บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คัดแยกหายีสต์จากแหล่งต่างๆ ที่มีความสามารถในการกำจัดสีน้ำกากส่า

4.1.1 สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และจากแหล่งต่างๆเพื่อนำมาคัดแยกหายีสต์

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินและน้ำในบริเวณที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับน้ำกากส่า ได้แก่ บริเวณโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ และในสภาวะแวดล้อมที่มักจะพบยีสต์ได้ง่าย เช่น ที่ผิวของเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ เพื่อนำมาแยกหายีสต์ต่อไป

4.1.2 ทำการแยกยีสต์ออกจากแหล่งตัวอย่างที่เก็บมา

ยีสต์ในดิน และแหล่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่มีน้ำกากส่าปนเปื้อน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและน้ำบริเวณขอบบ่อทิ้งน้ำกากส่า อ.ดอนตูม จ. กาญจนบุรี ดินบริเวณที่จอดรถขนน้ำกากส่า น้ำจากท่อระบายน้ำ น้ำล้างถังหมัก น้ำล้างถังรถบรรทุกน้ำกากส่า และน้ำจากบ่อเติมอากาศ ณ โรงงานแสงโสม จ.นครปฐม สามารถคัดแยกยีสต์ได้ทั้งหมด 15 สายพันธุ์ โดยมีลำดับตามตารางที่ 4.1

ยีสต์ในของเหลว ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำกากส่าสดจากโรงงานสุราแสงโสม จ.นครปฐม มาทำการแยกเชื้อ สามารถคัดแยกได้ทั้งหมด 3 สายพันธุ์ โดยมีลำดับตามตารางที่ 4.1

ยีสต์ในผลไม้และดอกไม้ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ผลไม้ที่หาได้ตามฤดูกาลทั้งหมด 19 ดอกไม้ 2 ชนิด ชนิด ได้แก่ กล้วย สับปะรด องุ่นม่วง มะละกอ ตะขบ มะขาม ส้ม มะนาว สตรอเบอรี่ แคนตาลูป ทุเรียน ขนุน มังคุด เงาะ ชมพู่ องุ่นเขียว มะเขือเทศ มะม่วง แอปเปิ้ล ดอกพุทธรักษา และดอกเข็ม สามารถคัดแยกยีสต์ได้ทั้งหมด 41 สายพันธุ์ และผลไม้ที่ไม่พบยีสต์ ได้แก่ มะเขือเทศ มะม่วง และ แอปเปิ้ล โดยมีลำดับตามตารางที่ 4.1

ยีสต์ในอากาศ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารแข็ง YM (YMPDA) ซึ่งผสม chloramphenecol 200 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถคัดแยกยีสต์ได้ 28 สายพันธุ์

รวมแยกยีสต์จากการศึกษาทั้งสิ้น 87 สายพันธุ์ โดยมีลำดับตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 strains ของยีสต์ที่คัดแยกได้จากแหล่งต่างๆ

แหล่งที่แยก	No. ของ strains
ดิน	YM 20 , 24 ,25 , 32 , 33 , 34 , 35 , 36 , 62 , 63 , 75, 76 , 81 , 82 , 86
ของเหลว	YM 3 , 69 , 83
ผลไม้และดอกไม้	YM 1 , 2 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 21 , 22 , 23 , 28 , 29 , 30 , 31 , 44 , 45 , 46 , 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54 , 55 , 56 , 57 , 60 , 61 , 64 , 71 , 77 , 78 , 79, 80 , 84 , 85
อากาศ	YM 4 , 5 , 6 , 7 , 9 , 10 , 19 , 27 , 37 , 38 , 39 , 40 , 41 , 42 , 43 , 58 , 59 , 65 , 66 , 67 , 68 , 72 , 73 , 74 , 87 , 88 , 89, 90

4.2 การคัดเลือกหายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อจากยีสต์ที่คัดแยกได้

4.2.1 คัดเลือกยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าเบื้องต้น บนอาหารแข็ง YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่า

จากการศึกษาพบว่า ยีสต์บางสายพันธุ์ที่คัดแยกได้ มีสีของโคโลนีเปลี่ยนไป คือ เข้มขึ้น เมื่อเจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ผสมน้ำกากส่าสกัด แต่ยีสต์ที่ทำการคัดแยกมาไม่สามารถสร้างบริเวณใส (clear zone) ให้เกิดขึ้นรอบบริเวณโคโลนีได้ ซึ่งในการศึกษาพบว่า ยีสต์ที่มีสีของโคโลนีเปลี่ยนไปเมื่อเจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ผสมน้ำกากส่าสกัด รวมทั้งสิ้น 56 สายพันธุ์ โดยเป็นเชื้อที่แยกได้จากดิน 10 สายพันธุ์ จากของเหลว 2 สายพันธุ์ ผลไม้และดอกไม้ 29 สายพันธุ์ และจากอากาศ 15 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 strains ของยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ผสมน้ำกากส่าสกัด

แหล่งที่แยก	No. ของ strains
ดิน	YM 25 , 32 , 35 , 62 , 63 , 75, 76 , 81 , 82 , 86
ของเหลว	YM 69 , 83
ผลไม้และดอกไม้	YM 1 , 14 , 15 , 17 , 18 , 30 , 44 , 45 , 46 , 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54 , 55 , 56 , 57 , 60 , 61 , 64 , 71 , 77 , 78 , 80 , 84 , 85
อากาศ	YM 5 , 6 , 7 , 9 , 19 , 27 , 38 , 39 , 59 , 65 , 73 , 74 , 88 , 89, 90

4.2.2 คัดเลือกยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าเบื้องต้น บนอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด

จากการศึกษาพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป ยีสต์บางสายพันธุ์สามารถลดความเข้มสีของของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่า ได้ ยีสต์ที่ทำให้ความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดลดลง ได้แก่สายพันธุ์ YM 15, 44, 45, 49, 50, 51, 73, 88 รวมทั้งสิ้น 8 สายพันธุ์ และยีสต์ที่มีความสามารถในการกำจัดสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ เชื้อยีสต์สายพันธุ์ YM 15, 49, 50 คือ ลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดได้ 18.6 , 23.3 และ 24.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 strains ของยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด เรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การลดลงของสี

