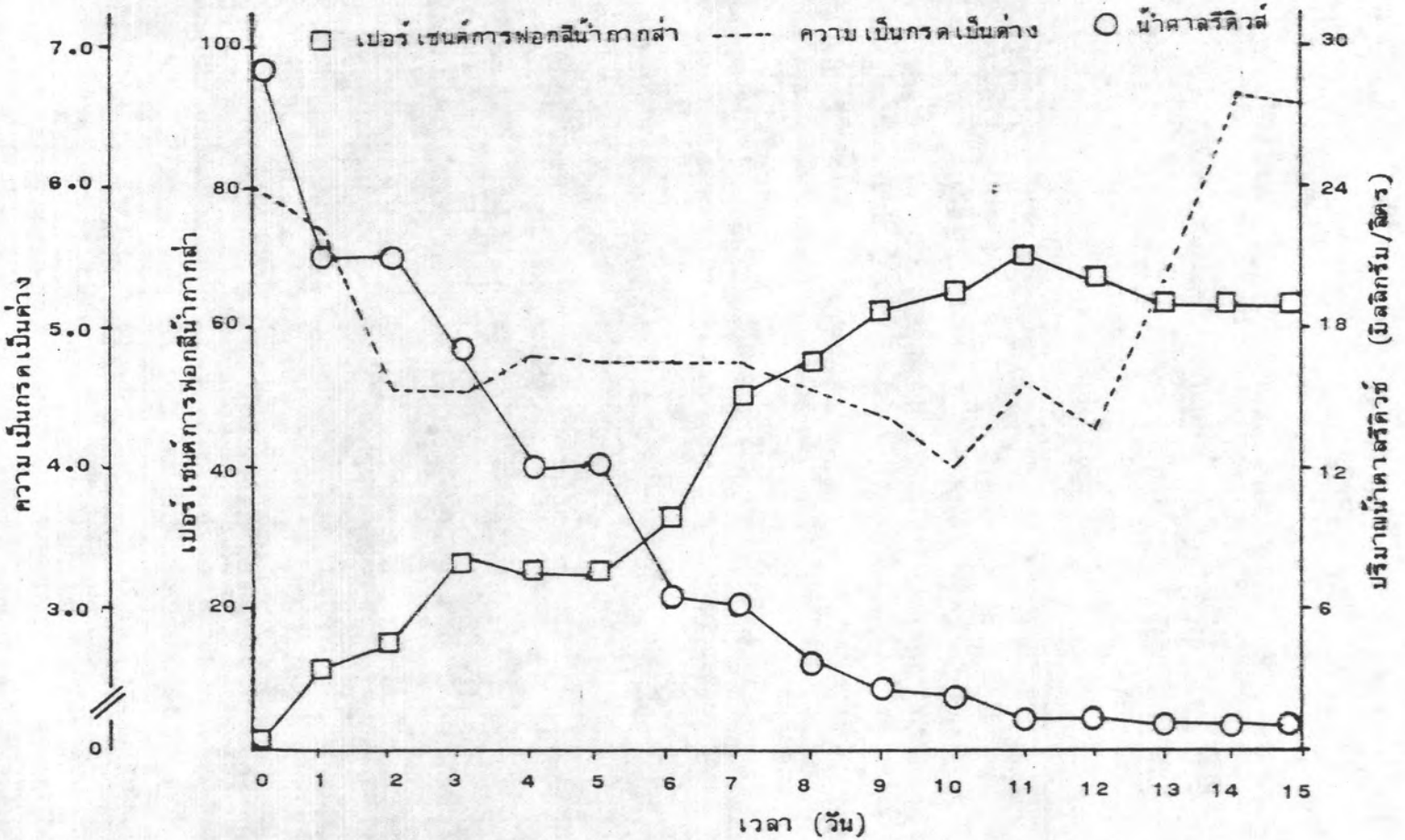
เหมาะ และเติมสารอาหาร กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ไซเตียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต ดังกล่าวในบทที่ 2 ข้อ 10 แต่ไม่ต้องอบฆ่าเชื้อน้ำกากส่าดังกล่าว พบว่าสามารถฟอกสีและกำจัดความสกปรกของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสียได้ต่างกัน คือ กรณีน้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย (น้ำกากส่าสด) ความเข้มของสีน้ำกากส่าลดลงถึง 70% ในเวลา 11 วัน หลังจากนั้นความเข้มของสีน้ำกากส่าจะเพิ่มขึ้น และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ถึง 90.4% ในเวลา 15 วัน กรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ความเข้มของสีน้ำกากส่าลดลง 35% ในเวลา 6 วัน หลังจากนั้นความเข้มของสีน้ำกากส่าจะคงที่ และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ถึง 74.0% ในเวลา 15 วัน และกรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ความเข้มของสีน้ำกากส่าลดลง 35% ในเวลา 8 วัน หลังจากนั้นความเข้มของสีน้ำกากส่าจะคงที่ และลดระดับของ บี.โอ.ดี. ได้ถึง 95.7% ในเวลา 15 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 24 25 26 27 28 29 30 และ 31 ตามลำดับ

ส่วนกรณีไม่เติมเชื้อเริ่มต้น พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำกากส่านั้น ไม่สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ แต่สามารถกำจัดความสกปรกลงได้พอสมควร คือ กรณีน้ำกากส่าก่อนเข้าระบบกำจัดน้ำเสีย (น้ำกากส่าสด) ความเข้มของสีน้ำกากส่าลงลงเพียง 7.5% และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 84% ในเวลา 15 วัน กรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ความเข้มของสีน้ำกากส่าลดลงเพียง 7.5% และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 94.5% ในเวลา 15 วัน และกรณีน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ความเข้มของสีน้ำกากส่าลดลงเพียง 20% และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 90.3% ในเวลา 15 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 32 33 34 35 36 37 38 และ 39 ตามลำดับ

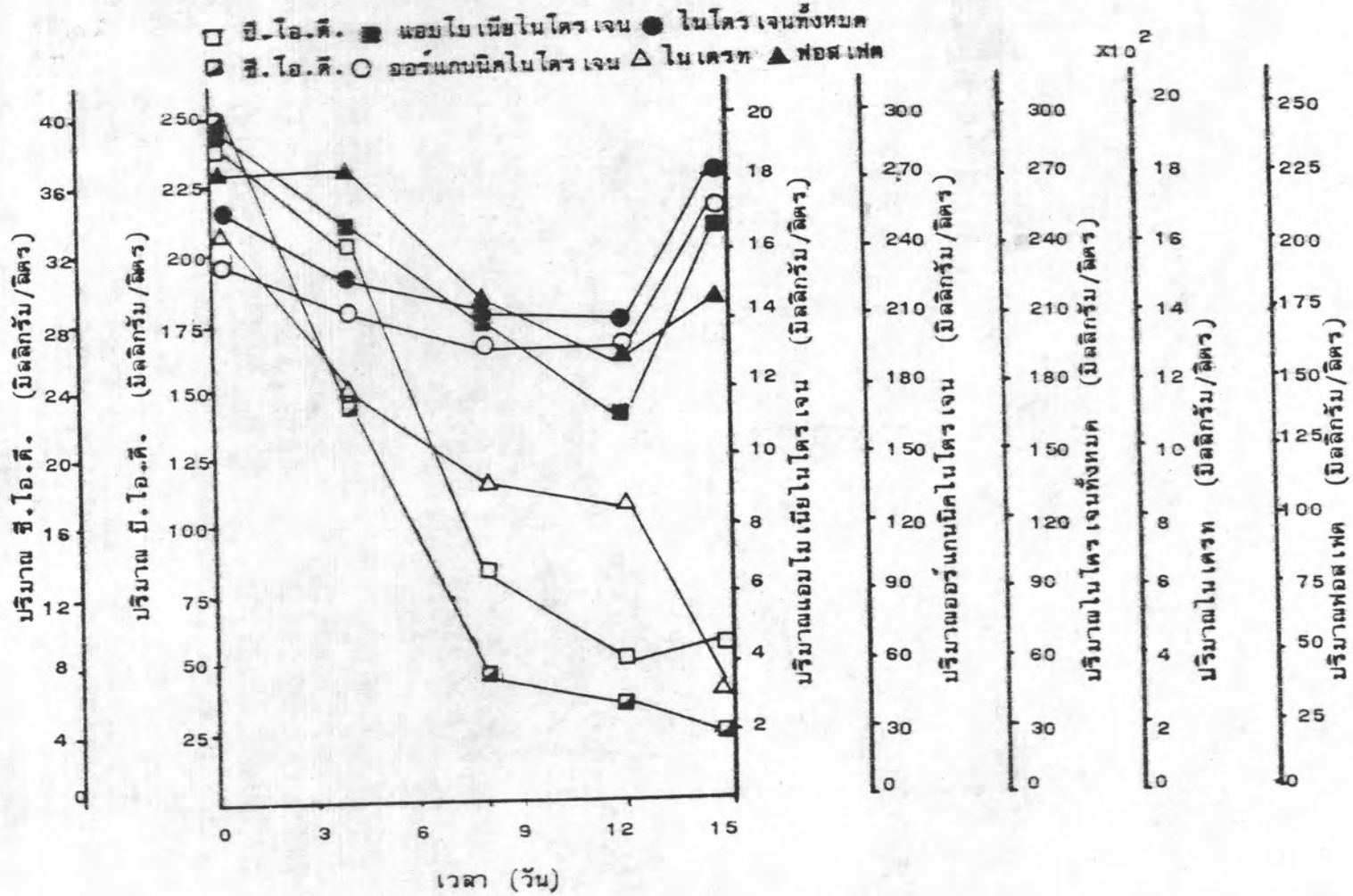
จากการเปรียบเทียบผลการฟอกสี และกำจัดความสกปรกของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสีย ในกรณีเติมเชื้อเริ่มต้น และไม่เติมเชื้อเริ่มต้น พบว่า กรณีไม่เติมเชื้อราที่แยกได้ D90 จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำกากส่านั้นไม่สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ดีเท่ากับ กรณีเติมเชื้อราที่แยกได้ D90 ดังแสดงในกราฟที่ 40 41 และ 42 ตามลำดับ

12. <u>ศึกษาสภาพการฟอกสีกากน้ำตาลกึ่งต่อเนื่องโดยเชื้อราที่แยกได้ D90</u>

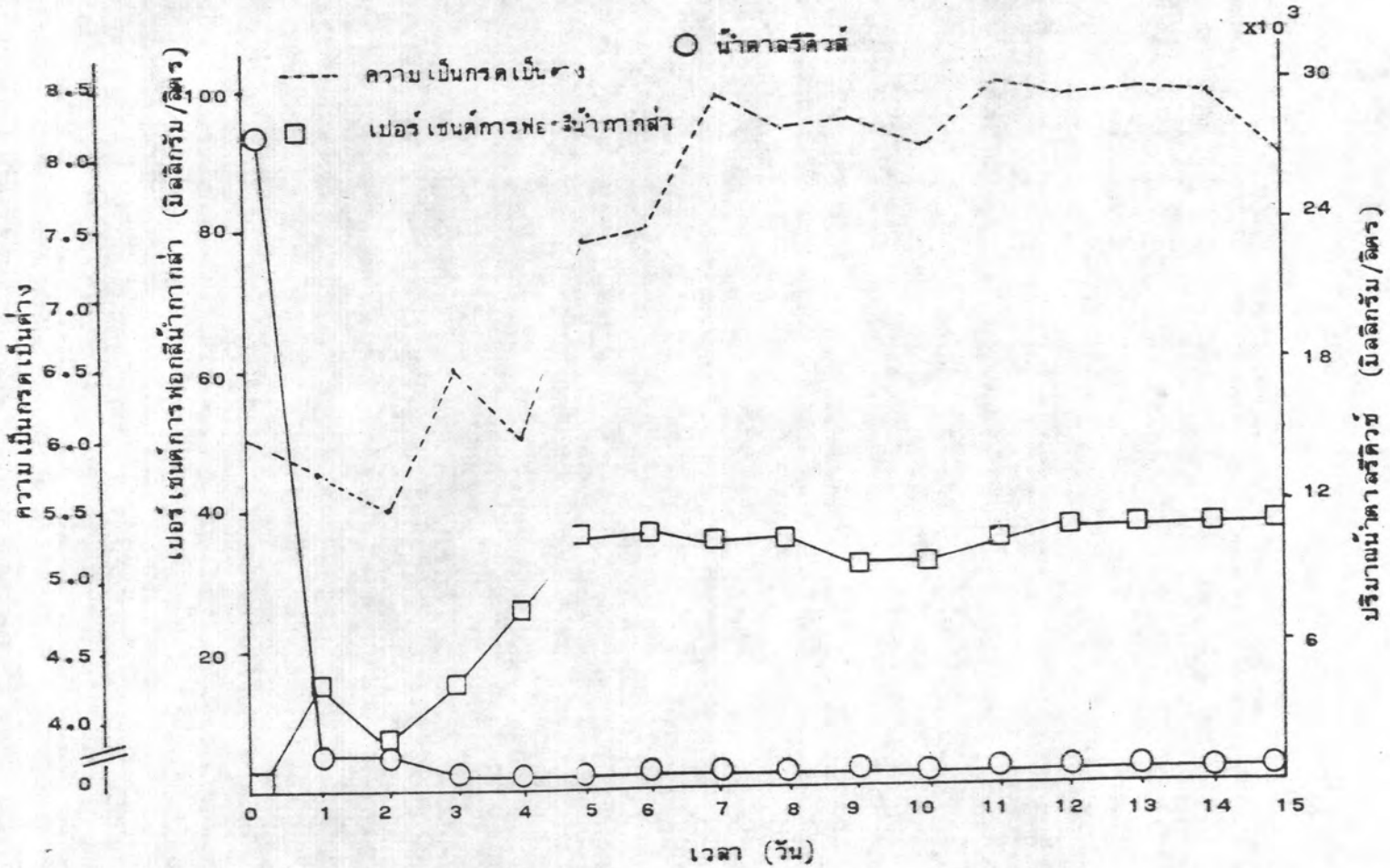
จากการเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 แบบกึ่งต่อเนื่องในอาหารเหลว ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer โดยมีการถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าออกครึ่งหนึ่ง ประมาณ 250 มิลลิลิตร และเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่แทน เมื่อมัดรา



