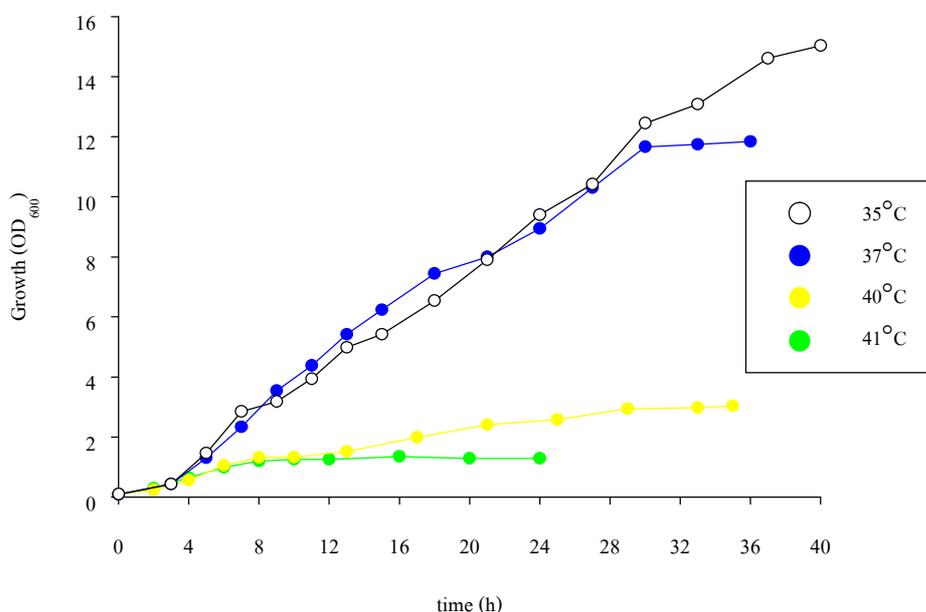


ภาพที่ 13 โครมาโตแกรมแสดงระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* C304 เมื่อเจริญในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าด้วยความเร็ว 220 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิต่างๆ; เลน S: กรดกลูตามิก และไลซีนอย่างละ 0.5 ไมโครกรัม, เลน C: อาหารเหลว A2, เลน 0: ชั่วโมงที่ 0, *= ชั่วโมงที่เริ่มตรวจพบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิก, **= ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ, ค่า Rf ของกรดกลูตามิก เท่ากับ 0.50, ค่า Rf ของไลซีน เท่ากับ 0.27

phase และตรวจพบมากขึ้นจนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 33 เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายจากการเจริญที่ 37 องศาเซลเซียส กับระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกมาตรฐาน 0.5 ไมโครกรัม (เลน S) พบว่า มีระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกเท่ากัน เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น คือ ที่ 40, 41 และ 42 องศาเซลเซียส ตรวจไม่พบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเจริญของ *C. glutamicum* CS204 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 ที่อุณหภูมิ 35, 37, 40 และ 41 องศาเซลเซียส ผลแสดงดังภาพที่ 14 พบว่า CS204 สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสพอๆกับที่ 37 องศาเซลเซียส โดยมีค่า μ เท่ากัน คือ 0.54 ต่อชั่วโมง แต่การเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส มีค่า OD_{600max} เท่ากับ 15.03 ที่ระยะเวลาของการเลี้ยงเชื้อ 40 ชั่วโมง ส่วนที่ 37 องศาเซลเซียส มีค่า OD_{600max} เท่ากับ 11.84 ที่ 36 ชั่วโมง และเมื่ออุณหภูมิในการเจริญสูงขึ้น พบว่า มีการเจริญลดลง คือ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.40 ต่อชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 3.04 ที่ 35 ชั่วโมง และการเจริญที่ 41 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.39 ต่อชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 1.35 ที่ 16 ชั่วโมง