No. of strains	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสี
50	24.54
49	23.31
15	18.61
73	14.89
51	13.95
88	13.94
44	11.18
45	8.91

4.2.3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยยีสต์ที่คัดเลือกได้

4.2.3.1 ศึกษาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสม จากการศึกษาและวิเคราะห์ทางสถิติ (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM15 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้สูงสุดที่ปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 29.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างกับปริมาณกลูโคส 0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งแตก

ต่างจากวันที่ 3 , 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณกลูโคสกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM15 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM49 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 20.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างกับปริมาณกลูโคส 0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณกลูโคสกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM49 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM50 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 25.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างกับปริมาณกลูโคส 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 5 ซึ่งแตกต่างกับวันที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณกลูโคสกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM50 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณกลูโคส (g./100 ml.)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1	$_{a}20.17^{c}$	$_{a}14.59^{b}$	$_{a}-6.34^{ab}$	$_{a}-26.85^{a}$	$_{a}-29.95^{a}$
2	$_{a}15.83^{c}$	$_{a}-9.298^{b}$	$_{a}-20.91^{ab}$	$_{a}-19.61^{a}$	$_{a}-16.09^{a}$
3	$_{b}14.33^{c}$	$_{b}-6.68^{b}$	$_{b}-16.27^{ab}$	$_{b}-15.35^{a}$	$_{b}-17.62^{a}$
4	$_{b}19.65^{c}$	$_{b}-5.49^{b}$	$_{b}-12.70^{ab}$	$_{b}-13.55^{a}$	$_{b}-11.78^{a}$
5	$_{b}2.72^{c}$	$_{b}0.68^{b}$	$_{b}-13.44^{ab}$	$_{b}-14.71^{a}$	$_{b}3.89^{a}$

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณกลูโคส (g./100 ml.)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1	$_{c}26.12^{c}$	$_{c}8.87^{b}$	$_{a}-18.03^{a}$	$_{a}-17.35^{a}$	$_{a}-20.73^{a}$
2	$_{ab}21.45^{c}$	$_{ab}-1.78^{b}$	$_{bc}-7.913^{a}$	$_{bc}-10.67^{a}$	$_{bc}-19.35^{a}$
3	$_{a}13.04^{c}$	$_{a}-10.94^{b}$	$_{b}-14.70^{a}$	$_{b}-12.54^{a}$	$_{b}-17.80^{a}$
4	$_{a}4.92^{c}$	$_{a}-10.21^{b}$	$_{b}-8.99^{a}$	$_{b}-17.21^{a}$	$_{b}-17.03^{a}$
5	$_{b}31.65^{c}$	$_{b}27.30^{b}$	$_{bc}-7.94^{a}$	$_{bc}-8.23^{a}$	$_{bc}-2.56^{a}$

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ strain YM50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณกลูโคส (g./100 ml.)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1	$_{b}17.81^{b}$	$_{b}-2.54^{a}$	$_{b}-1.45^{a}$	$_{b}11.74^{a}$	$_{b}9.35^{a}$
2	$_{a}14.4^{b}$	$_{a}-13.14^{a}$	$_{a}-5.83^{a}$	$_{a}7.45^{a}$	$_{a}1.56^{a}$
3	$_{b}23.91^{b}$	$_{b}-11.87^{a}$	$_{b}-7.19^{a}$	$_{b}10.58^{a}$	$_{b}6.47^{a}$
4	$_{a}15.70^{b}$	$_{a}-18.81^{a}$	$_{a}-19.10^{a}$	$_{a}-14.12^{a}$	$_{a}-16.47^{a}$
5	$_{a}18.99^{b}$	$_{a}-17.21^{a}$	$_{a}-12.5^{a}$	$_{a}-14.63^{a}$	$_{a}-25.09^{a}$

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2.3.2 ศึกษาปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม จากการศึกษาและวิเคราะห์ทางสถิติ (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM15 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 29.25 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกๆ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งไม่แตกต่างกับ

วันที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณเปปโตนกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM15 ดังแสดงในตารางที่ 4.7

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM49 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 30.74 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณเปปโตน 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณเปปโตนกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM49 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM50 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเข้มสีลงได้ 32.77 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณเปปโตนทุกความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณเปปโตนกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM50 ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณเปปโตน (g./ 100 ml.)				
	0	0.25	0.50	1.0	2.0
1	$_{ab}$-29.25^{a}	$_{ab}$-19.23^{b}	$_{ab}$-17.85^{c}	$_{ab}$-13.20^{d}	$_{ab}$-10.17^{e}
2	$_{bc}$-13.15^{b}	$_{bc}$-15.52^{a}	$_{bc}$-1.20^{e}	$_{bc}$-7.12^{c}	$_{bc}$-6.84^{d}
3	$_{a}$-11.60^{c}	$_{a}$-13.05^{b}	$_{a}$-9.717^{d}	$_{a}$-14.36^{a}	$_{a}$-7.47^{e}
4	$_{cd}$-10.22^{c}	$_{cd}$-12.16^{a}	$_{cd}$-10.25^{b}	$_{cd}$-0.55^{e}	$_{cd}$-5.39^{d}
5	$_{d}$-7.59^{a}	$_{d}$-11.40^{b}	$_{bc}$-13.11^{c}	$_{d}$-7.96^{d}	$_{d}$-3.27^{e}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณเปปโตน (g./ 100 ml.)				
	0	0.25	0.50	1.0	2.0
1	$_{a}$-30.74^{a}	$_{a}$-24.55^{a}	$_{a}$-19.34^{a}	$_{a}$-18.53^{b}	$_{a}$-20.50^{ab}
2	$_{a}$-13.15^{a}	$_{a}$-15.83^{a}	$_{a}$-16.21^{a}	$_{a}$-15.61^{b}	$_{a}$-14.42^{ab}
3	$_{a}$-9.21^{b}	$_{a}$-9.237^{b}	$_{a}$-10.97^{b}	$_{a}$-12.70^{a}	$_{a}$-6.70^{ab}
4	$_{a}$-11.18^{a}	$_{a}$-13.05^{a}	$_{a}$-12.82^{a}	$_{a}$-3.581^{b}	$_{a}$1.47^{ab}
5	$_{a}$-5.28^{a}	$_{a}$-12.28^{a}	$_{a}$-9.83^{a}	$_{a}$-7.96^{b}	$_{a}$0.23^{ab}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ strain YM50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ปริมาณเปปโตน (g./ 100 ml.)				
	0	0.25	0.50	1.0	2.0
1	$_{b}$-23.93^{a}	$_{b}$6.64^{d}	$_{b}$-17.58^{d}	$_{b}$-17.94^{b}	$_{b}$-7.44^{c}
2	$_{a}$-32.77^{a}	$_{a}$-30.94^{b}	$_{a}$-25.72^{b}	$_{a}$-23.85^{c}	$_{a}$-19.93^{d}
3	$_{b}$-21.73^{c}	$_{b}$-19.71^{a}	$_{b}$-22.92^{a}	$_{b}$-22.08^{b}	$_{b}$-16.52^{d}
4	$_{bc}$-0.79^{c}	$_{bc}$-21.25^{a}	$_{bc}$-20.52^{a}	$_{bc}$-9.03^{b}	$_{bc}$4.50^{d}
5	$_{c}$-15.83^{c}	$_{c}$-21.31^{a}	$_{c}$-2.24^{a}	$_{c}$3.28^{d}	$_{c}$-15.87^{b}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2.3.3 ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสม จากการศึกษาและวิเคราะห์ทางสถิติ (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM15 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 สามารถลดความเข้มสีลงได้ 24.38 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรด-ด่างทุกค่า และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งมี

ความแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และค่าความเป็นกรด-ด่างกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM15 ดังแสดงในตารางที่ 4.10

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM49 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 สามารถลดความเข้มสีลงได้ 30.38 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรด-ด่างทุกค่า และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 1 ซึ่งมีความแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และค่าความเป็นกรด-ด่างกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM49 ดังแสดงในตารางที่ 4.11

การกำจัดสีของยีสต์สายพันธุ์ YM50 สามารถลดความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 สามารถลดความเข้มสีลงได้ 42.04 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรด-ด่างทุกค่า และระยะเวลาที่ใช้ในการลดสีได้สูงสุดคือ ในวันที่ 4 ซึ่งมีความแตกต่างจากวันที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ และค่าความเป็นกรด-ด่างกับเวลาที่ใช้ ไม่มีผลร่วมกันต่อความสามารถในการลดสีของสายพันธุ์ YM50 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)				
	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
1	$_{a}$-13.30^{e}	$_{a}$-24.38^{a}	$_{a}$-23.92^{b}	$_{a}$-22.31^{c}	$_{a}$-23.11^{d}
2	$_{b}$-3.75^{e}	$_{b}$-13.16^{a}	$_{b}$-19.76^{b}	$_{b}$-14.77^{c}	$_{b}$-4.76^{d}
3	$_{b}$-9.42^{e}	$_{b}$-19.74^{a}	$_{b}$-16.56^{b}	$_{b}$-13.39^{c}	$_{b}$-15.46^{d}
4	$_{ab}$-12.88^{e}	$_{ab}$-18.90^{a}	$_{ab}$-14.88^{b}	$_{ab}$-12.32^{c}	$_{ab}$-20.21^{d}
5	$_{b}$-18.87^{e}	$_{b}$-16.20^{a}	$_{b}$-13.17^{b}	$_{b}$-10.11^{c}	$_{b}$-12.56^{d}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)				
	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
1	$_{a}$-13.30^{c}	$_{a}$-30.38^{a}	$_{a}$-26.07^{b}	$_{a}$-24.92^{b}	$_{a}$-23.38^{a}
2	$_{b}$-9.16^{d}	$_{b}$-17.79^{a}	$_{b}$-20.94^{c}	$_{b}$-17.32^{b}	$_{b}$-15.87^{a}
3	$_{b}$-16.80^{d}	$_{b}$-23.88^{a}	$_{b}$-19.52^{b}	$_{b}$-7.69^{a}	$_{b}$-18.04^{a}
4	$_{ab}$-19.11^{c}	$_{ab}$-10.99^{a}	$_{ab}$-23.21^{b}	$_{ab}$-20.63^{ab}	$_{ab}$-18.88^{a}
5	$_{b}$-20.88^{e}	$_{b}$-13.44^{a}	$_{b}$-10.77^{c}	$_{b}$-10.67^{b}	$_{b}$-13.35^{a}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)				
	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
1	$_{a}$-17.49^{a}	$_{a}$-6.37^{b}	$_{a}$-19.81^{c}	$_{a}$-15.83^{c}	$_{a}$-18.27^{d}
2	$_{b}$-22.35^{a}	$_{b}$-22.41^{b}	$_{b}$13.89^{c}	$_{b}$-16.66^{c}	$_{b}$-12.38^{d}
3	$_{a}$-39.71^{a}	$_{a}$-26.28^{b}	$_{a}$-21.96^{c}	$_{a}$-21.37^{c}	$_{a}$-9.29^{d}
4	$_{a}$-38.25^{a}	$_{a}$-29.80^{b}	$_{a}$-24.57^{c}	$_{a}$-19.78^{c}	$_{a}$-18.18^{d}
5	$_{a}$-42.04^{a}	$_{a}$-30.86^{b}	$_{a}$-6.50^{c}	$_{a}$-6.48^{c}	$_{a}$8.22^{d}

หมายเหตุ :1. แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2..แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมล่างซ้ายเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการศึกษาในข้อ 4.2.3.1 ถึง 4.2.3.3 เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปริมาณกลูโคส เปปโตน และความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมกับเชื้อ YM15 , YM49 และ YM50 พบว่า

สภาวะที่เหมาะสมกับการกำจัดสีน้ำกากส่าของเชื้อ YM15 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว YM (YMPDB) ที่เติมน้ำกากส่าสกัด คือ กลูโคส 1 เปอร์เซ็นต์ เปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.13