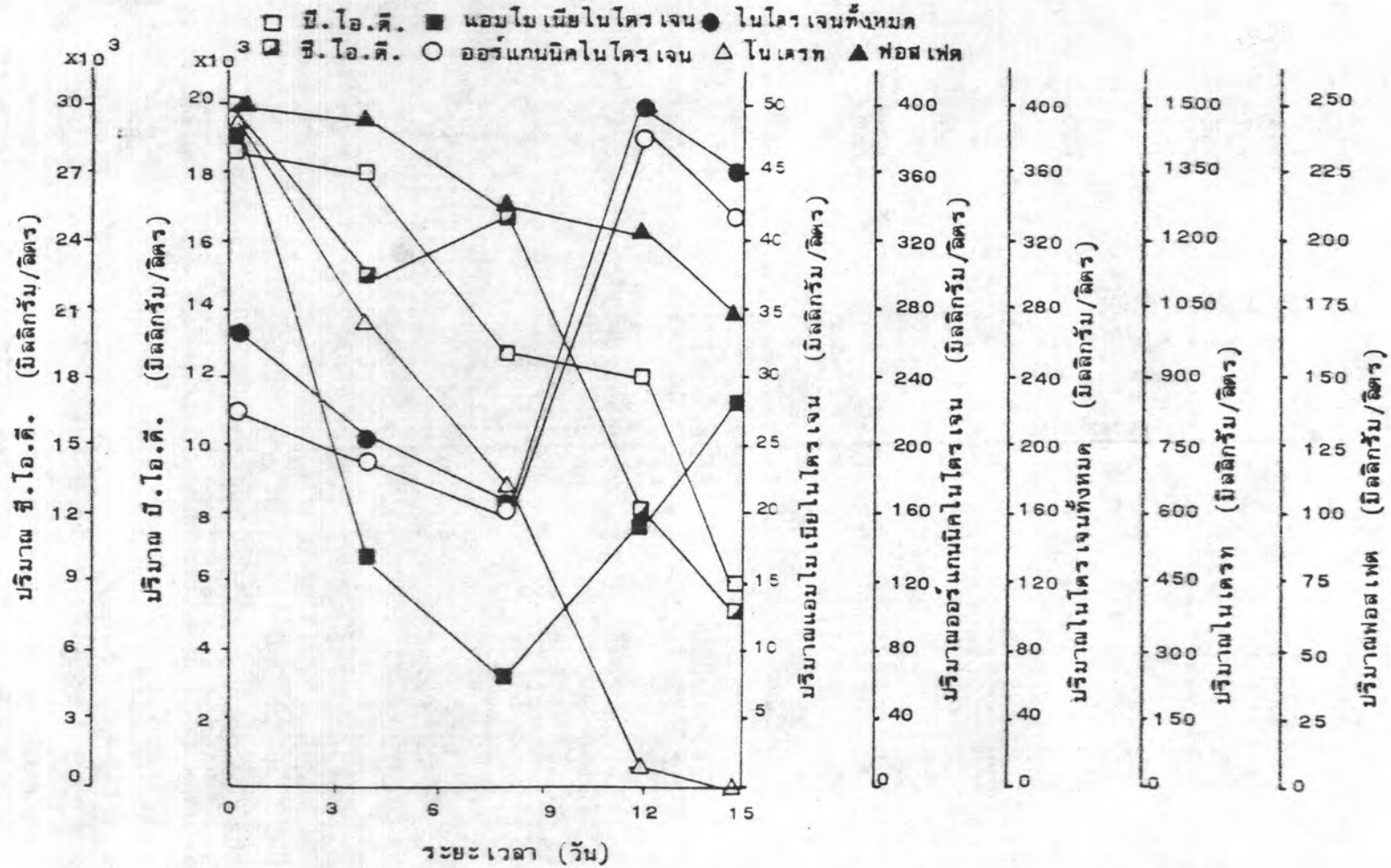
กราฟที่ 24 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



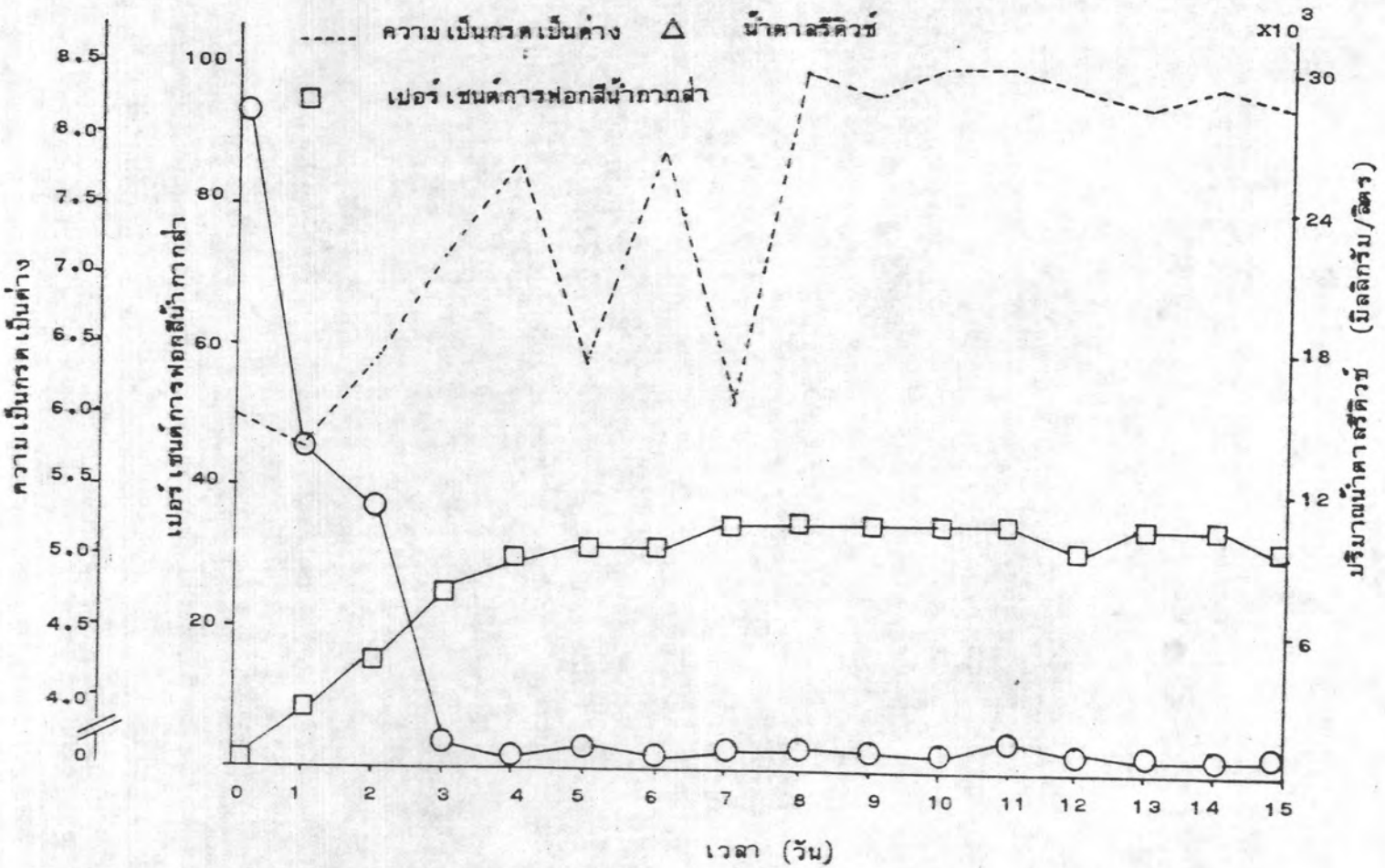
กราฟที่ 25 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



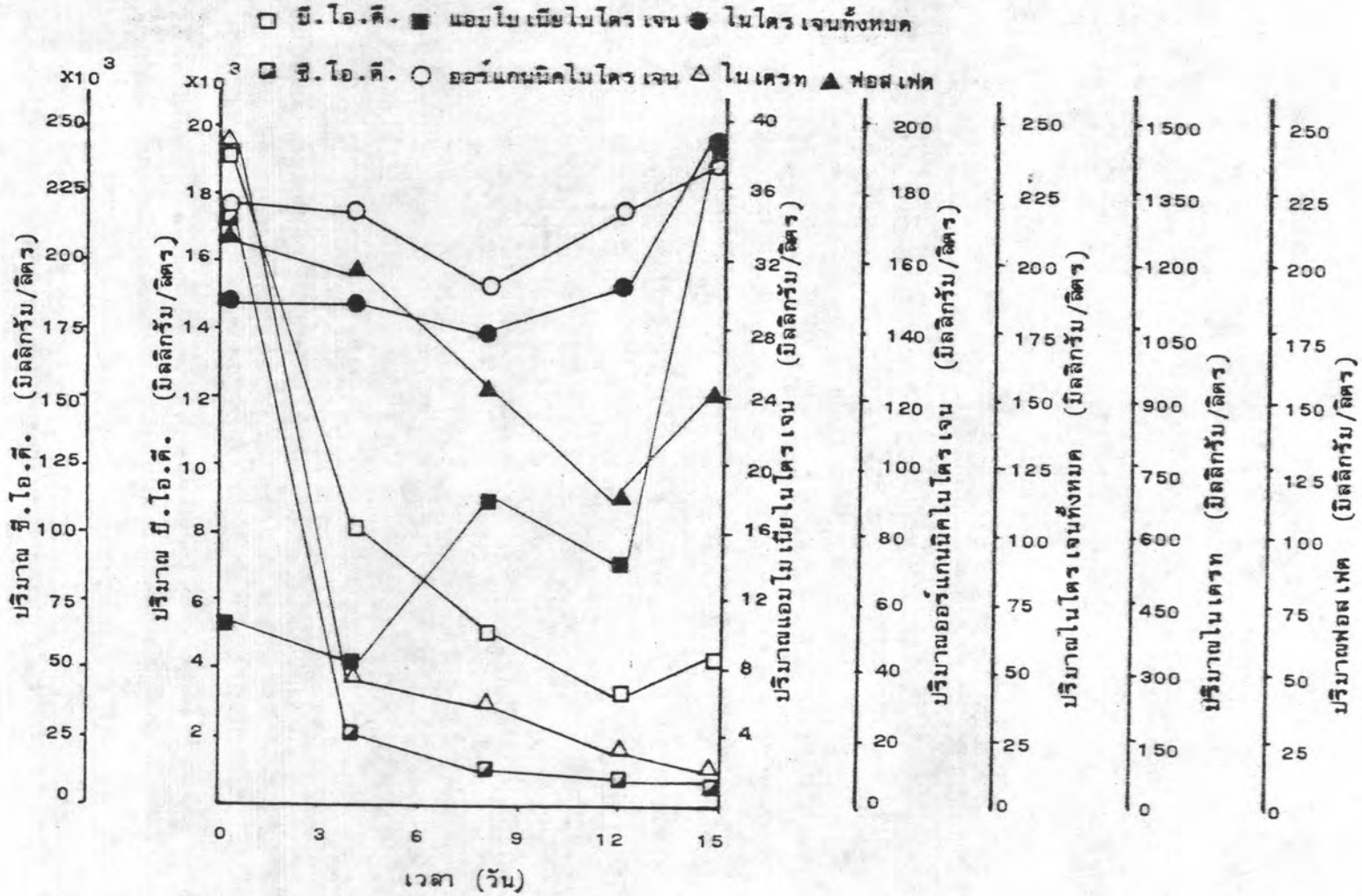
กราฟที่ 26 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