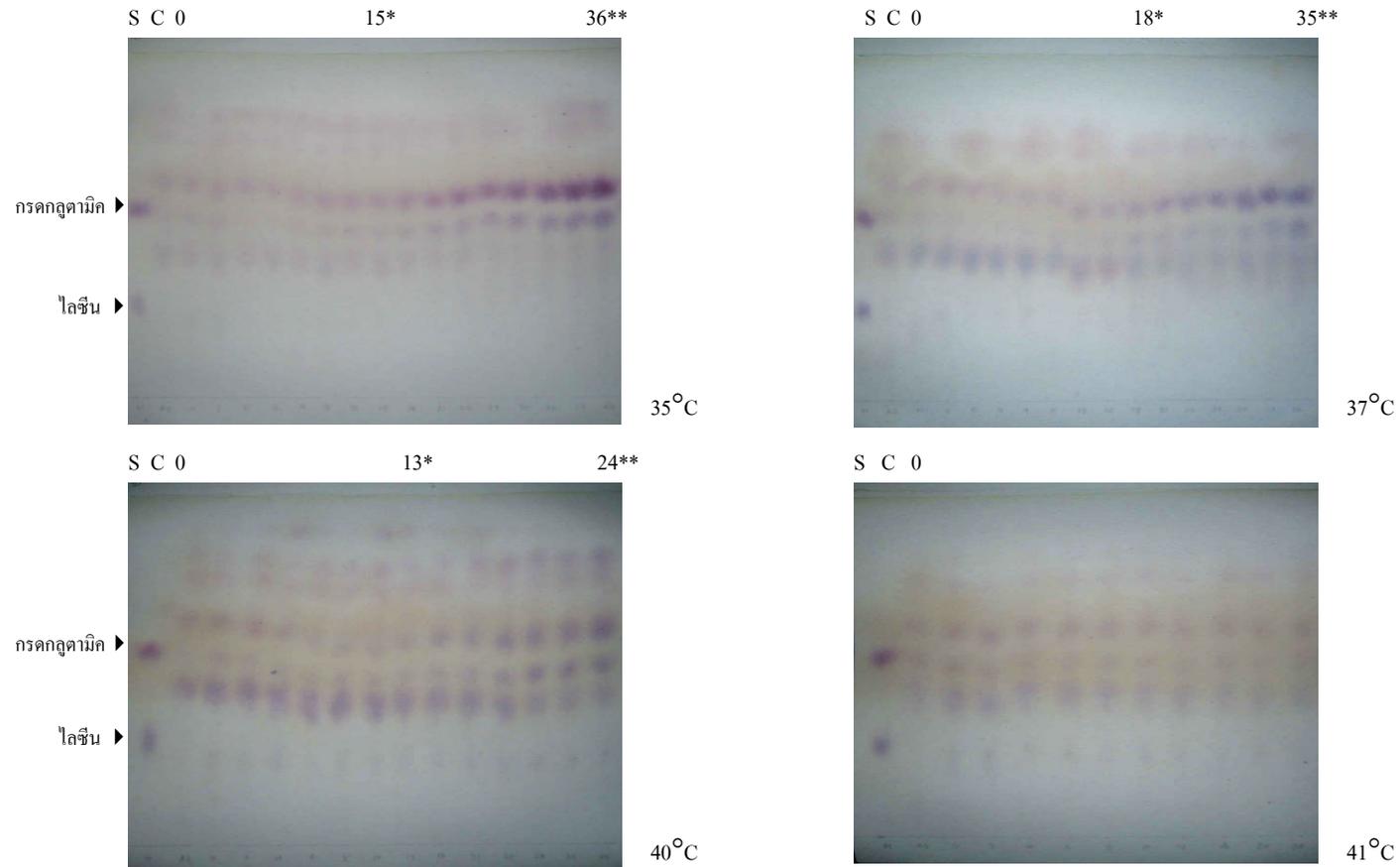


ภาพที่ 14 การเจริญของ *C. glutamicum* CS204 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เปรียบเทียบความเร็ว 220 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