สภาวะที่เหมาะสมกับการกำจัดสีน้ำกากส่าของเชื้อ YM49 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว YM (YMPDB) ที่เติมน้ำกากส่าสกัด คือ กลูโคส 1 เปอร์เซ็นต์ เปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.13

สภาวะที่เหมาะสมกับการกำจัดสีน้ำกากส่าของเชื้อ YM50 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว YM (YMPDB) ที่เติมน้ำกากส่าสกัด คือ กลูโคส 0.5 เปอร์เซ็นต์ เปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด ของ strains ที่ทำการศึกษา

Strain no.	ปัจจัยที่ทำการศึกษา		
	Glucose (%)	Peptone (%)	pH
YM15	2 (1,1.5)	0	4.5
YM49	2 (1,1.5)	0 (0.25,0.5)	4.5
YM50	2 (0.5,1,1.5)	0	3.5

หมายเหตุ : 1.ค่านอกวงเล็บ หมายถึง ค่าที่ทำให้เกิดการลดสีสูงสุด

2.ค่าในวงเล็บ หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับข้อ 1.

โดยปริมาณการลดสูงสุดของแต่ละปัจจัย เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการลดสีสูงสุด ของแต่ละปัจจัยที่สภาวะเหมาะสม ในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด

Strain no.	เปอร์เซ็นต์การลดของสีน้ำกากส่าในแต่ละปัจจัย		
	Glucose	Peptone	pH
YM15	29.95	29.25	24.38
YM49	20.73	30.74	30.38
YM50	25.09	32.77	42.04

ดังนั้น ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป จะใช้สภาวะที่เหมาะสมกับเชื้อ YM15 , YM49 และ YM50 ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดสอบการกำจัดสีน้ำกากส่าของ strains ต่างๆ ในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัด

strains no.	Glucose (%)	Peptone (%)	pH
YM15	1	0	4.5
YM49	1	0	4.5
YM50	0.5	0	3.5

4.2.3.4 ทดสอบความสามารถของยีสต์ที่คัดเลือกได้ในการกำจัดสีน้ำกากส่าในสภาวะที่เหมาะสม

นำค่าของปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในตารางที่ 4.15 มาใช้เตรียมอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัด และทำการเลี้ยงยีสต์ที่ได้จาก 4.2.2 จากการศึกษาและวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

ยีสต์สายพันธุ์ YM15 สามารถลดความเข้มสีได้มากที่สุด 19.39 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 5 วัน ยีสต์สายพันธุ์ YM49 สามารถลดความเข้มสีได้มากที่สุด 26.07 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 4 วัน ยีสต์สายพันธุ์ YM50 สามารถลดความเข้มสีได้มากที่สุด 34 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 3 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตาราง 4.16 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัดปรับเป็นสภาวะที่เหมาะสมของ Strain ต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		
	YM 15	YM 49	YM 50
1	15.69^{b}	18.97^{e}	1.95^{d}
2	-16.78^{a}	-25^{c}	5.97^{d}
3	-18.72^{a}	-22.6^{d}	-34.83^{a}
4	-18.09^{a}	-26.07^{a}	-23.25^{c}
5	-19.39^{a}	-25.41^{b}	-29.11^{b}

หมายเหตุ : แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการลดสีน้ำกากส่าในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัดในสภาวะที่เหมาะสม กับอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าและแปรผันปัจจัยที่ทำการศึกษา (กลูโคส , เปปโตน และค่าความเป็นกรด-ด่าง) ที่ให้ค่าการลดลงของสีน้ำกากส่าสูงสุดของแต่ละสายพันธุ์ พบว่า

ยีสต์สายพันธุ์ YM15 มีความสามารถต่ำกว่าการกำจัดสีสูงสุดที่สภาวะกลูโคส เปปโตน และความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการลดลงของสีสูงสุดของการแปรผันปัจจัยทั้งหมดอยู่ 4.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ยีสต์สายพันธุ์ YM49 มีความสามารถต่ำกว่าการกำจัดสีสูงสุดที่สภาวะปริมาณเปปโตนและความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการลดลงของสีสูงสุดของการแปรผันปัจจัยทั้งหมดอยู่ 4.67 และ 4.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสามารถสูงกว่าการกำจัดสีสูงสุดที่สภาวะปริมาณกลูโคสที่เหมาะสมอยู่ 5.34 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ยีสต์สายพันธุ์ YM50 มีความสามารถต่ำกว่าการกำจัดสีสูงสุดที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการลดลงของสีสูงสุดของการแปรผันปัจจัยทั้งหมดอยู่ 7.21 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถสูงกว่าการกำจัดสีสูงสุดที่สภาวะปริมาณเปปโตนและกลูโคสที่เหมาะสมอยู่ 2.06 และ 9.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.17 สรุปเปรียบเทียบผลต่างความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM15

	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่สภาวะต่างๆ			
Strain no.	Glucose 1% Peptone 0% pH 4.5	Glucose 2% Peptone 0.5% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0.5% pH 4.5
YM15	19.39	29.95	29.25	24.38
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		ลดลง 10.56	ลดลง 9.86	ลดลง 4.99

I20470782

ตารางที่ 4.18 สรุปเปรียบเทียบผลต่างความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM49

	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่สภาวะต่างๆ			
Strain no.	Glucose 1% Peptone 0% pH 4.5	Glucose 2% Peptone 0.5% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0.5% pH 4.5
YM49	26.07	20.73	30.74	30.38
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		เพิ่มขึ้น 5.34	ลดลง 4.67	ลดลง 4.31

ตารางที่ 4.19 สรุปเปรียบเทียบผลต่างความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM50

	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่สภาวะต่างๆ			
Strain no.	Glucose 0.5%Peptone 0% pH 4.5	Glucose 2% Peptone 0.5% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0% pH 5.8	Glucose 1% Peptone 0.5% pH 3.5
YM50	34.83	25.09	32.77	42.04
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		เพิ่มขึ้น 9.74	เพิ่มขึ้น 2.06	ลดลง 7.21

จากการศึกษาพบว่า ยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ดีที่สุดจากการทดสอบในครั้งนี้ ได้แก่ ยีสต์ YM50 จึงนำยีสต์ YM50 ไปทำการศึกษาในขั้นต่อไปเป็นหลัก