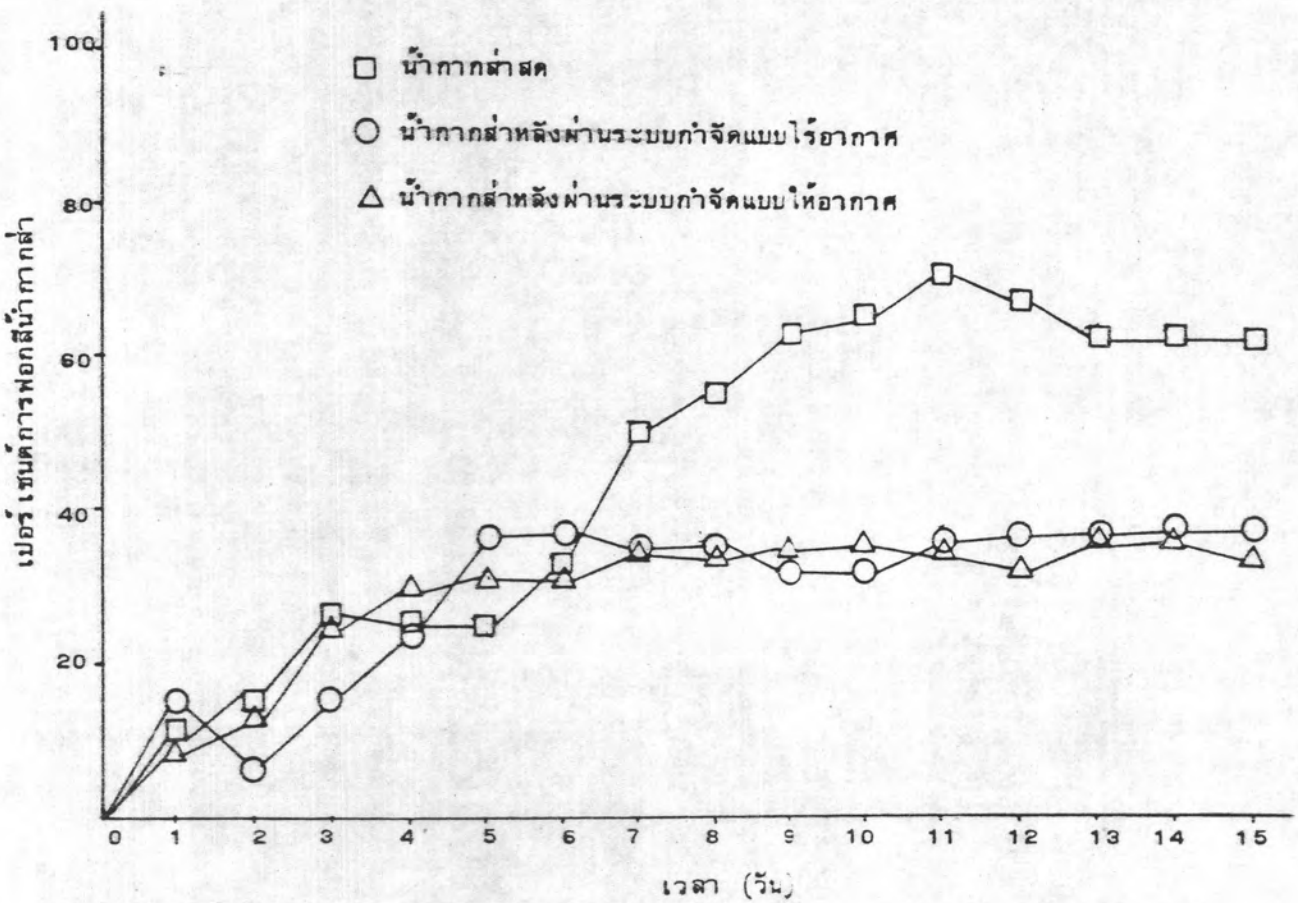
กราฟที่ 27 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำทากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



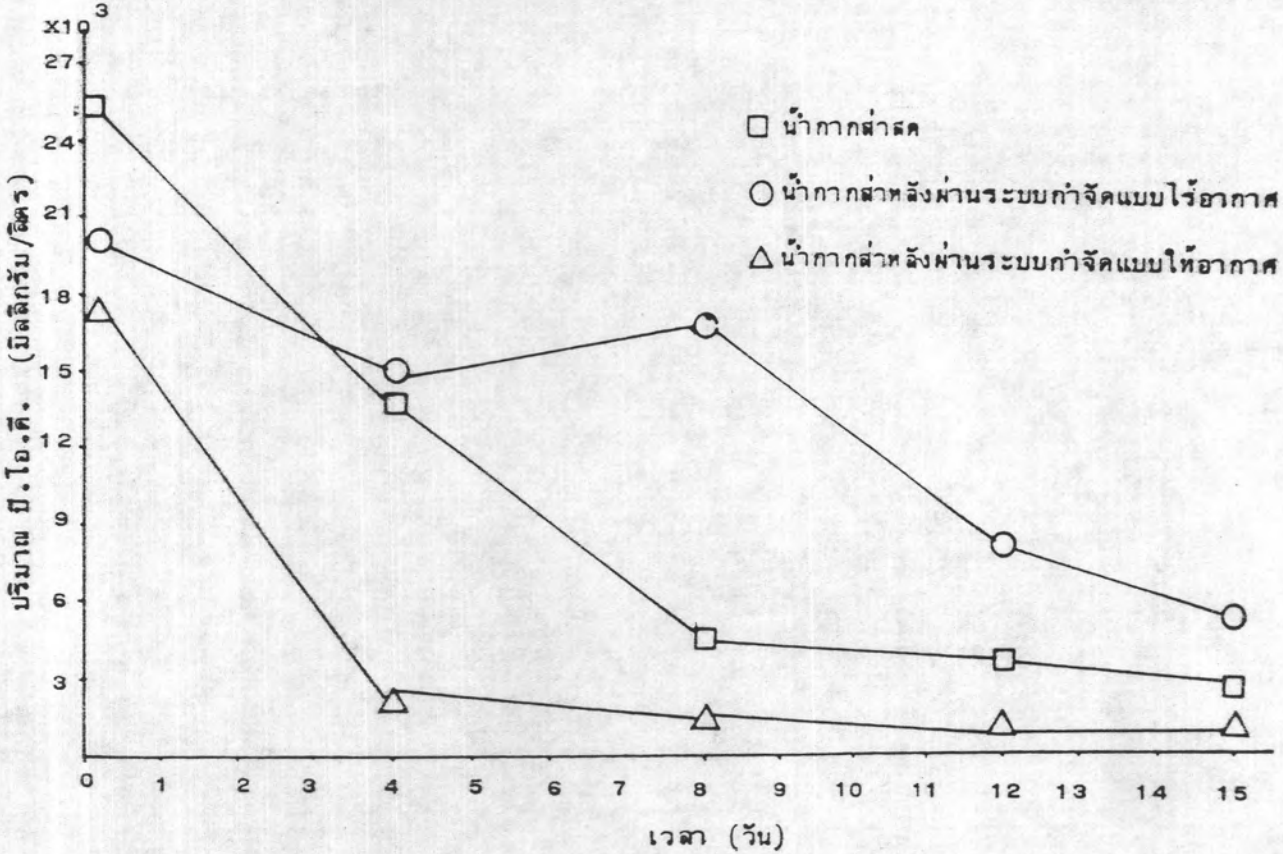
กราฟที่ 28 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) โดยเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อเมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



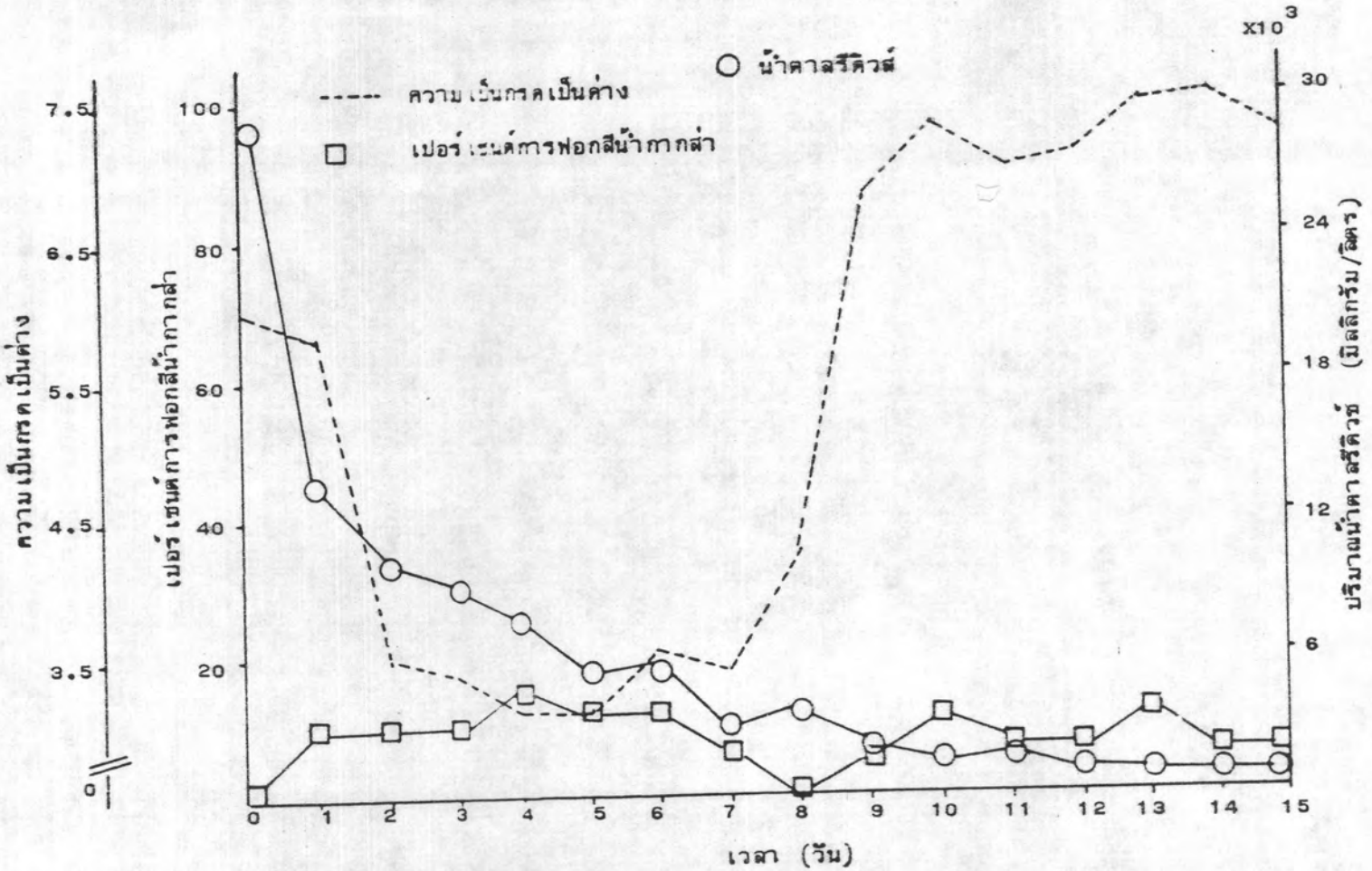
กราฟที่ 29 แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



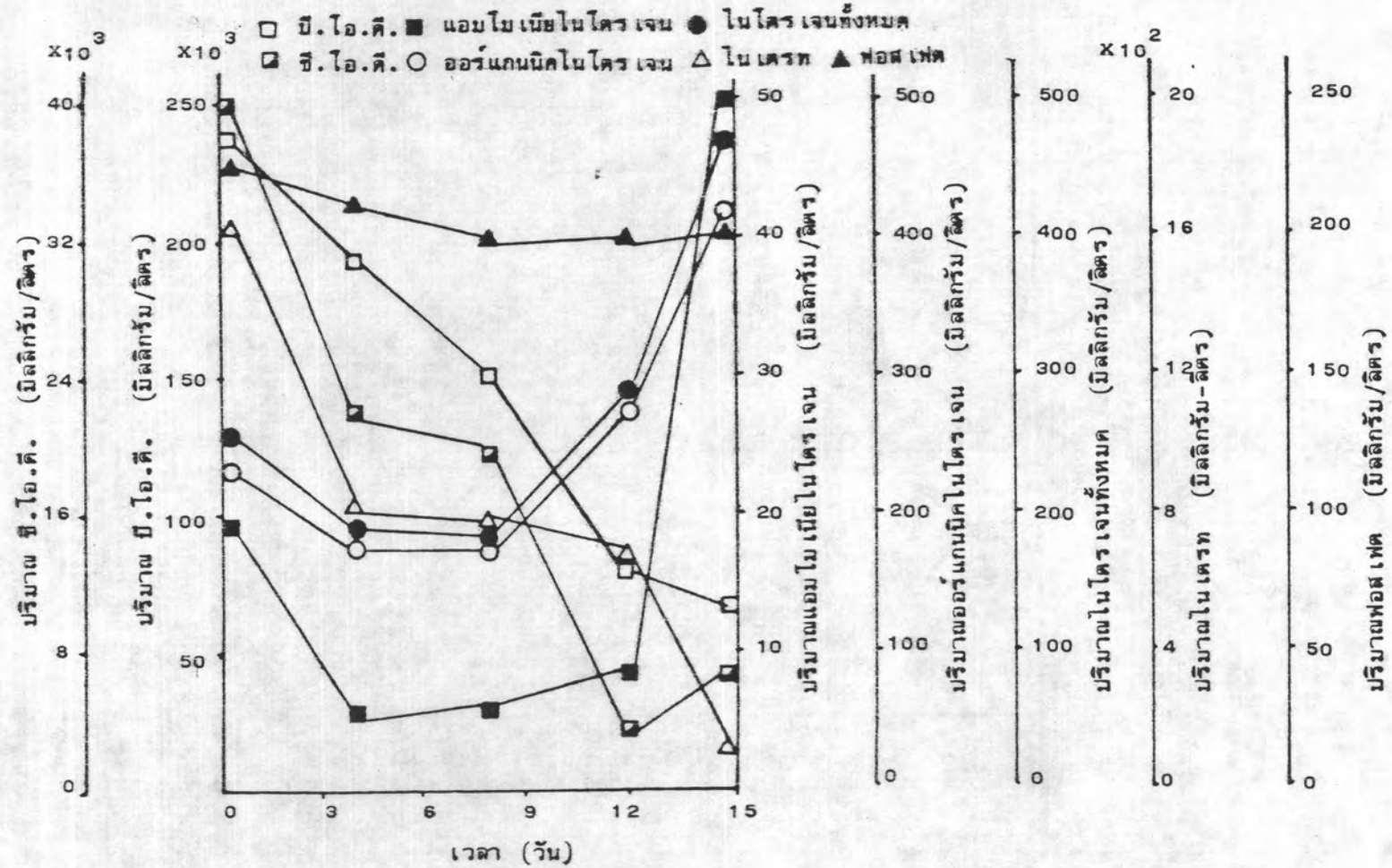
กราฟที่ 30 เปรียบเทียบการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