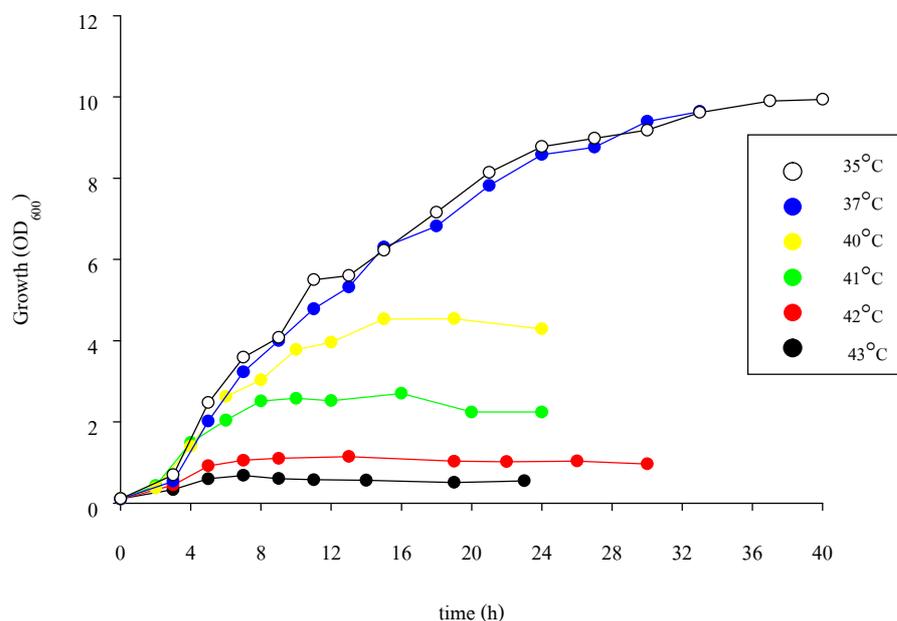
ผลการตรวจสอบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35, 37, 40 และ 41 องศาเซลเซียส ของ *C. glutamicum* CS204 ดังภาพที่ 15 พบว่า สามารถตรวจพบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35, 37 และ 40 องศาเซลเซียส โดยเริ่มตรวจพบตั้งแต่ชั่วโมงที่ 15, 18 และ 13 ตามลำดับ จนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 36, 35 และ 24 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35, 37 และ 40 องศาเซลเซียส กับระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกมาตรฐาน 0.5 ไมโครกรัม (เลน S) พบว่า เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกลดลง ดังนี้ ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่ 35 และ 37 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.5 ไมโครกรัม และระดับความเข้มข้นจากการเจริญที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัม เนื่องจาก CS204 สามารถเจริญที่ 35 และ 37 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าที่ 40 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น คือ ที่ 41 องศาเซลเซียส ตรวจไม่พบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเจริญของ *C. glutamicum* CS254 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 ที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ผลแสดงดังภาพที่ 16 พบว่า CS254 สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พอๆ กับที่ 37 องศาเซลเซียส โดยการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.63 ต่อชั่วโมง มีค่า OD_{600max} เท่ากับ 9.94 ที่ระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ 40 ชั่วโมง ส่วนที่ 37 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.59 ต่อชั่วโมง มีค่า OD_{600max} เท่ากับ 9.64 ที่ระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ 33 ชั่วโมง และเมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า มีการเจริญลดลง คือ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.54 ค่า OD_{600max} เท่ากับ 4.54 ต่อชั่วโมง ที่ 19 ชั่วโมง การเจริญที่ 41 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.50 ต่อชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 2.70 ที่ 16 ชั่วโมง การเจริญที่ 42 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.35 ต่อชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 1.14 ที่ 10 ชั่วโมง และการเจริญที่ 43 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.28 ต่อชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 0.68 ที่ 7 ชั่วโมง

ผลการตรวจสอบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ของ *C. glutamicum* CS254 ดังภาพที่ 17 พบว่า สามารถตรวจพบกรดกลูตามิกจากการเจริญในทุกอุณหภูมิ โดยเริ่มตรวจพบตั้งแต่ชั่วโมงที่ 18, 15, 8, 6, 5 และ 5 ตามลำดับ และตรวจพบจนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 40, 33, 24, 24, 24 และ 23 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายในแต่ละอุณหภูมิของการเจริญ กับระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกมาตรฐาน 0.5 ไมโครกรัม (เลน S) พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 0.5