4.3 การนำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อสูงสุดในสภาวะเหมาะสมมาศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดสีน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา

จากการศึกษาและนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

ยีสต์สายพันธุ์ YM15 สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าในน้ำกากส่าฆ่าเชื้อได้สูงสุด 4.81 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 25 ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และในน้ำกากส่าที่ไม่ได้ฆ่าเชื้อได้สูงสุด 1.69 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ยีสต์สายพันธุ์ YM49 สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าในน้ำกากส่าฆ่าเชื้อได้สูงสุด 7.35 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 20 ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และในน้ำกากส่าที่ไม่ได้ฆ่าเชื้อได้สูงสุด 2.06 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 10 ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ยีสต์สายพันธุ์ YM50 สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าในน้ำกากส่าฆ่าเชื้อได้สูงสุด 6.94 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 20 ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และในน้ำกากส่าที่ไม่ได้ฆ่าเชื้อได้สูงสุด 13.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 15 ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.20 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสีน้ำกากส่า		
	YM 15	YM 49	YM 50
1	-1.95^{ab}	-3.60^{b}	-2.43^{ab}
2	-2.93^{a}	-2.72^{a}	-4.16^{a}
3	-1.07^{a}	-4.06^{b}	-3.73^{b}
4	-1.98^{a}	-2.04^{a}	-3.10^{a}
5	-1.72^{a}	-2.26^{a}	-2.31^{a}
10	-1.37^{a}	-2.93^{a}	-1.91^{a}
15	0.41^{a}	-3.83^{a}	-3.68^{a}
20	-3.46^{ab}	-7.35^{b}	-6.94^{b}
25	-4.81^{ab}	-4.43^{ab}	-6.78^{b}
30	0.56^{a}	-2.67^{a}	-4.06^{a}

หมายเหตุ : แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.20 พบว่า ยีสต์ทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อได้จริง และช่วงเวลาที่มีการลดลงของสีสูงที่สุด คือ ในช่วงวันที่ 20 – 25 ของการศึกษา

ตารางที่ 4.21 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันที่	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสีน้ำกากส่าที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ		
	YM 15	YM 49	YM 50
1	2.79[a]	2.23[a]	-0.17[a]
2	-1.69[a]	-0.62[a]	0.28[a]
3	1.72[a]	1.55[a]	1.35[a]
4	2.05[a]	1.07[a]	2.37[a]
5	2.02[a]	0.71[a]	1.28[a]
10	0.08[a]	-2.06[a]	0.02[a]
15	-0.55[a]	-0.64[a]	-13.59[b]
20	0.74[a]	-0.65[a]	-0.32[a]
25	0.88[a]	2.59[a]	1.74[a]
30	3.11[a]	4.85[a]	2.66[a]

หมายเหตุ : แต่ละแถวในแนวนอน ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.21 พบว่า ยีสต์ทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด มีเพียงสายพันธุ์ YM50 เท่านั้นที่สามารถลดความเข้มสีน้ำกากส่าได้ และเวลาที่มีการลดลงของสีสูงที่สุด คือ วันที่ 15 ของการศึกษา

จากผลการศึกษาในข้อ 4.2.3.4 และ 4.3 ทำให้ทราบว่า จากการคัดเลือกยีสต์จากแหล่งธรรมชาติ ยีสต์สายพันธุ์ YM50 มีข้อจำกัดต่อสภาวะในการกำจัดสีน้อยที่สุด จึงนำ YM50 มาทำการศึกษาต่อไป

4.4 นำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุดในน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา มาศึกษาทดลองกับน้ำกากส่าจากโรงงานสุราที่ปรับสภาวะที่เหมาะสม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสี

จากการศึกษาและนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

ในน้ำกากส่าที่ผ่านการเติมธาตุอาหารและปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง และผ่านการฆ่าเชื้อนั้น มีการลดลงของความเข้มสีอย่างมีนัยสำคัญทุกวัน และมีการลดสีได้มากที่สุดในวันที่ 5 โดยความเข้มสีลดลง 32.2 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 25

ในน้ำกากส่าที่ผ่านการเติมธาตุอาหารและปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อนั้น มีการลดลงของความเข้มสีอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 1 โดยความเข้มสีลดลง 23.16 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าปรับสภาพโดยยีสต์ Strain YM50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

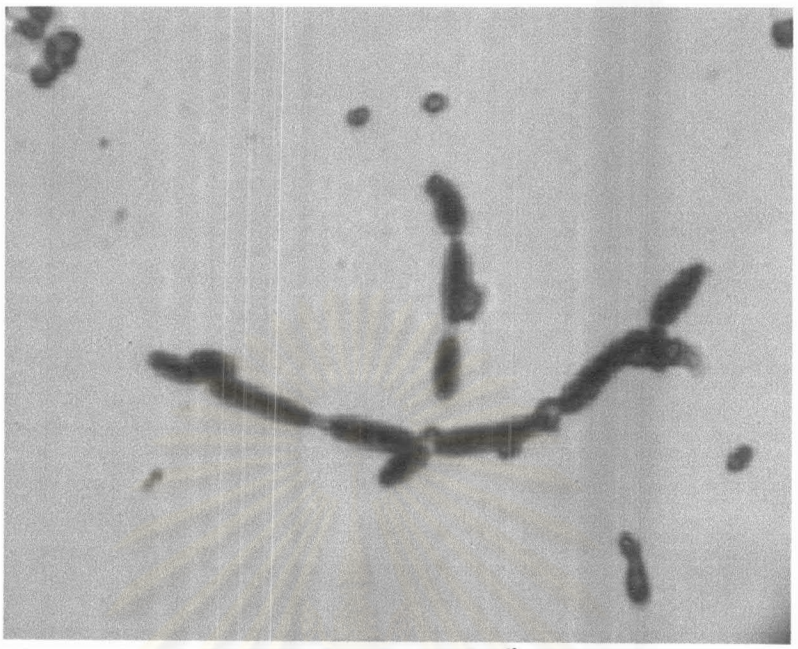
วันที่	เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเข้มสีของน้ำกากส่าที่ปรับสภาพ	
	ผ่านการฆ่าเชื้อ	ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ
1	-22.80[d]	-23.16[a]
2	-19.51[e]	-1.82[b]
3	-22.83[c]	3.57[b]
4	-31.37[b]	-8.28[b]
5	-32.20[a]	-3.52[b]