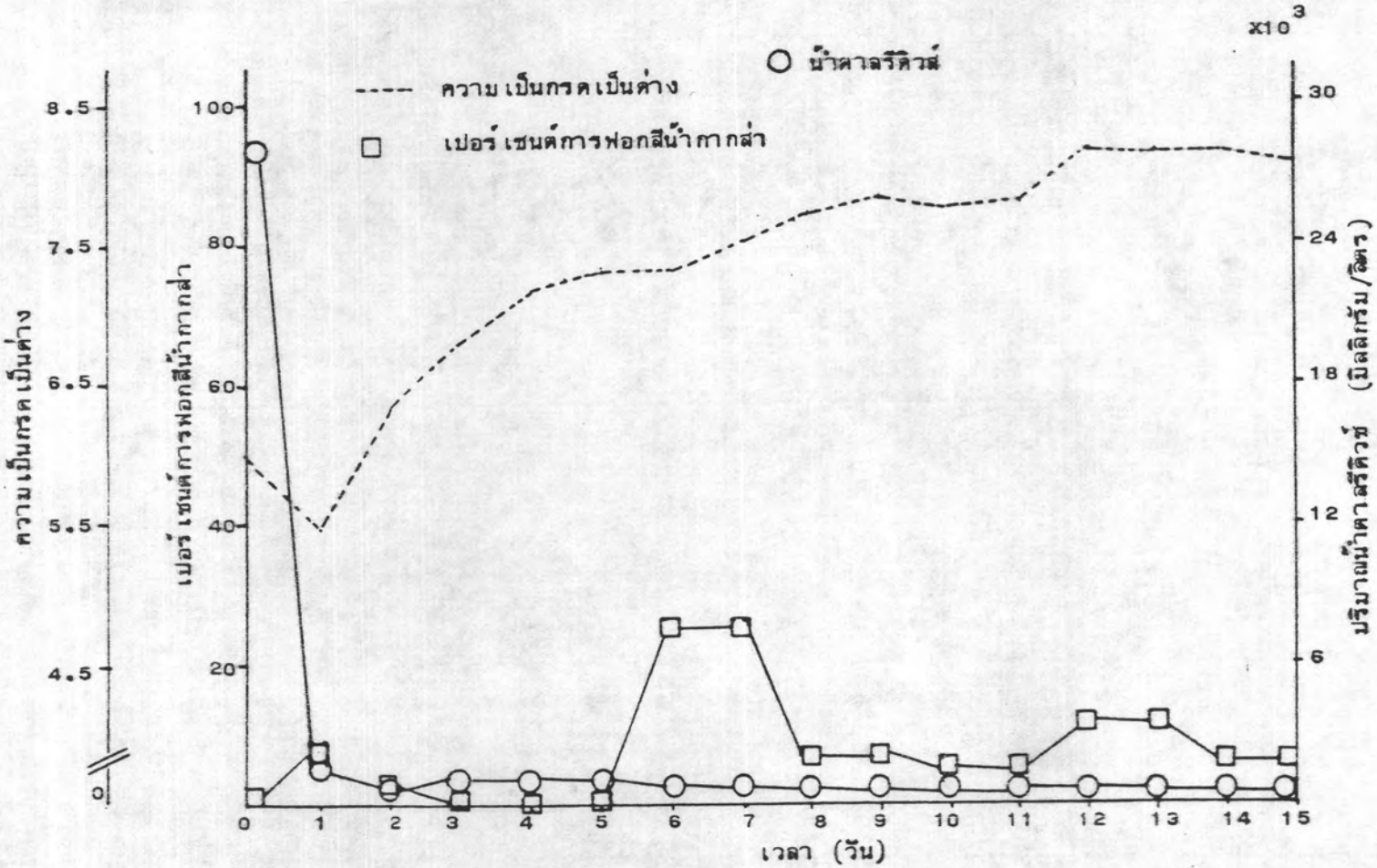
กราฟที่ 31 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D_{90} ในน้ำทากล่าสด น้ำทากล่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำทากล่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



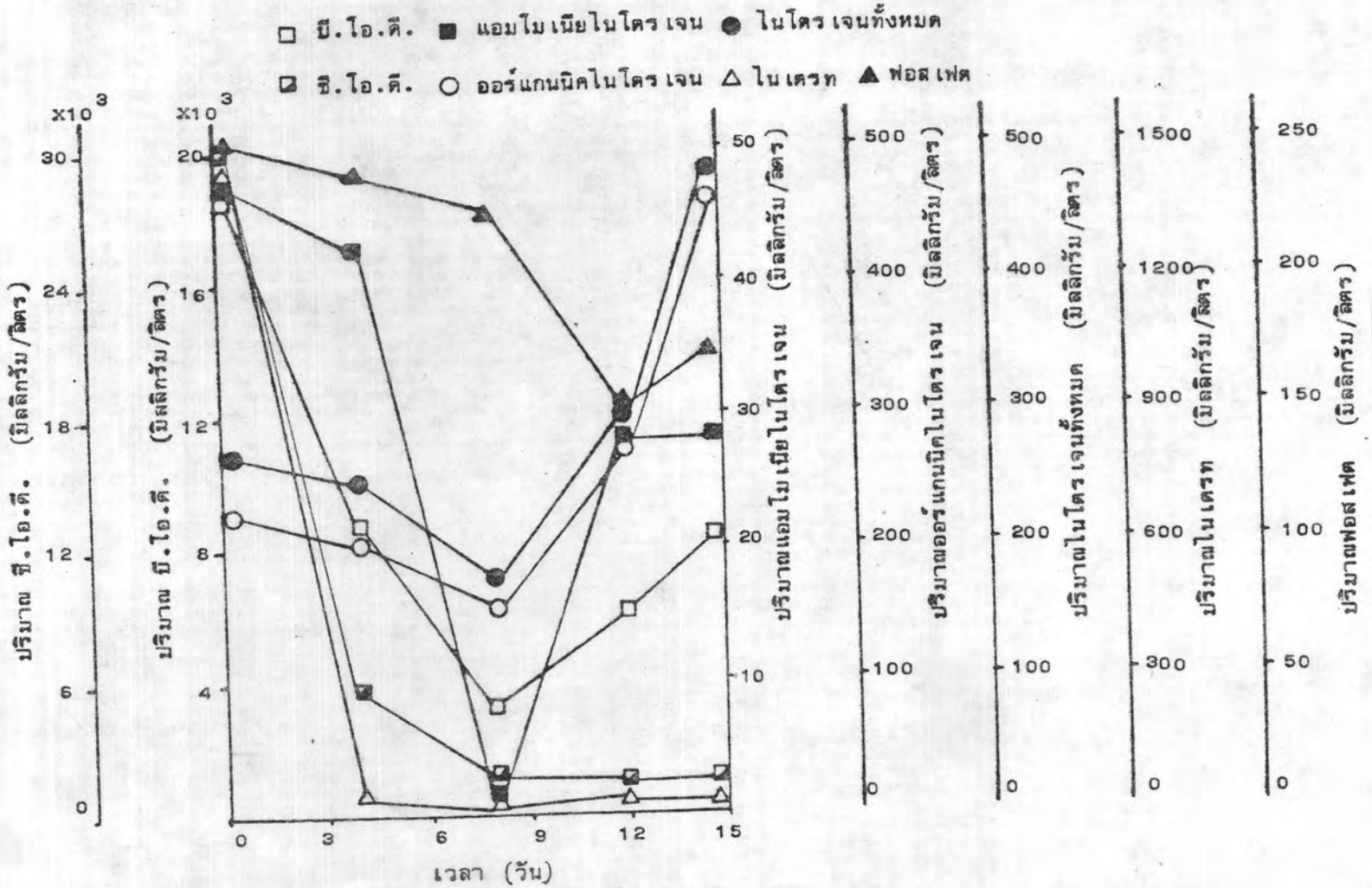
กราฟที่ 32 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้น ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



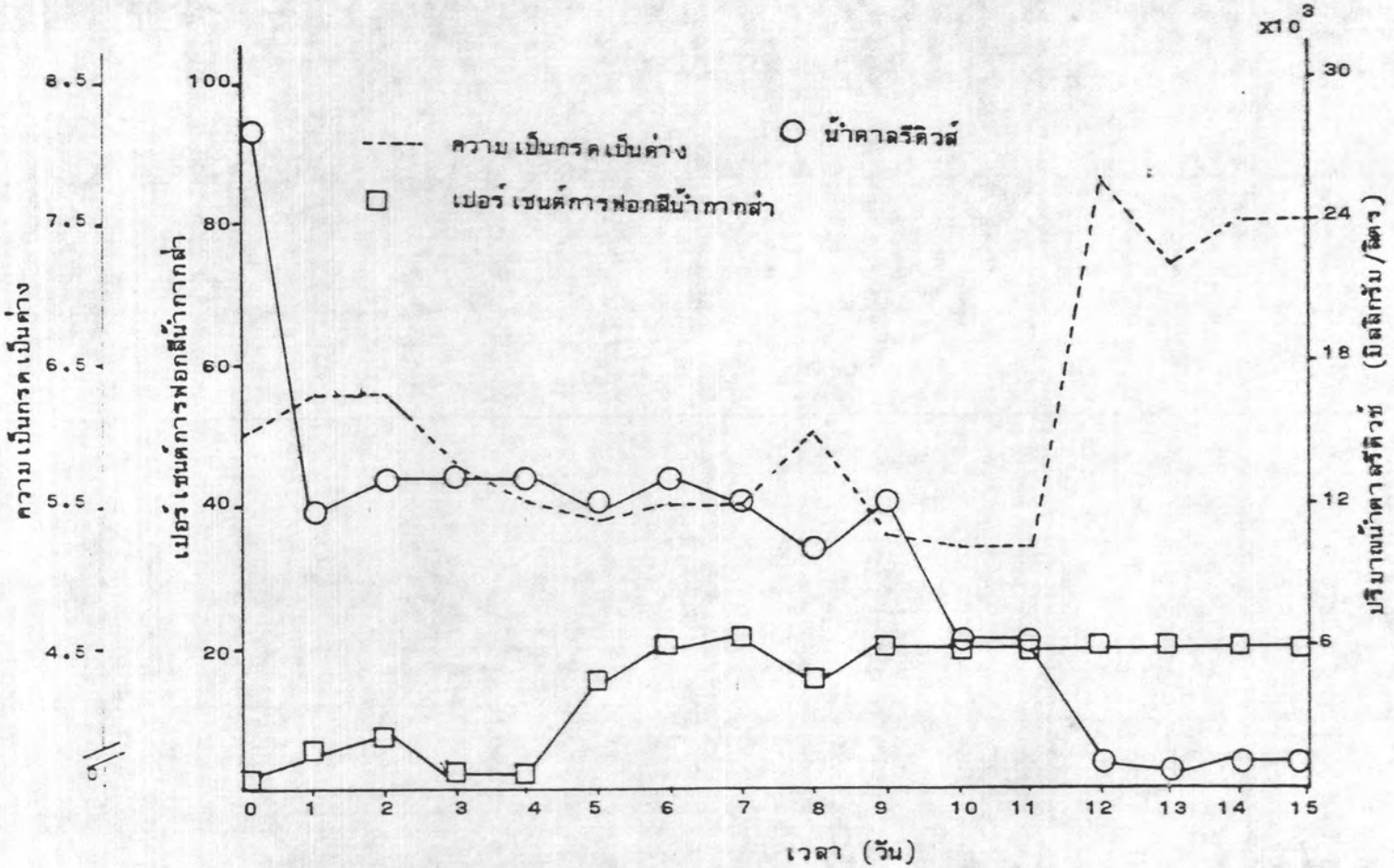
กราฟที่ 33 แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.ไอ.ดี. บี.ไอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต ของน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



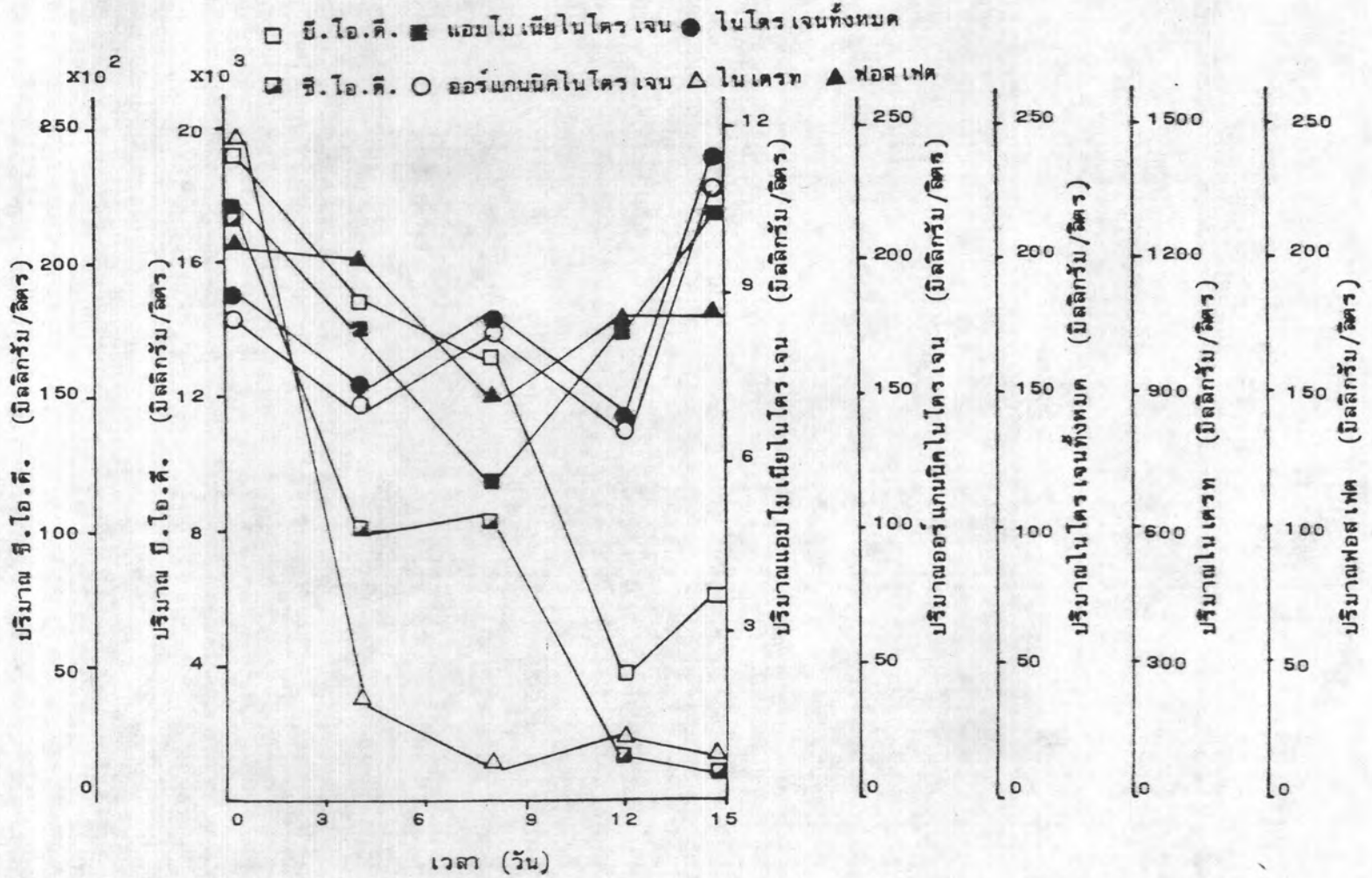
กราฟที่ 34 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้นในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบการกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



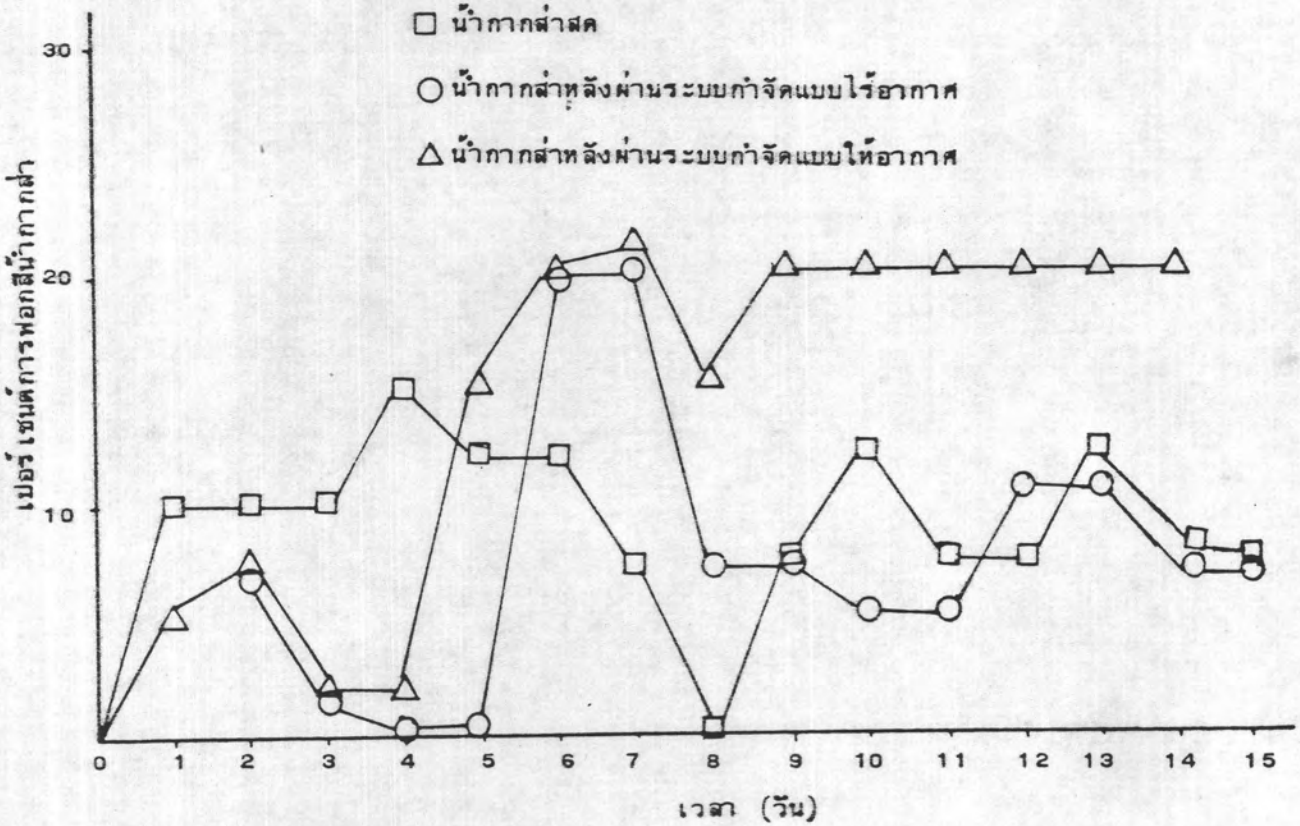
กราฟที่ 35 แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต ของน้ำกากส่าหลังผ่านการกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



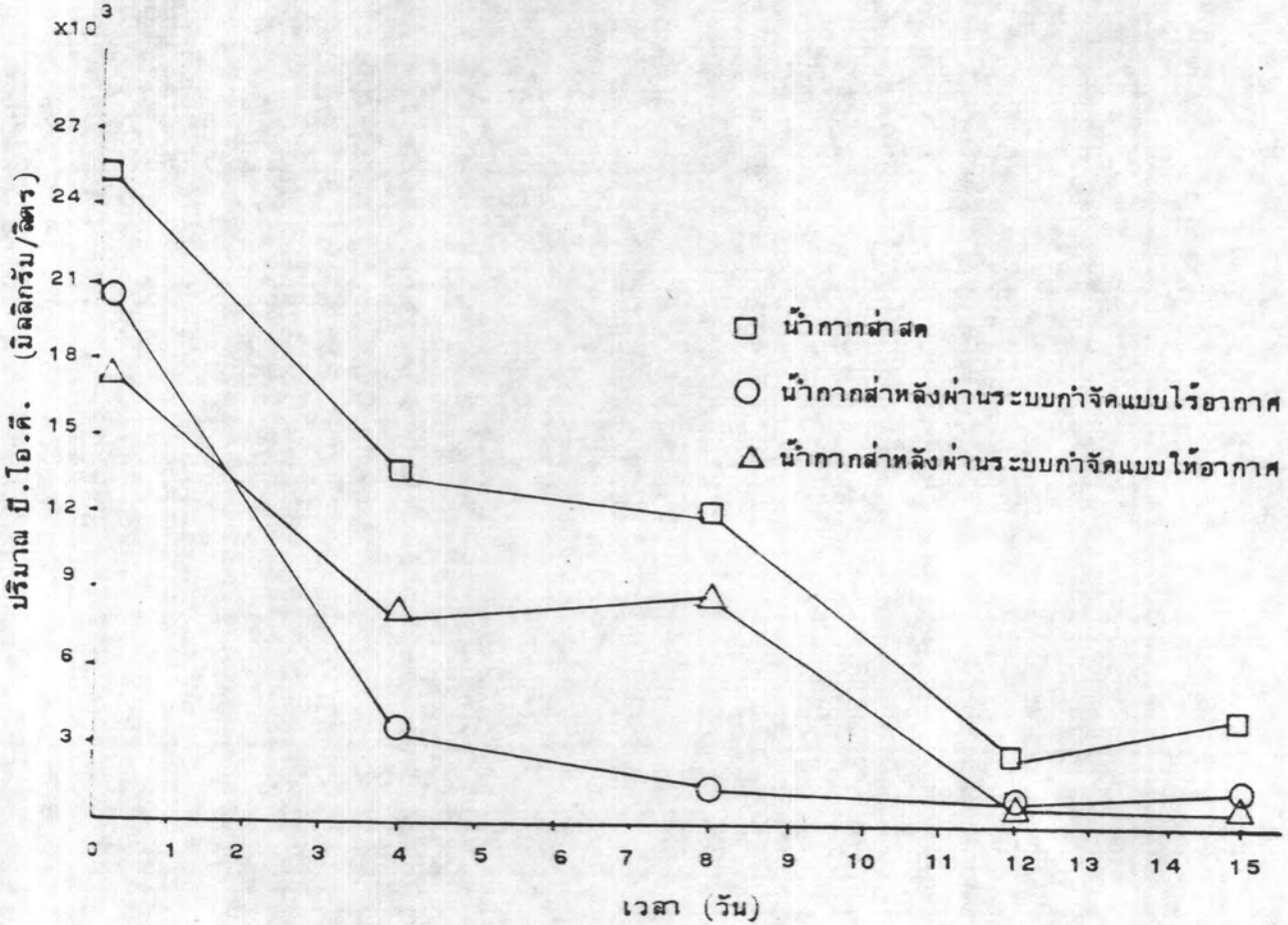
กราฟที่ 36 แสดงการเปลี่ยน การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำคาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้น ของน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



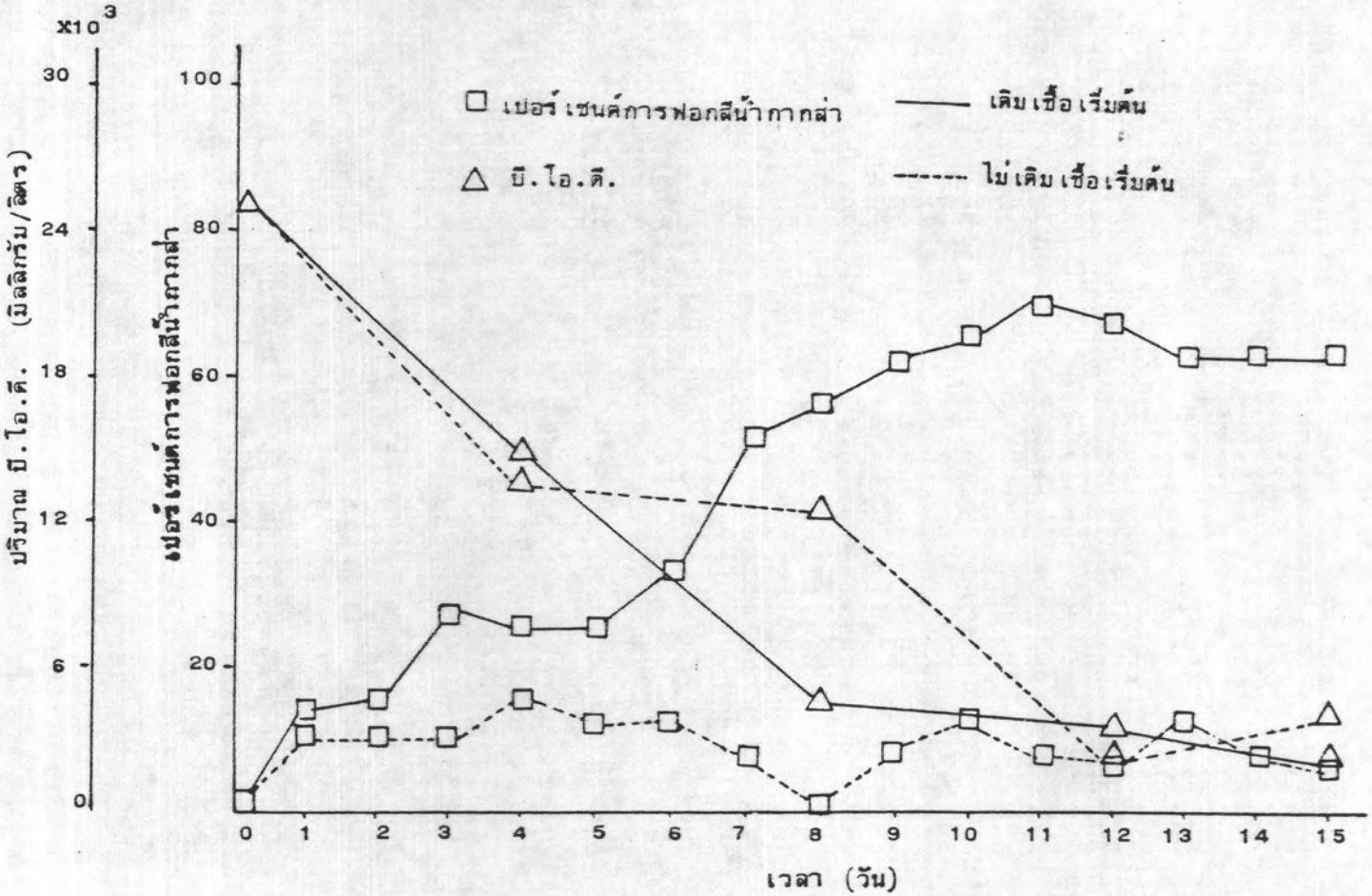
กราฟที่ 37 แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.ไอ.ดี. บี.ไอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท ฟอสเฟต ของน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