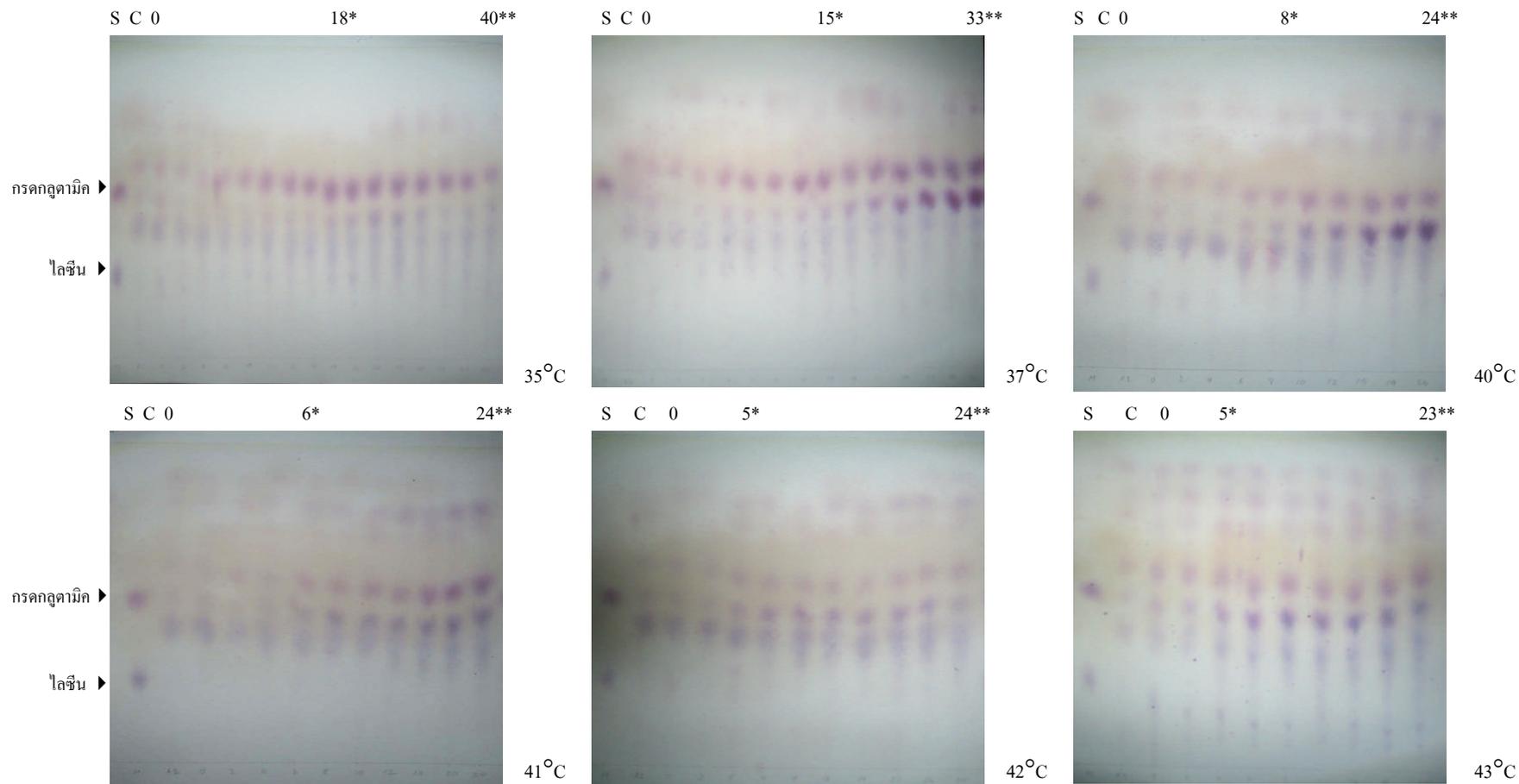
ภาพที่ 15 โครมาโตแกรมแสดงระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* CS204 เมื่อเจริญในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิต่างๆ; เลน S: กรดกลูตามิกและไลซีนอย่างละ 0.5 ไมโครกรัม, เลน C: อาหารเหลว A2, เลน 0: ชั่วโมงที่ 0, *= ชั่วโมงที่เริ่มตรวจพบกรดกลูตามิก, **= ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ, ค่า Rf ของกรดกลูตามิก เท่ากับ 0.50, ค่า Rf ของไลซีน เท่ากับ 0.27



ภาพที่ 16 การเจริญของ *C. glutamicum* CS254 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขยาที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

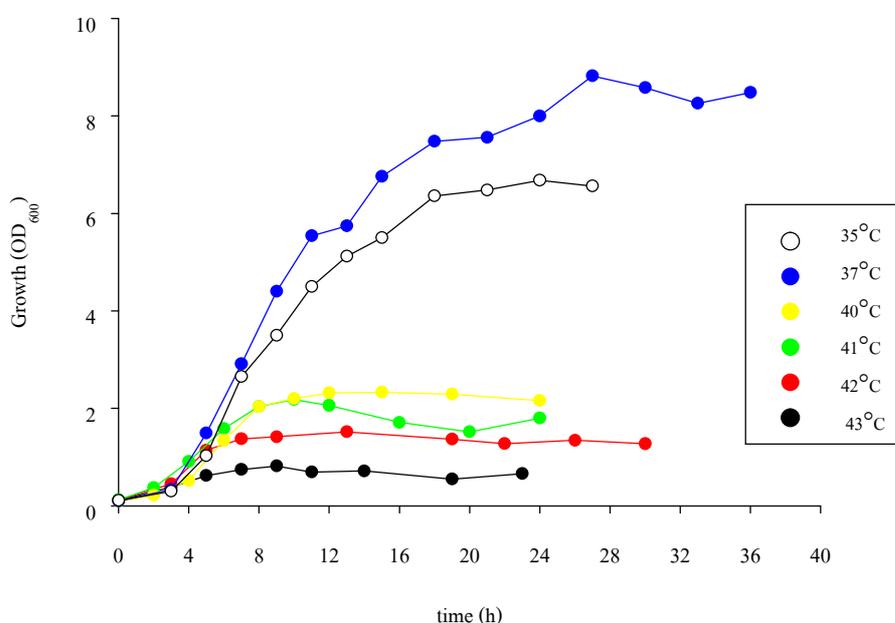
ไมโครกรัม ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิก ลดลง ดังนี้ ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.5 ไมโครกรัม และระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 42 และ 43 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัม เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายของการ เลี้ยงเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส กับที่ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจาก การเจริญของทั้งสองอุณหภูมิเท่ากัน คือ มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม แต่การเจริญที่ 40 องศาเซลเซียส (มีค่า OD₆₀₀ ที่ชั่วโมงสุดท้าย เท่ากับ 4.29) น้อยกว่าที่ 37 องศาเซลเซียส ประมาณสองเท่า (OD₆₀₀ เท่ากับ 9.64) แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลต่อการปลดปล่อยกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* CS254

การเจริญของ *C. glutamicum* CS255 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 ที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ผลแสดงดังภาพที่ 18 พบว่า CS255 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยมีค่า μ เท่ากับ 0.53 ต่อชั่วโมง และค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 8.82



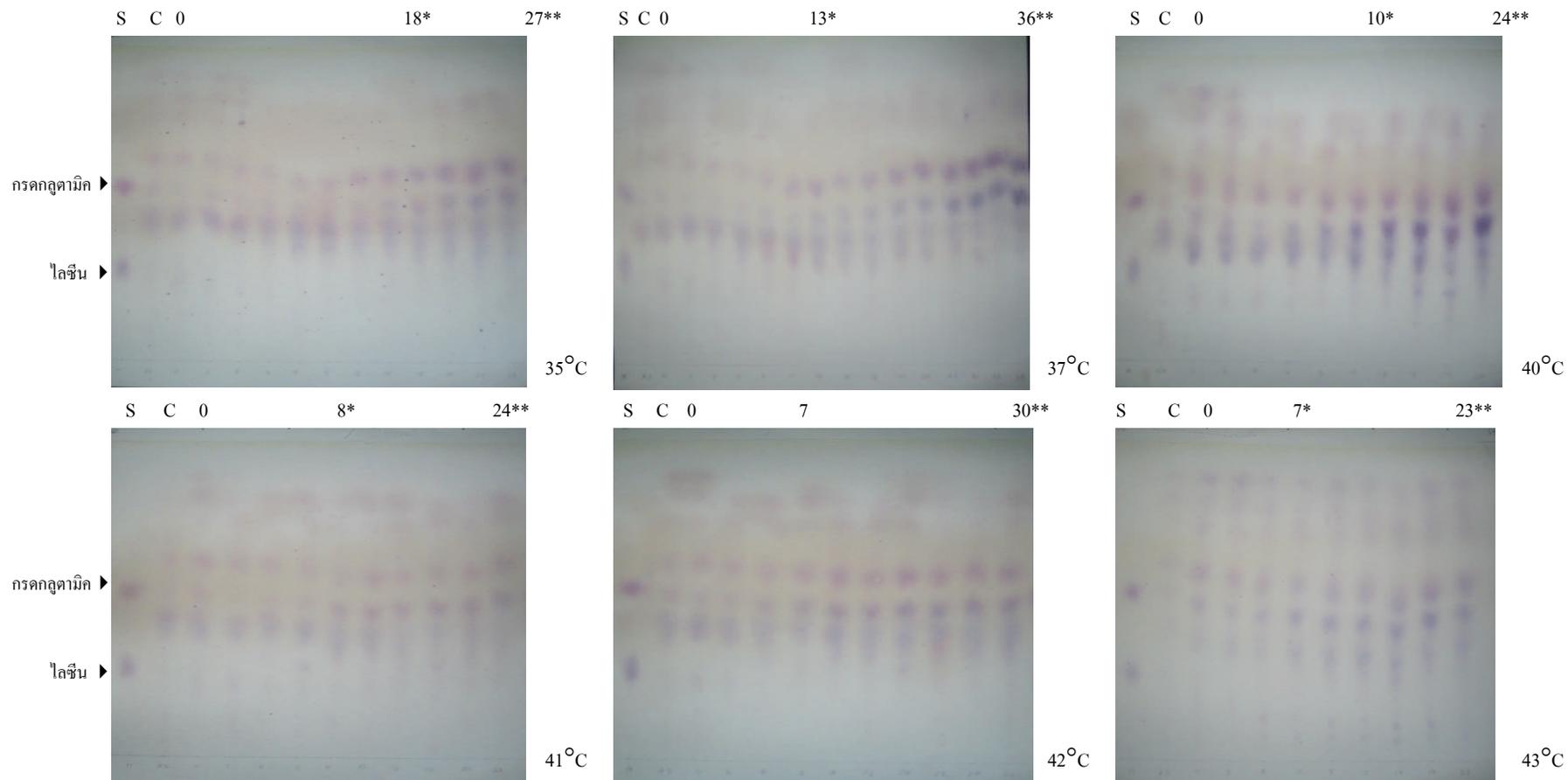
ภาพที่ 17 โครมาโตแกรมแสดงระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* CS254 เมื่อเจริญในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิต่างๆ; เลน S: กรดกลูตามิกและไลซีนอย่างละ 0.5 ไมโครกรัม, เลน C: อาหารเหลว A2, เลน 0: ชั่วโมงที่ 0, *= ชั่วโมงที่เริ่มตรวจพบกรดกลูตามิก, **= ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ, ค่า Rf ของกรดกลูตามิก เท่ากับ 0.50, ค่า Rf ของไลซีน เท่ากับ 0.27

ระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ 27 ชั่วโมง รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.46 ต่อ ชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 6.68 ที่ 24 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า มีการเจริญลดลง คือ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.45 ต่อ ชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 2.33 ที่ 15 ชั่วโมง การเจริญที่ 41 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.43 ต่อ ชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 2.18 ที่ 10 ชั่วโมง การเจริญที่ 42 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.37 ต่อ ชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 1.52 ที่ 13 ชั่วโมง และการเจริญที่ 43 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.27 ต่อ ชั่วโมง ค่า OD_{600max} เท่ากับ 0.82 ที่ 9 ชั่วโมง



ภาพที่ 18 การเจริญของ *C. glutamicum* CS255 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผลการตรวจสอบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ของ *C. glutamicum* CS255 ดังภาพที่ 19 พบว่า สามารถตรวจพบกรดกลูตามิกจากการเจริญในทุกอุณหภูมิ โดยเริ่มตรวจพบตั้งแต่ชั่วโมงที่ 18, 13, 10, 8, 7 และ 7 ตามลำดับ จนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 27, 36, 24, 24, 30 และ 23 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อในแต่ละอุณหภูมิกับระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกมาตรฐาน 0.5 ไมโครกรัม (เลน S) พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัม ระดับความเข้มข้น

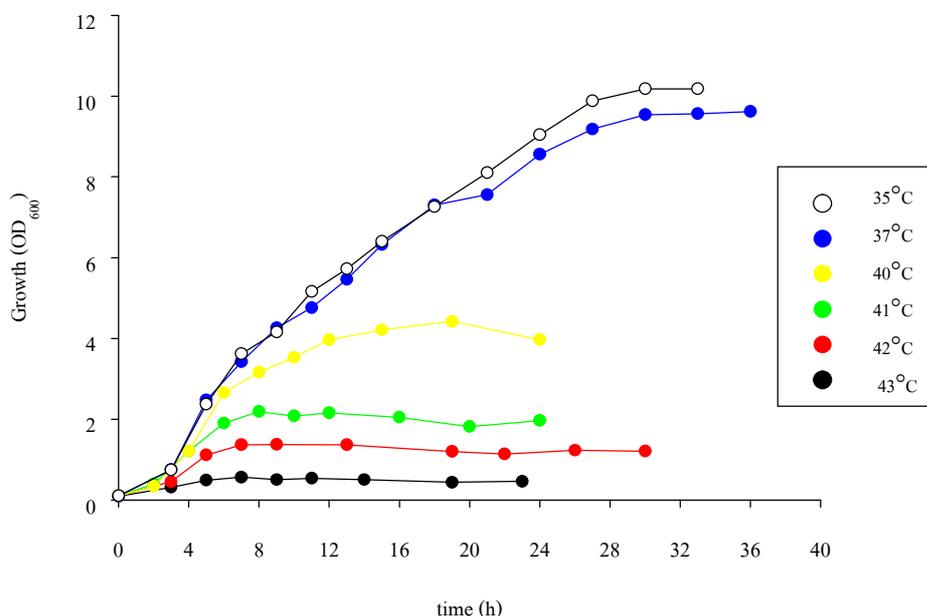


ภาพที่ 19 โครมาโตแกรมแสดงระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* CS255 เมื่อเจริญในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิต่างๆ; เลน S: กรดกลูตามิกและไลซีนอย่างละ 0.5 ไมโครกรัม, เลน C: อาหารเหลว A2, เลน 0: ชั่วโมงที่ 0, *= ชั่วโมงที่เริ่มตรวจพบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิก, **= ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ, ค่า Rf ของกรดกลูตามิก เท่ากับ 0.50, ค่า Rf ของไลซีน เท่ากับ 0.27

ของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม เมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกลดลง คือ ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.5 ไมโครกรัม อย่างไรก็ตามก็ยังคงสูงกว่าที่อุณหภูมิของการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายของการเจริญที่ 37 องศาเซลเซียส กับที่ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญของทั้งสองอุณหภูมิเท่ากัน คือ มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม แต่การเจริญที่ 40 องศาเซลเซียส (มีค่า OD₆₀₀ ที่ชั่วโมงสุดท้าย เท่ากับ 2.16) น้อยกว่าที่ 37 องศาเซลเซียส ประมาณสี่เท่า (OD₆₀₀ เท่ากับ 8.48) แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลต่อการปลดปล่อยกรดกลูตามิกของ *C. glutamicum* CS255

การเจริญของ *C. glutamicum* CS274 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 ที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ผลแสดงดังภาพที่ 20 พบว่า CS274 สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเท่าๆกับการเจริญที่ 37 องศาเซลเซียส โดยมีค่า μ เท่ากับ 0.64 และ 0.65 ต่อชั่วโมง ตามลำดับ และค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 10.18 และ 9.62 ตามลำดับ แต่การเจริญที่ 35 องศาเซลเซียสใช้เวลา 30 ชั่วโมงในการเจริญเพื่อให้ค่าการเจริญสูงสุด ส่วนที่ 37 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 36 ชั่วโมงเมื่ออุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า มีการเจริญลดลง คือ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.55 ต่อชั่วโมง ค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 4.42 ระยะเวลาในการเลี้ยงเชื้อ 19 ชั่วโมง การเจริญที่ 41 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.49 ต่อชั่วโมง ค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 2.16 ที่ 12 ชั่วโมง การเจริญที่ 42 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.39 ต่อชั่วโมง ค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 1.37 ที่ 9 ชั่วโมง และการเจริญที่ 43 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.27 ต่อชั่วโมง ค่า OD₆₀₀max เท่ากับ 0.56 ที่ 7 ชั่วโมง

ผลการตรวจสอบกรดกลูตามิกในอาหารเลี้ยงเชื้อจากการเจริญที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส ของ *C. glutamicum* CS274 ดังภาพที่ 21 พบว่า สามารถตรวจพบกรดกลูตามิกจากการเจริญในทุกอุณหภูมิ โดยเริ่มตรวจพบตั้งแต่ชั่วโมงที่ 15, 13, 6, 6, 5 และ 3 ตามลำดับจนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 33, 36, 24, 24, 30 และ 23 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกที่ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อในแต่ละอุณหภูมิกับระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกมาตรฐาน 0.5 ไมโครกรัม พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัม ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิกจากการเจริญที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม และเมื่อ



ภาพที่ 20 การเจริญของ *C. glutamicum* CS274 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 เขย่าที่ความเร็ว 220 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิของการเจริญสูงขึ้น พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิคลดลง โดยระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิคจากการเจริญที่อุณหภูมิ 41, 42 และ 43 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.5 ไมโครกรัม อย่างไรก็ตามก็ยังคงสูงกว่าที่อุณหภูมิของการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิคที่ชั่วโมงสุดท้ายของการเลี้ยงเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส กับที่ 40 องศาเซลเซียส พบว่าระดับความเข้มข้นของกรดกลูตามิคจากการเจริญของทั้งสองอุณหภูมิเท่ากัน คือ มากกว่า 0.5 ไมโครกรัม แต่การเจริญที่ 40 องศาเซลเซียส (มีค่า OD₆₀₀ ที่ชั่วโมงสุดท้าย เท่ากับ 3.97) น้อยกว่าที่ 37 องศาเซลเซียส ประมาณสองเท่า (ค่า OD₆₀₀ เท่ากับ 9.62) แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลต่อการปลดปล่อยกรดกลูตามิคของ *C. glutamicum* CS274

การเจริญของ *C. glutamicum* DS50 ในอาหารเหลว A2 pH เริ่มต้น 7.4 ที่อุณหภูมิ 35, 37, 40, 41 และ 42 องศาเซลเซียส ผลแสดงดังภาพที่ 22 พบว่า DS50 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยมีค่า μ เท่ากับ 0.64 ต่อชั่วโมง และค่า OD_{600,max} เท่ากับ 12.96 ใช้เวลา 18 ชั่วโมงในการเจริญเพื่อให้ค่าการเจริญสูงสุด รองลงมาคือ ที่ 35 องศาเซลเซียส มีค่า μ เท่ากับ 0.60 ต่อชั่วโมง และค่า OD_{600,max} เท่ากับ 12.24 ใช้เวลา 24 ชั่วโมงในการเจริญเพื่อให้ค่าการเจริญสูงสุด