หมายเหตุ : แต่ละแถวในแนวตั้ง ตัวเลขที่มีอักษรมุมบนด้านขวาที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.5 ศึกษายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.5.1 ศึกษาลักษณะโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์ (light microscope) ทำการศึกษาลักษณะของยีสต์ที่ย้อมติดสีคริสตัลไวโอเลต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา จากการศึกษาพบว่าเซลล์ยีสต์ YM50 นั้นมีลักษณะยาวรี บางครั้งอาจคล้ายสามเหลี่ยมเกือบกลม หรือชมพู่ ขนาดของเซลล์ไม่แน่นอนขึ้นกับอายุของเซลล์ มีการสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ (budding) รอบขั้วของเซลล์ โดยที่หน่อใหม่นั้นจะติดอยู่กับหน่อเดิม และไม่พบเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการสร้างเส้นใยเทียม (pseudomycelium)ไม่มีการสร้างกรดเมื่อใช้แหล่งคาร์บอนจากกลูโคส ไม่มีการสร้างรงควัตถุที่มองเห็นได้ เช่น แคโรทีนอยด์

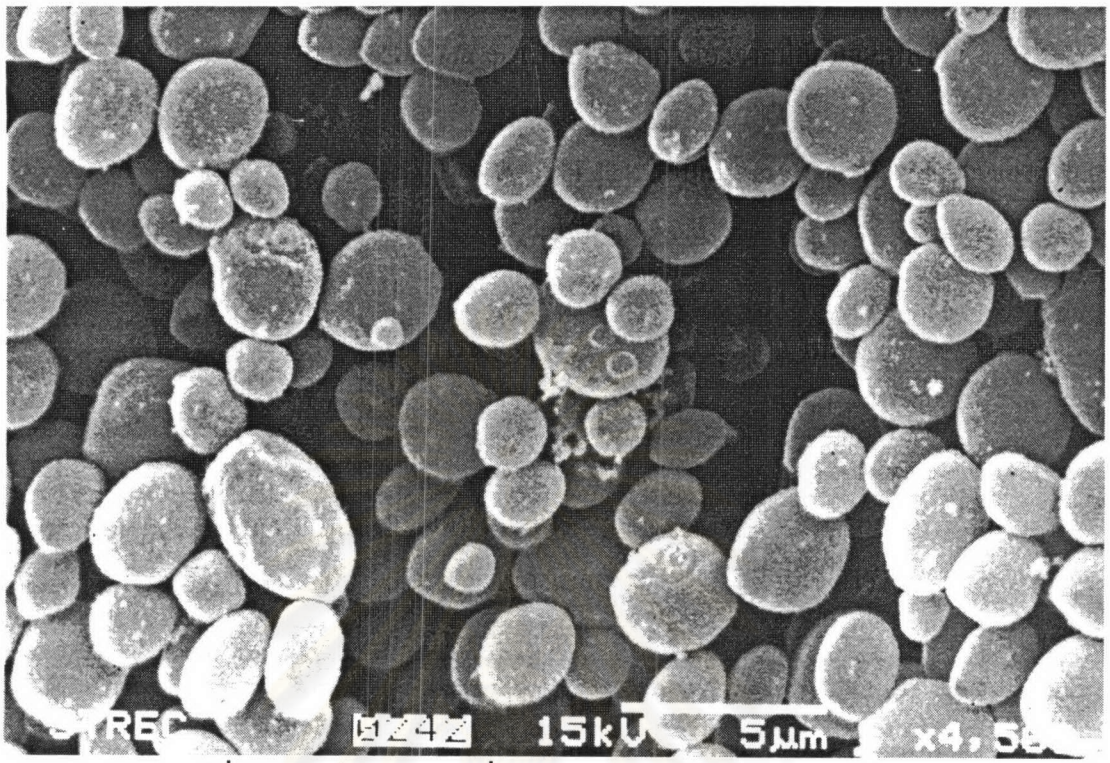
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



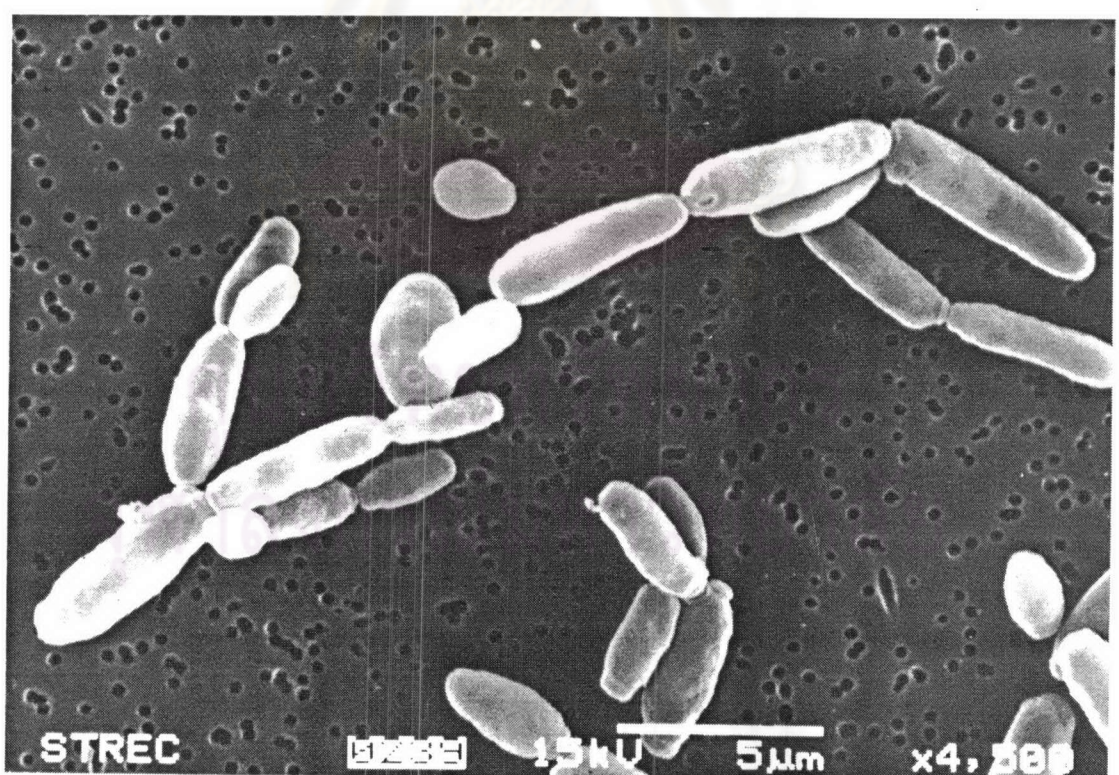
รูปที่ 4.1 เซลล์ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่กำลังขยายเพิ่มขึ้น 400X ย้อมด้วยสีย้อม Crystal Violet