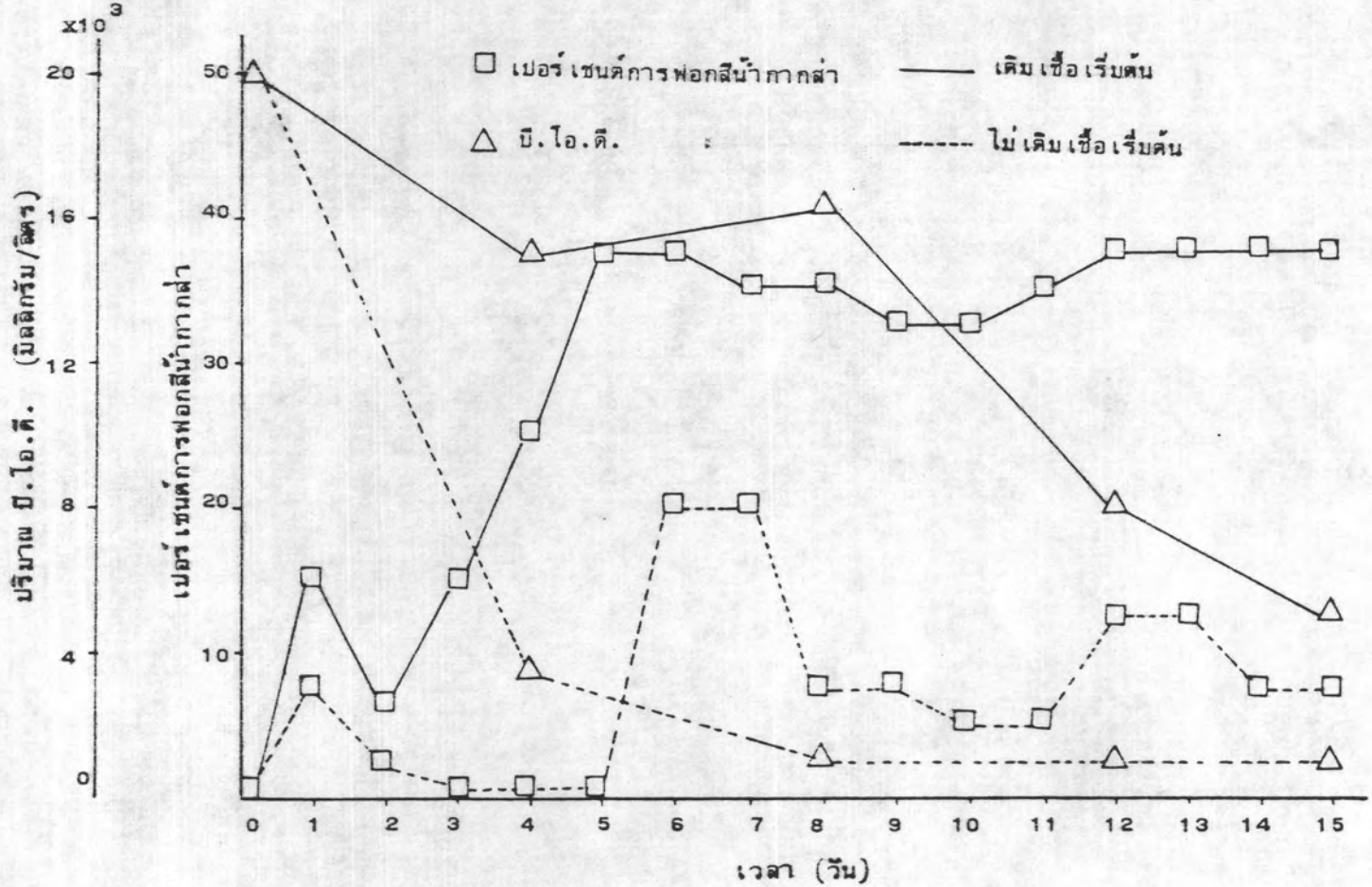
กราฟที่ 38 เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้น ของน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



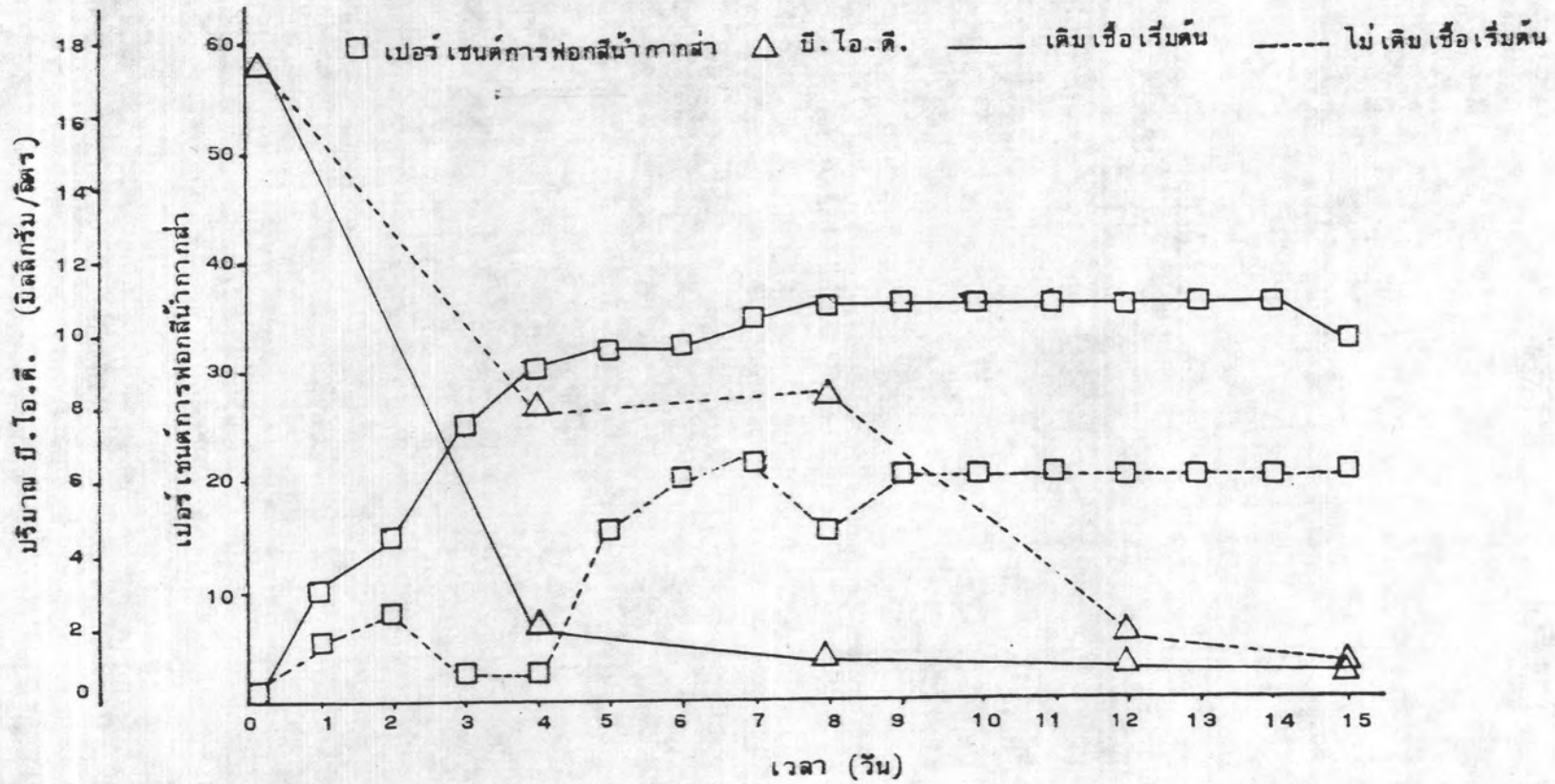
กราฟที่ 39 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม) ของน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



กราฟที่ 40 เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าสด โดยเติมเชื้อเริ่มต้น เชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



กราฟที่ 41 เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศโดยเติมเชื้อเริ่มต้น เชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน



กราฟที่ 42 เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสีย แบบให้อากาศ โดยเติมเชื้อเริ่มต้นเชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน

การฟอกสีกากน้ำตาลของเชื้อราที่แยกได้ D90 ขึ้นสูงสุดและคงที่ดังกล่าวในบทที่ 2 ข้อ 12 พบว่า เชื้อราที่แยกได้ D90 ยังคงมีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลหลังจากใช้ฟอกสีกากน้ำตาลแล้ว การฟอกสีกากน้ำตาลครั้งที่ 1 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 80% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.15 กรัม/100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง) ในเวลา 10 วัน การฟอกสีกากน้ำตาลครั้งที่ 2 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 78.0% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.19 กรัม/100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง) ในเวลา 6 วัน และการฟอกสีกากน้ำตาลครั้งที่ 3 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 78.0% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.40 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเวลา 7 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 43 และรูปที่ 5

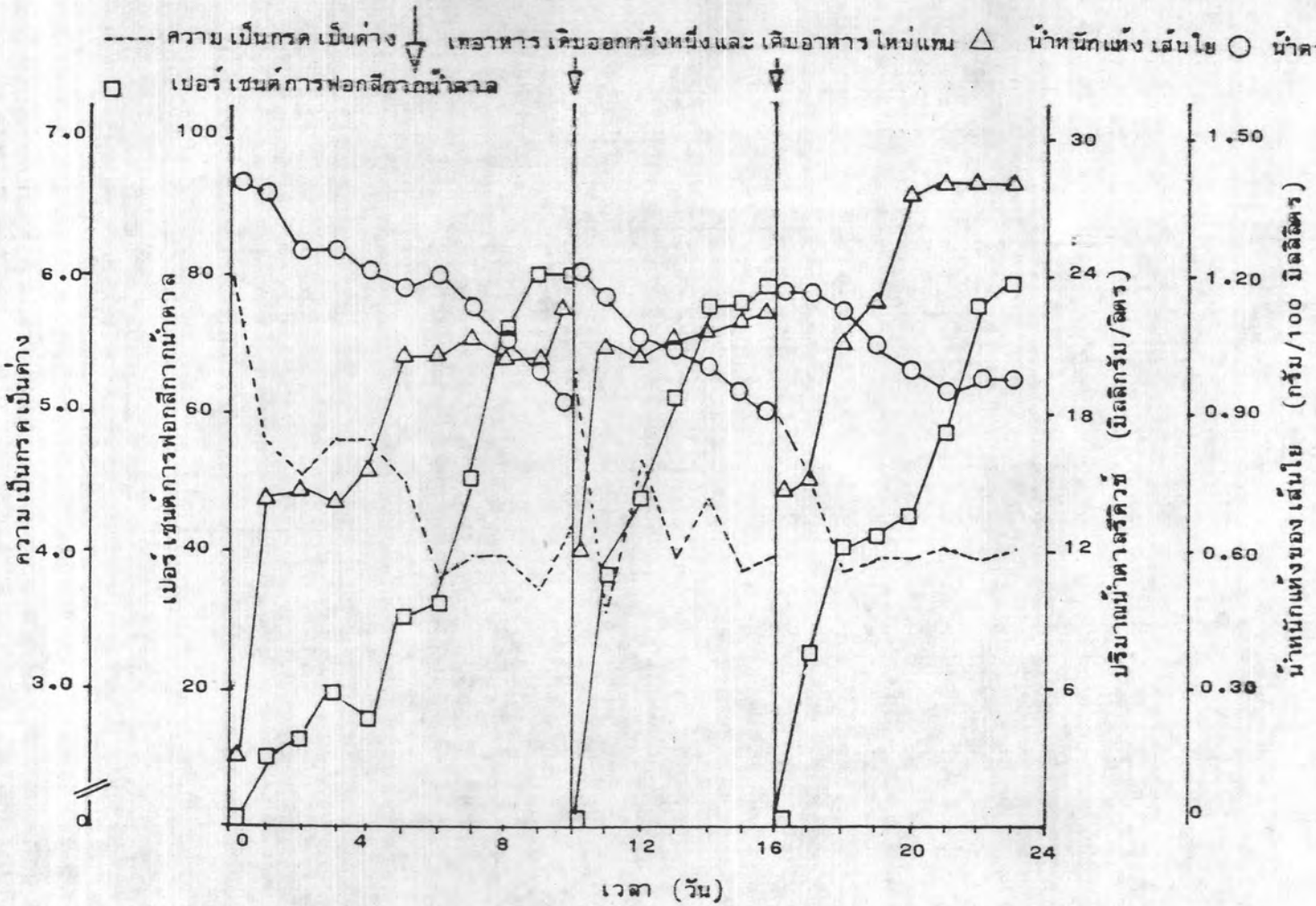
13. <u>ศึกษาสภาพการฟอกสีน้ำกากส่าสดแบบกึ่งต่อเนื่องโดยเชื้อราที่แยกได้ D90</u>

การทดลองได้ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองกรณีการศึกษาสภาพการฟอกสีกากน้ำตาลแบบกึ่งต่อเนื่อง โดยเชื้อราที่แยกได้ D90 โดยใช้น้ำกากส่าสดที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มของสีพอเหมาะ และเติมอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และ โซเดียมซัลเฟต ดังกล่าวในบทที่ 2 ข้อ 13 พบว่า เชื้อราที่แยกได้ D90 ยังคงมีความสามารถในการฟอกสีน้ำกากส่าหลังจากใช้ฟอกสีน้ำกากส่าแล้ว การฟอกสีน้ำกากส่าสดครั้งที่ 1 สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 80% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.25 กรัม/100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง) และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 74.23% ในเวลา 9 วัน การฟอกสีน้ำกากส่าสดครั้งที่ 2 สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 79% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.40 กรัม/100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง) และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 75% ในเวลา 7 วัน และการฟอกสีน้ำกากส่าสดครั้งที่ 3 สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 79% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.45 กรัม/100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง) และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 65.85% ในเวลา 7 วัน ดังแสดงในกราฟที่ 44 และตารางที่ 20

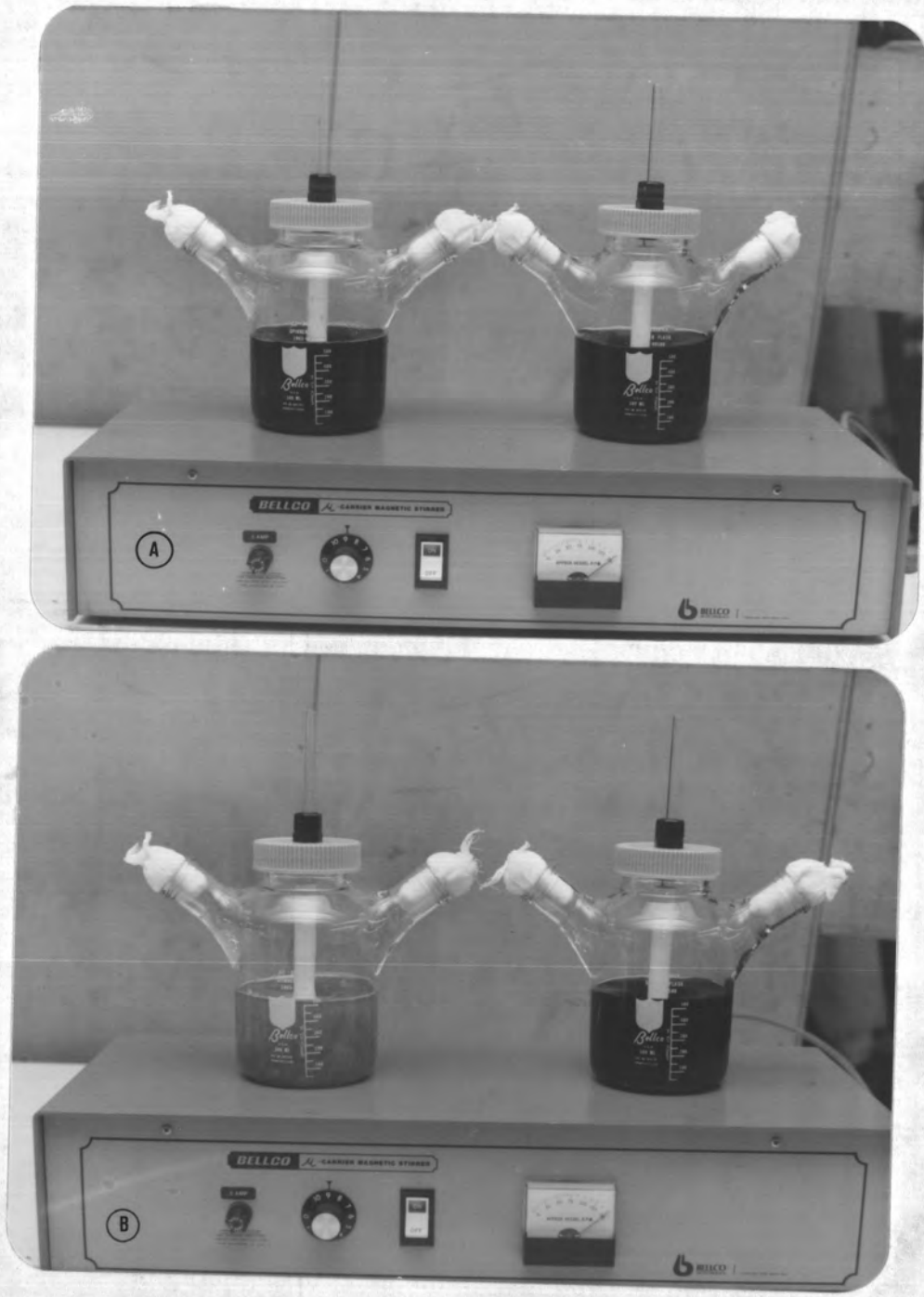
14. <u>ศึกษาลักษณะของเชื้อราที่แยกได้ D90</u>

14.1 ศึกษาลักษณะการเจริญของเชื้อราบนอาหารวุ้นชนิดต่าง ๆ

จากการเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ โพเตโต เดกซโตรส อการ์ ยีสต์ เอกซแทรก-มอลท์ เอกซแทรก อการ์ ซาเพค อการ์ คอร์น มิลล์ อการ์ และอาหารวุ้นที่ผสมสารละลายสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1) ที่มีโซเดียมไนเตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน พบว่า เชื้อราที่แยกได้ D90 จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบน โพเตโต



กราฟที่ 43 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 โดยทดลองเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 แบบกึ่งต่อเนื่องในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีโซเดียมไนเตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจนที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศาเซนติเกรด) อัตราความเร็วในการกวน 150 รอบต่อนาที

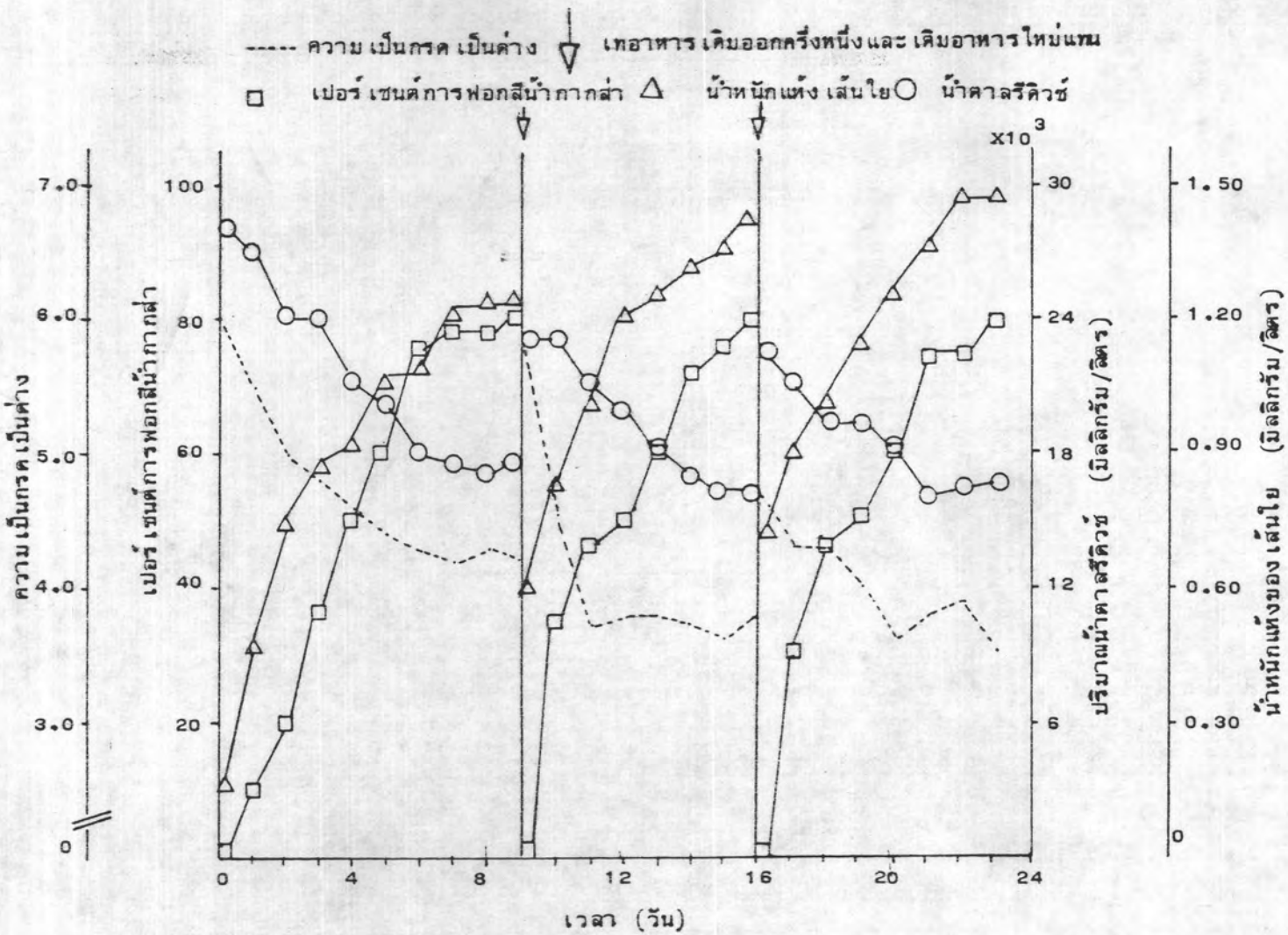


สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5 แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลแบบกึ่งต่อเนื่องของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาลที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer หลังการเพาะเลี้ยงแล้ว 10 วัน โดยบ่มที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศาเซนติเกรด) อัตราความเร็วในการกวน 150 รอบต่อนาที

A เมื่อเวลา 0 ชั่วโมง

B หลังจากเพาะเลี้ยงแล้ว 10 วัน



กราฟที่ 44 แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 แบบกึ่งต่อเนื่องในน้ำกากส่าสดที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศาเซนติเกรด) อัตราความเร็วในการกวน 150 รอบต่อนาที

ตารางที่ 20 ตารางสรุปเปรียบเทียบความสามารถของเชื้อราที่แยกได้ D9c ในการแปลงคุณลักษณะน้ำกากส่าสด โดยทำแบบกึ่งต่อเนื่องในสภาวะปลอดเชื้อ

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ย					
	การฟอกครั้งที่ 1		การฟอกครั้งที่ 2		การฟอกครั้งที่ 3	
	ก่อนการฟอกสี	หลังการฟอกสี	ก่อนการฟอกสี	หลังการฟอกสี	ก่อนการฟอกสี	หลังการฟอกสี
ซี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร)	35,306.40	20,764.5	30,101.25	18,050.6	28,744.31	10,271.32
บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร)	26,000	6,700	16,600	4,150	15,325	5,234
ออร์แกนนิคไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	179.2	109.2	211.4	117.4	215.3	132.0
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	14.0	8.4	16.2	9.2	16.6	10.2
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	193.2	117.6	227.6	126.6	231.9	142.2
ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	1,507.0	50.0	1,023.5	12.0	1,058.7	48.2
ฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร)	250	195	225	175	215	170

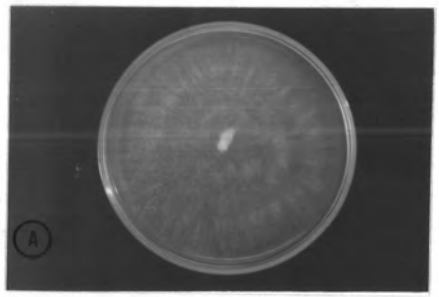
เดกซโตรส อการ์ และลักษณะของโคโลนี บนอาหารเลี้ยงเชื้อเหล่านี้คล้ายกัน คือ เป็นเส้นใยสีขาวไม่สร้างสปอร์ ดังแสดงในรูปที่ 6

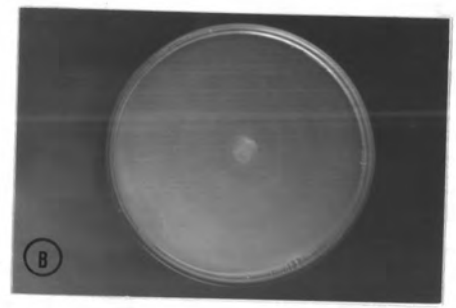
14.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา

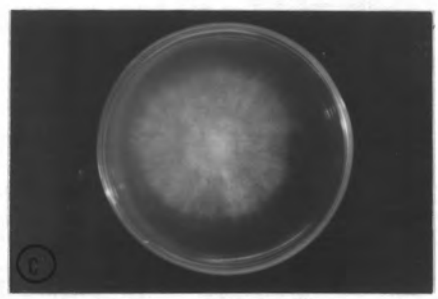
จากการศึกษาลักษณะของเส้นใยเชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โพเตโต เดกซโตรส อการ์ ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทัศน์ กำลังขยาย 100 400 1,000 เท่า พบว่าเชื้อราที่แยกได้ D90 มีลักษณะเป็นเส้นใยใสไม่มีสี มีผนังกั้นระหว่างเซล มีการแตกแขนงของเส้นใยมาก แต่ไม่พบว่ามีการสร้างสปอร์ และแคลมป์ คอนเนคชั่น (clamp connection) ดังแสดงในรูปที่ 7

15. <u>ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างภายในเส้นใยเชื้อราที่แยกได้ D90 ด้วยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่ผสมสารละลายสีกากน้ำตาล และอาหารเลี้ยงเชื้อ โพเตโต เดกซโตรส บรอท</u>

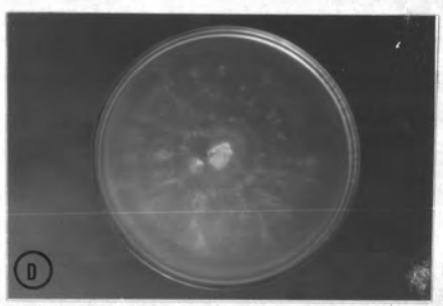
จากการศึกษาโครงสร้างภายในของเส้นใยเชื้อราที่แยกได้ D90 ซึ่งเลี้ยงในอาหารเหลวที่ผสมสารละลายสีกากน้ำตาล และ โพเตโต เดกซโตรส บรอท ด้วยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง พบว่า โครงสร้างภายในของเส้นใยเชื้อราดังกล่าวต่างกัน กล่าวคือ ในกรณีที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสีกากน้ำตาล โครงสร้างของเซลจะมีวัสดุ อิเลคตรอน เดนซ์ (electron dense material) เป็นกลุ่ม ๆ ทั่วไปในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) รวมทั้งผนังเซลมีสีเข้มขึ้นด้วย เมื่อเทียบกับโครงสร้างของเส้นใยเชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โพเตโต เดกซโตรส บรอท ดังแสดงในรูปที่ 8 และรูปที่ 9

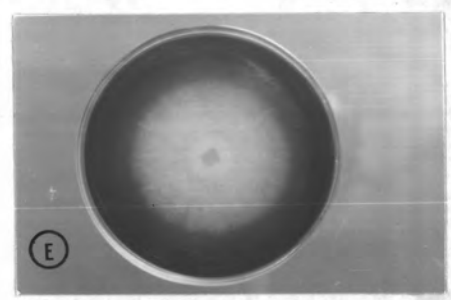






หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 6 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้ D90 บนอาหารวุ้นชนิดต่าง ๆ

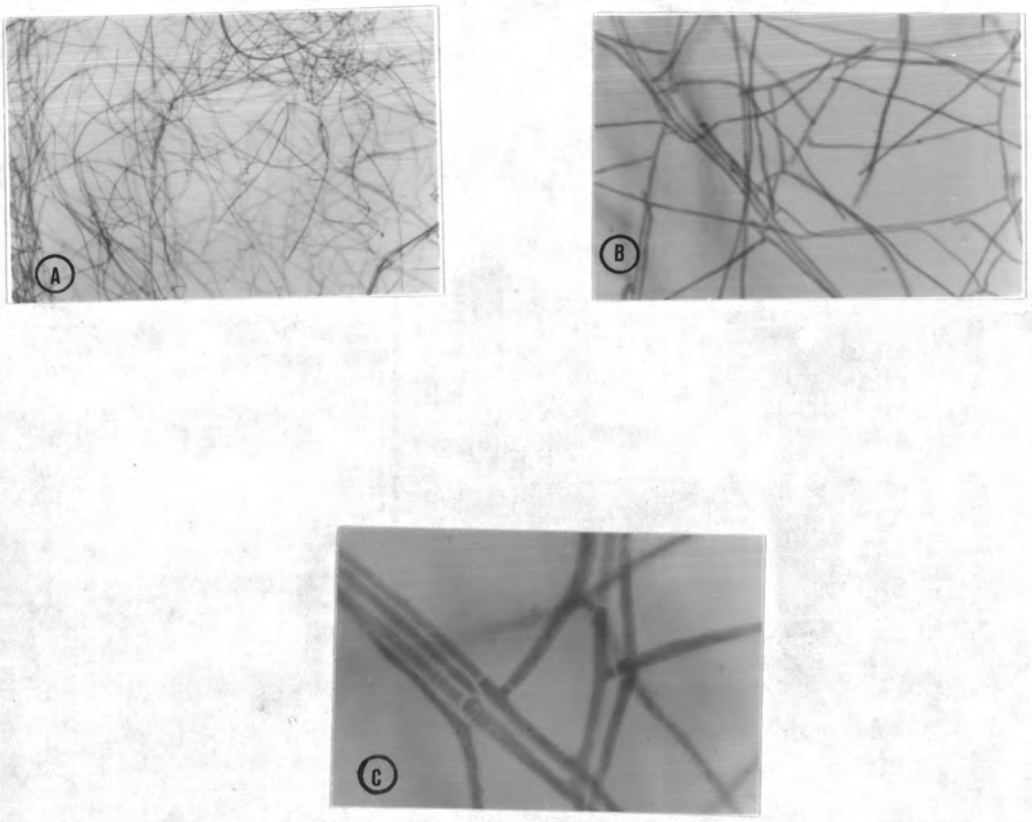
A ไพเตโต เดกซโตรส อการ์

B ยีสต์ เอกซแทรก มอลท์ เอกซแทรก อการ์

C ซาเพค อการ์

D คอร์น มิล อการ์

E อาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1)

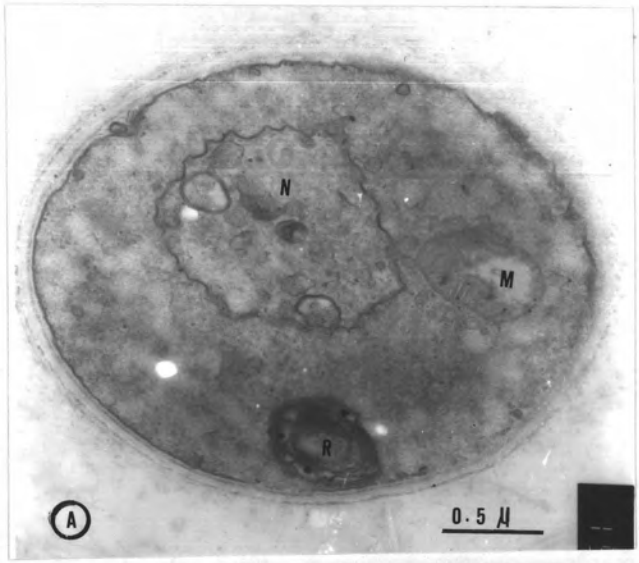


<u>รูปที่ 7</u> แสดงลักษณะ เส้นใยของ เชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เจริญบนอาหาร เลี้ยง เชื้อ โพเตโต เดกซโตรส อการ์ ด้วยกล้องจุลทัศน์

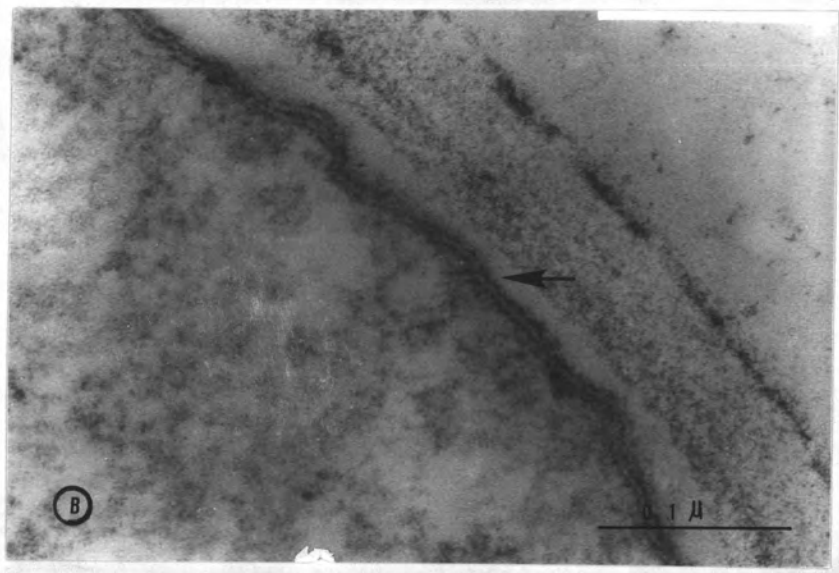
A กำลังขยาย 200 เท่า

B กำลังขยาย 400 เท่า

C กำลังขยาย 1,000 เท่า



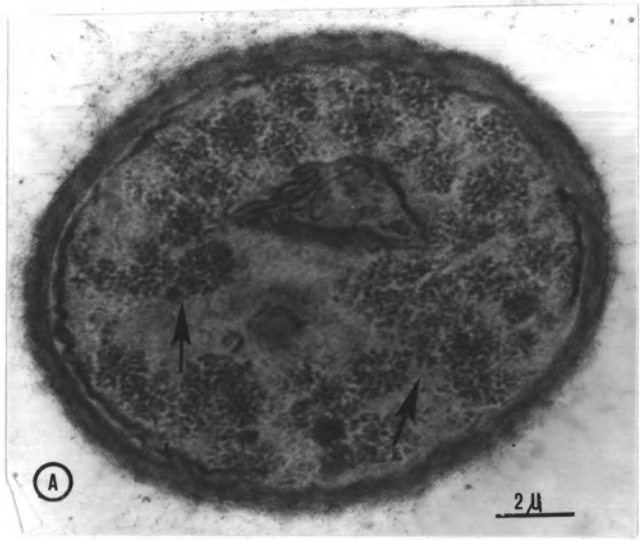
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

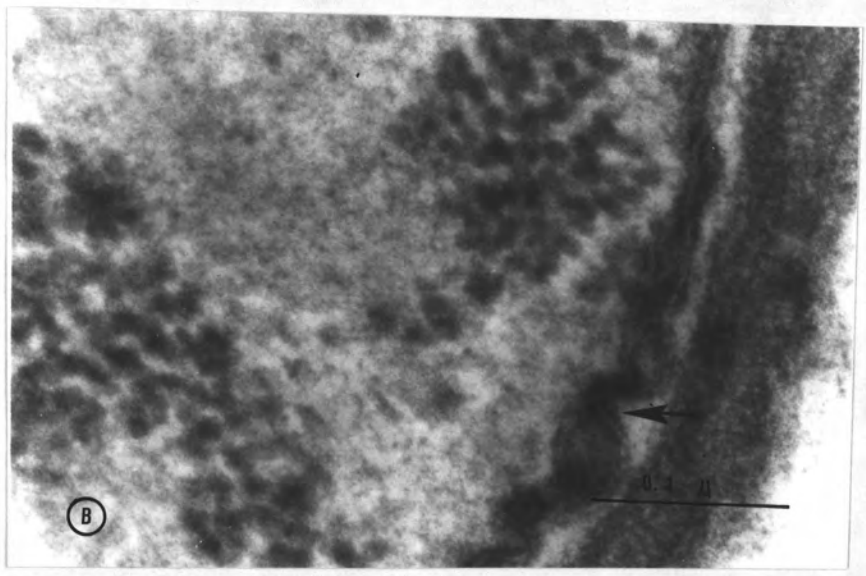


รูปที่ 8 แสดงภาพตัดตามขวางของเส้นใยของเชื้อราที่แยกได้ D90 จากกล้องจุลทัศน์-อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเชื้อราชนิดนี้เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โพเตโต เดกซโตรส บรอท บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศา-เซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน

A แสดงลักษณะ cross-section ของเส้นใยที่กำลังขยาย 30,000 เท่า แสดงไรโบโซม (R) นิวเคลียส (N) และไมโตคอนเดรีย (M)

B แสดงลักษณะของผนังเซลที่กำลังขยาย 150,000 เท่า แสดงผนังเซลที่หนา 2 ชั้น (double membrane) (ปลายลูกศรชี้)





รูปที่ 9 แสดงภาพตัดตามขวางของเส้นใยของเชื้อราที่แยกได้ D90 จากกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเชื้อราชนิดนี้เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 7) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน

A แสดง cross-section ของเส้นใยที่กำลังขยาย 30,000 เท่า แสดงสารทึบอิเลคตรอน กระจายอยู่ (ปลายลูกศรชี้)

B แสดงลักษณะของผนังเซลที่กำลังขยาย 150,000 เท่า แสดงผนังเซลที่หนา 2 ชั้น (double membrane) (ปลายลูกศรชี้)