4.5.2 **ศึกษาลักษณะโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด** (scanning election microscope) จากการศึกษา พบว่า เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อ YM50 บนอาหารแข็ง YM (YMPDA) จะได้เซลล์ของ YM50 ออกมามีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงไข่ หรือทรงรี อยู่รวมกันเป็นกลุ่มๆ แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อ YM50 บทอาหารเหลว YM (YMPDB) จะได้เซลล์ของ YM50 ออกมาลักษณะเป็นท่อนยาว เรียงต่อกันลักษณะคล้ายเส้นใยเทียม (pseudomycelium) เห็นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ เซลล์ยังมีความยาวมากกว่าเซลล์ที่เจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

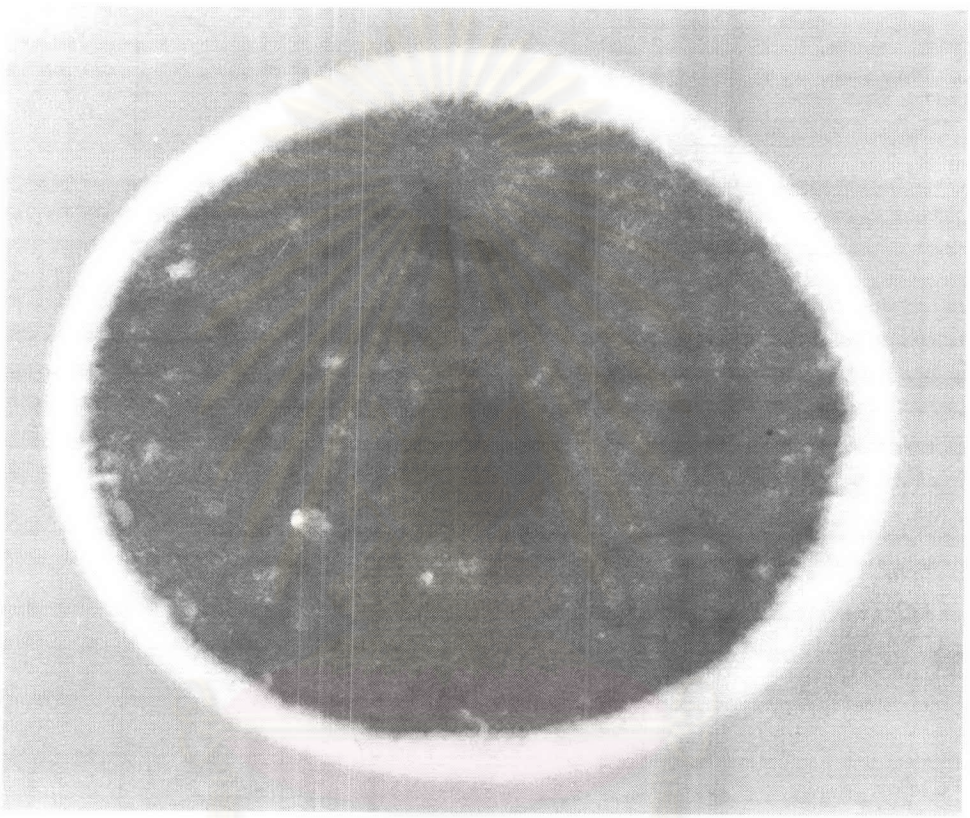


รูปที่ 4.2 เซลล์ของ YM50 ที่เจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA)



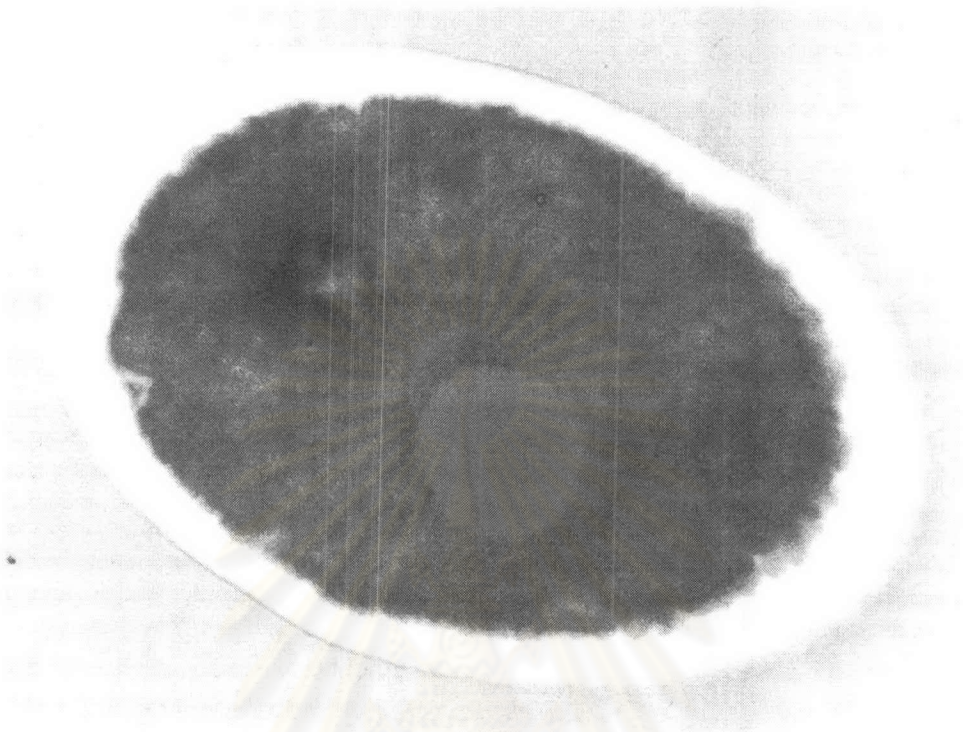
รูปที่ 4.3 เซลล์ของ YM50 ที่เจริญบนอาหารเหลว YM (YMPDB)

4.5.3 ศึกษาลักษณะโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope) จากการศึกษา พบว่าหลังจากที่เซลล์ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 เจริญในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสังเคราะห์ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ สีของไซโตพลาสซึมนั้นเข้มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 2



รูปที่ 4.4 ยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่เจริญในอาหารเหลว YM (YMPDB)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 ยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่เจริญในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่า

4.6 จำแนกชนิดของยีสต์ที่คัดเลือกได้

4.6.1 ศึกษาลักษณะของโคโลนีของยีสต์บนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ได้แก่ สีของโคโลนี การสร้างสีของโคโลนี ความวาว ขอบของโคโลนี จากการศึกษา พบว่า โคโลนีของยีสต์สายพันธุ์ YM50 เมื่อทำการเลี้ยงบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) หลังจากการเจริญ 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า โคโลนีของยีสต์จะมีสีขาวขุ่นถึงสีขาวนวล หรือเหลืองอ่อนถึงสีครีมอ่อน ผิวหน้าของโคโลนีจะมีรอยหยัก สลับกับบริเวณเรียบ โดยที่รอยหยักจะอยู่บริเวณตรงกลางของโคโลนี และยกตัวขึ้นสูงกว่าบริเวณโดยรอบ ไม่วาวแสง ส่วนบริเวณขอบของโคโลนีนั้นไม่เรียบ ไม่พบการยกตัวของขอบโคโลนีและการสร้างสีของโคโลนี

ส่วนการศึกษาการเจริญบนอาหารเหลว YM (YMPDB) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ยีสต์ YM50 หลังจากการเจริญ 3 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า เซลล์จะมีลักษณะรูปทรงแบบไข่ หรือยาวรี บางครั้งจะคล้ายไส้กรอกหรืออาจจะเกิดโค้งงอบ้าง ขนาดของเซลล์ประมาณ 2.5-4 x 7-15 ไมโครเมตร มีการสร้างเพลลิเคิลหรือเยื่อบางๆ บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยการเจริญนั้น จะเจริญที่ผิวหรือที่ส่วนบนของอาหารก่อน เมื่อเซลล์เกาะกลุ่มกันมากขึ้น จะจมตัวลงสู่ด้านล่างของอาหาร

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบกับรายงาน พบว่า มีความใกล้เคียงกับยีสต์สายพันธุ์ *Candida* sp. เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีลักษณะหลายๆ อย่างที่คล้ายกัน ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของ Strain YM50 กับ *Candida* sp.

คุณลักษณะ	YM50	*Candida* sp.*
1. สีของโคโลนี	ขาวขุ่นถึงเหลืองอ่อน	ขาวถึงเหลืองอ่อน
2. การสร้างสีของโคโลนี	ไม่มี	ไม่มี
3. ผิวหน้า	เรียบ เป็นรอยหยักตรงกลางโคโลนี ไม่วาว	เรียบ ไม่วาว
4. ขอบโคโลนี	เป็นรอยหยัก ไม่กลม	เป็นรอยหยัก ไม่กลม
5. รูปทรงของเซลล์	ไข่ ยาวรี หรือทรงไส้กรอก	กลม ไข่ รูปชมพู่ ยาวรี
6. การสร้างเส้นใย	พบแต่การสร้างเส้นใยเทียม	พบทั้งเส้นใยแท้และเทียม
7. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	ไม่พบ	ไม่พบ
8. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	แตกหน่อแบบหลายขั้ว	แตกหน่อแบบหลายขั้ว

*ที่มา The Yeasts : a taxonomic studies

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.2 การทดสอบทางชีวโมเลกุล (biochemistry) โดยการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ ทำการศึกษาด้วยระบบจัดจำแนกจุลินทรีย์ เอพีไอ (API test kit) ผลการศึกษาพบว่ายีสต์สายพันธุ์ที่ทำการศึกษานั้น มีความสามารถในการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.24 จากผลการศึกษาทางด้านสัณฐาน (morphology) ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และผลการศึกษาทางด้านชีวโมเลกุล ทำให้มีความเป็นไปได้สูงว่า ยีสต์สายพันธุ์ YM 50 นี้ เป็นยีสต์ใน genus Candida

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 กับ *Candida* sp.

Characteristics	**ปฏิกิริยาของ YM50**	**ปฏิกิริยาของ *Candida* sp.***
Assimilation of		
• Galactose	+	+ , Delay
• Actidione	-	N/A
• Saccharose	-	N/A
• N-acetyl-D-Glucosamine	-	-
• DL-lactate	+	+ , -
• L-arabinose	-	-
• Cellobiose	-	-
• Raffinose	-	-
• Maltose	-	-
• Trehalose	-	-
• 2-keto-D-Gluconate	-	-
• α-methyl-D-glucoside	-	-
• Sorbitol	-	N/A
• D-xylose	+	+ , -
• Ribose	-	-
• Glycerol	+	+ , -
• Rhamnose	-	-
• Palatinose	-	N/A
• Erythritol	-	-
• Melibiose	-	-

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 กับ *Candida* sp. (ต่อ)

Characteristics	ปฏิกิริยาของ YM50	ปฏิกิริยาของ *Candida* sp.*
• Glucuronate	-	-
• Melezitose	-	-
• Gluconate	-	+, -
• Levulinate	-	N/A
• Mannitol	+	+, Delay
• Lactose	-	-
• Inositol	-	-
• Glucose	+	+
• Sorbose	+	+, -
• Glucosamine	+	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย