บทที่ 3

ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งยีสต์ขนมปังเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ยีสต์ผง โดยเลือกใช้เกณฑ์การนับจำนวนเซลล์รอดชีวิตของยีสต์ขนมปังเป็นการวัดคุณภาพของยีสต์ขนมปัง(Baguena *et al.*,1991) ซึ่งวิธีมาตรฐานคือ Plate count method เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถทำได้ครั้งละจำนวนมาก ๆ รวมทั้งไม่มีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์เหมือนวิธีการอื่น แต่ก็ยังต้องใช้เวลาค่อนข้างนาน งานวิจัยนี้จึงสนใจวิธีการนับจำนวนเซลล์รอดชีวิตโดยใช้วิธีการ Methylene blue technique แทนวิธีการ Plate count method เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทราบผลรวดเร็ว มีขั้นตอนในการปฏิบัติการไม่ยุ่งยาก ใช้วัสดุอุปกรณ์น้อยกว่าวิธี Plate count method ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและข้อดีอีกประการหนึ่งของวิธี Methylene blue technique คือสามารถทราบจำนวนเซลล์ทั้งหมด คือทั้งจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตและจำนวนเซลล์ที่ไม่มีชีวิตในเวลาเดียวกันได้ ทำให้สามารถหาร้อยละการรอดชีวิตได้ ในขณะที่วิธีการ Plate count method จะทราบแต่จำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าแท้จริงแล้วมีจำนวนเซลล์ทั้งหมดอยู่เท่าใด แต่เนื่องจากวิธีการ Plate count method เป็นวิธีการมาตรฐานดังนั้นในเบื้องต้นของงานวิจัยนี้จึงจะศึกษาว่าวิธี Methylene blue technique มีความสัมพันธ์โดยตรงกับวิธี Plate count method หรือไม่

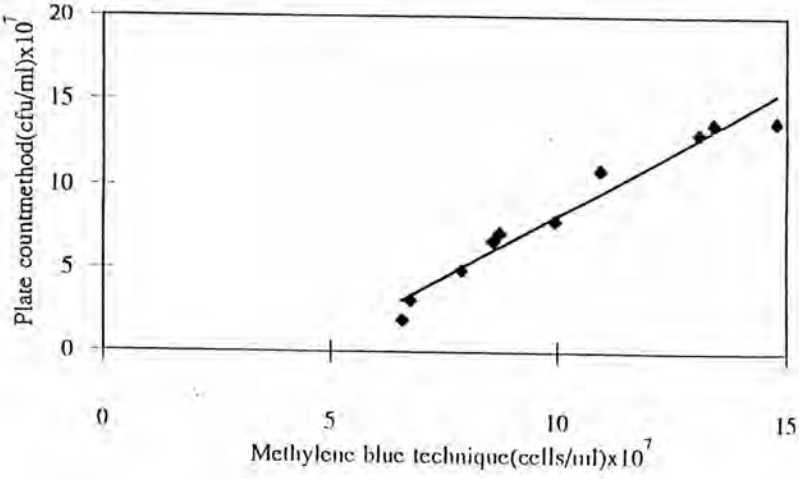
3.1 การหาความสัมพันธ์ของวิธีการนับจำนวนเซลล์ของยีสต์ที่รอดชีวิตระหว่างวิธี Methylene blue technique และ Plate count method

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.3 ได้เปรียบเทียบวิธีการทั้งสองในการนับจำนวนเซลล์จากตัวอย่างชนิดเดียวกัน ซึ่งได้แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนเซลล์ของยีสต์ SG1 ที่รอดชีวิตหลังจากผ่านความร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ โดยนับด้วยวิธี Methylene blue technique และ Plate count method

เวลาที่ยีสต์ได้รับความร้อน(นาที)	จำนวนเซลล์รอดชีวิต	
	Methylene blue technique(cells/ml)	Plate count method (cfu/ml)
0	1.48×10^8	1.38×10^8
5	1.34×10^8	1.37×10^8
10	1.31×10^8	1.31×10^8
15	1.09×10^8	1.09×10^8
20	9.93×10^7	7.85×10^7
25	8.73×10^7	7.10×10^7
30	8.60×10^7	6.70×10^7
35	7.90×10^7	4.85×10^7
40	6.78×10^7	3.14×10^7
45	6.60×10^7	1.90×10^7

จากตารางที่ 3.1 เมื่อนำไปเขียนแผนภาพการกระจายของข้อมูลจะได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของวิธีการนับจำนวนเซลล์ระหว่างวิธี Methylene blue technique และ Plate count method

จากรูปที่ 3.1 สามารถหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างวิธีการนับจำนวนเซลล์ด้วยวิธี Methylene blue technique และวิธี Plate count method คือ y = 1.4876x - 6.682 และให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) 0.9790 ซึ่งแสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างดียิ่งระหว่างวิธีการนับจำนวนเซลล์ทั้งสองแบบโดยประมาณ 96 % ของการแปรผันของจำนวนเซลล์ที่นับได้จากวิธี Plate count method เป็นผลเนื่องมาจากการมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับจำนวนเซลล์ที่นับได้จากวิธี Methylene blue technique ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การนับจำนวนเซลล์ด้วยวิธี Plate count method และ Methylene blue technique มีความสอดคล้องกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์การวัดคุณภาพยีสต์ขนมปังในเบื้องต้นโดยการใช้วิธี Methylene blue technique ต่อไป

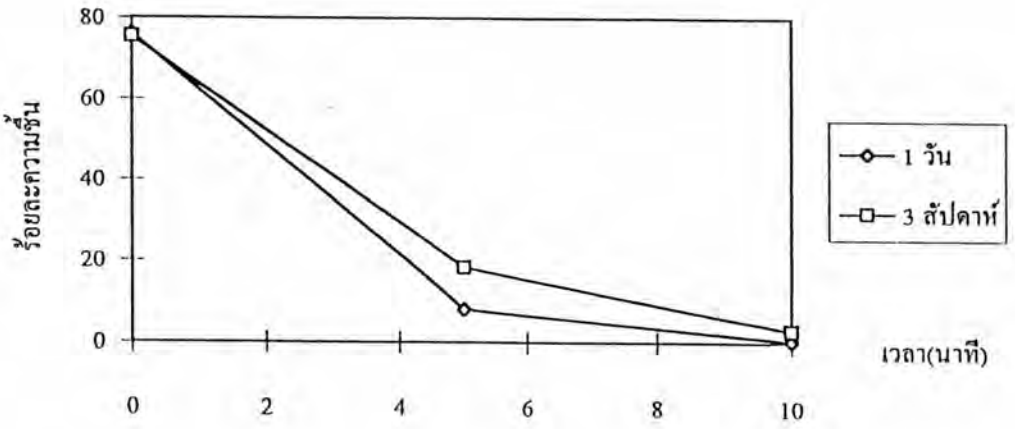
3.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บยีสต์สดก่อนนำมาผ่านกระบวนการอบแห้ง

ในกระบวนการผลิตยีสต์ขนมปังอบแห้งจะเป็นการนำยีสต์ขนมปังสดซึ่งได้จากกระบวนการหมักโดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนตามกระบวนการในภาคผนวก ก เป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักแล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนการแยกเซลล์ออกจากน้ำหมัก การล้างเซลล์เพื่อให้กากน้ำตาลที่ติดมากับเซลล์หมดไป รวมทั้งขั้นตอนที่ต้องลดความชื้นออกจากเซลล์ให้มีความชื้นอยู่ในระดับหนึ่งเพื่อความสะดวกในการขึ้นรูปยีสต์ในขั้นตอนการทำแห้ง เมื่อผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วจึงจะนำยีสต์สดที่ได้ไปเป็นวัตถุดิบในการอบแห้งได้ แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ มีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์ ที่ไม่สามารถทำการอบแห้งต่อเนื่องจากกระบวนการหมักยีสต์ขนมปังสดได้ จำเป็นต้องมีการเก็บยีสต์สดไว้ก่อนที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นภาวะที่หน่วงการแตกหน่อรวมทั้งป้องกันการเจริญของยีสต์ได้ (Hsu, Hoseney, and Seib, 1979) ดังนั้นจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบว่า ระยะเวลาในการเก็บยีสต์ขนมปังสดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีผลต่อการอบแห้งหรือไม่ โดยทำการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.4 ซึ่งได้แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบร้อยละความชื้นของยีสต์ SG1 ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์ที่มีอายุการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกันโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ทำแห้ง 0 - 7 เปอร์เซ็นต์ อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที โดยไม่ใช้สารใดใดเป็น สารเติมแต่งและ ขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปัง SG1 สดเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้นของยีสต์ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์เปียกที่มีอายุการเก็บ 1 วัน(%)				ร้อยละความชื้นของยีสต์ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์เปียกที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์(%)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0	76.08	76.24	76.11	76.14±0.09	75.27	75.31	75.28	75.29±0.02
5	8.55	7.43	8.52	8.17±0.64	18.19	18.08	18.37	18.21±0.15
10	0.57	0.36	0.43	0.45±0.11	2.50	3.26	2.92	2.89±0.38

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบร้อยละความชื้นที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วัน และยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ พบว่า ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วันก่อนการนำมาผ่านกระบวนการอบแห้ง มีร้อยละความชื้นลดลงเร็วกว่า ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ที่เวลาการอบแห้งเดียวกัน ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากรูปที่ 3.2 สำหรับการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกัน ได้กำหนดให้ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากได้มีรายงานไว้ว่า อินสแตนท์ แอคทีฟ ดราย ยีสต์ มีความชื้นอยู่ในช่วง 3 - 6 เปอร์เซ็นต์ (Pomper *et al.*, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด คือยีสต์ขนมปัง Fermipan ที่มีความชื้น 5.89 เปอร์เซ็นต์ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำการพยากรณ์เวลาที่ใช้ในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกันทั้ง 2 ชนิดโดยกำหนดให้มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 3.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นระหว่างการอบแห้งยีสต์ SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกันก่อนนำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง

จากการใช้การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 3.2 ซึ่งได้แสดงผลดังในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เวลาที่ใช้ในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกันก่อนผ่านกระบวนการอบแห้ง

ครั้งที่ทำการทดลอง	เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้น 6 % (นาที)	
	ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1วัน	ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์
1	5.37	7.70
2	4.96	8.21
3	5.16	8.01
เฉลี่ย	5.16 $\pm$ 0.21	7.97 $\pm$ 0.26

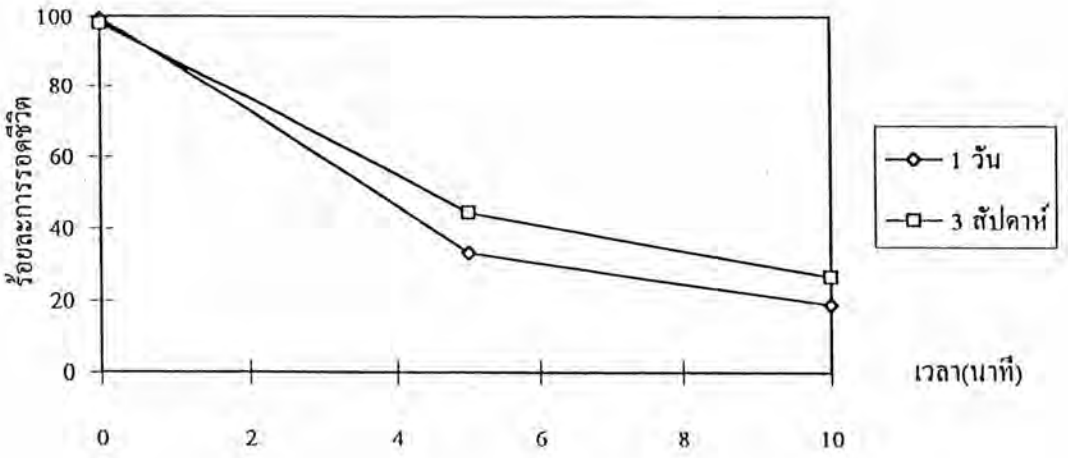
จากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่ายีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วัน เมื่ออบแห้งให้มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาโดยเฉลี่ย 5.16 นาที ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่ายีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ ที่ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 7.97 นาที ในส่วนของการเปรียบเทียบร้อยละ

การรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์สดที่มีอายุการเก็บต่างกัน ทำการศึกษาตามวิธีการในข้อ 2.4 จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์ที่มีอายุการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกันโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ทำแห้ง 0 - 7 เปอร์เซ็นต์ อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที โดยไม่ใช้สารใดใดเป็น สารเติมแต่งและขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปังSG1สดเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์เปียกที่มีอายุการเก็บ 1 วัน(%)				ร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ยีสต์เปียกที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์(%)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0	98.69	99.74	99.70	99.38$\pm$0.60	98.20	97.46	97.96	97.87$\pm$0.38
5	32.88	32.72	34.41	33.34$\pm$0.93	44.58	43.90	44.95	44.48$\pm$0.53
10	17.65	19.10	19.66	18.80$\pm$1.04	27.33	25.85	25.78	26.65$\pm$0.88

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วัน และ ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ พบว่ายีสต์ SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วันก่อนนำมาผ่านกระบวนการอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตน้อยกว่ายีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ที่เวลาการอบแห้งเดียวกันซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากรูปที่ 3.3 สำหรับการเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกันเมื่อผ่านกระบวนการอบแห้งแล้ว โดยกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ จะได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 3.5 ซึ่งได้ข้อมูลจากการประมาณโดยใช้ความสัมพันธ์แบบโพลิโนเมียลโดยความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้อบแห้งกับการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งของยีสต์ขนมปัง SG1ที่มีอายุการเก็บ 1 วัน คือ $y = 1.0108x^2 - 18.112x + 99.7$ และในกรณีของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ คือ $y = 0.6768x^2 - 13.986x + 97.96$



รูปที่ 3.3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งยีสต์ SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกันก่อนนำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง

ตารางที่ 3.5 ร้อยละของการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งจนได้ความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ยีสต์ SG1 ที่มีอายุการเก็บต่างกัน ก่อนผ่านกระบวนการอบแห้ง

ครั้งที่ทำการทดลอง	ร้อยละการรอดชีวิต(%)	
	ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 1 วัน	ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์
1	30.02	30.75
2	33.04	28.23
3	33.16	29.36
เฉลี่ย	32.07 ± 1.78	29.45 ± 1.26

จากตารางที่ 3.5 พบว่ายีสต์ขนมปังที่มีอายุการเก็บ 1 วันก่อนนำไปผ่านกระบวนการอบแห้งให้ร้อยละการรอดชีวิตสูงกว่า ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ โดยให้ร้อยละการรอดชีวิต 32.07 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์มีร้อยละการรอดชีวิต

29.45 เปอร์เซ็นต์หลังการอบแห้ง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ายีสต์สดที่มีอายุการเก็บที่สั้นกว่าเมื่อนำไปผ่านกระบวนการอบแห้งจะให้ร้อยละการรอดชีวิตที่สูงกว่ายีสต์สดที่มีอายุการเก็บนานกว่า และในการทดลองในขั้นต่อไปจะใช้ยีสต์สดที่มีอายุการเก็บสั้นก่อนนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง

3.3 ผลของสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆที่มีผลต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

ในกระบวนการอบแห้งยีสต์ขนมปังจำเป็นต้องมีการเติมสารเติมแต่งต่างๆเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาผลของสารเติมแต่ง 3 ชนิดคือ น้ำตาลซูโครส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส และ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท ต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง ว่าส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและร้อยละการรอดชีวิตหรือไม่ โดยได้ศึกษาผลของสารเหล่านี้ เมื่อใช้เพียงชนิดเดียว และเมื่อใช้สารเหล่านี้ร่วมกัน

3.3.1 ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง

3.3.1.1 ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

จากการทดลองได้ทำการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อใช้ยีสต์สดที่มีอายุการเก็บประมาณ 1 สัปดาห์ โดยใช้น้ำตาลซูโครสที่ปริมาณ 0 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่งโดยใช้ยีสต์ขนมปังสด จากการเลี้ยงตามวิธีการในภาคผนวก ก เป็นวัตถุดิบและใช้ภาวะในการอบแห้งจากข้อ 2.5.1 ซึ่งได้ผลการทดลองดังที่แสดงในตารางที่ 3.6 และจากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของความชื้น ระหว่างยีสต์ที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นสารเติมแต่งกับยีสต์ที่ไม่ใช้สารเติมแต่ง พบว่ายีสต์ที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นสารเติมแต่งจะมีการลดลงของความชื้นช้ากว่ายีสต์ที่ไม่ใช้เติมแต่งโดยเห็นได้ชัดเจนเมื่อกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน จากนั้นประมาณค่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง จากการถดถอยเชิงเส้นซึ่งยีสต์ที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารเติมแต่ง 0 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ใช้เวลาในการอบแห้ง 10.72 14.27 และ16.42 นาทีตามลำดับ

3.3.1.2 ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

จากการทดลองในวิธีการในข้อ2.5.1 โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งของยีสต์ขนมปังยีสต์ SG1 ที่เวลาต่าง ๆ จะได้ผลการทดลองในตารางที่ 3.7 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่กำหนดให้ความชื้นสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากการประมาณค่าด้วยการถดถอยเชิงเส้น พบว่า

ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นสารเติมแต่ง 0 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) จะมีร้อยละการรอดชีวิต 36.68 38.20 และ 49.98 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)จะให้ร้อยละการรอดชีวิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ SG1 เมื่อใช้น้ำตาลซูโครสที่ปริมาณต่าง ๆ เป็นสารเติมแต่งโดยอบแห้งยีสต์สดSG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตร ต่อ นาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปังSG1 สด เป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงความชื้นของยีสต์ SG1 (%)		
	ปริมาณซูโครส 0% (w/w)	ปริมาณซูโครส 5% (w/w)	ปริมาณซูโครส 10% (w/w)
0	75.28 ± 0.01	73.62 ± 0.13	73.51 ± 0.04
5	18.19 ± 1.63	34.15 ± 1.57	35.30 ± 1.75
10	7.50 ± 1.94	7.65 ± 0.37	8.90 ± 0.92
15	1.55 ± 0.45	4.17 ± 1.26	7.26 ± 0.96
20	1.11 ± 0.03	3.38 ± 0.41	4.58 ± 0.76

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 1

3.3.2 ผลของคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง

3.3.2.1 ผลของคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง

จากการทดลองได้ทำการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 โดยใช้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสที่ระดับปริมาณ 0 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่งซึ่งได้ใช้ภาวะในการอบแห้งตามวิธีการในข้อ 2.5.2 ซึ่งจะได้ผลการทดลองตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 เมื่อใช้น้ำตาลซูโครสที่ปริมาณต่าง ๆ เป็นสารเติมแต่ง โดยอบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในเวลาต่างๆด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตรา ปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง(นาที)	การเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิต(%)		
	ซูโครส 0%(w/w)	ซูโครส 5%(w/w)	ซูโครส 10%(w/w)
0	98.20 ± 0.21	97.88 ± 0.96	97.62 ± 0.82
5	48.46 ± 1.33	76.43 ± 1.11	84.18 ± 2.49
10	28.32 ± 0.89	49.63 ± 1.32	57.75 ± 1.54
15	26.53 ± 1.48	31.32 ± 1.05	53.67 ± 0.57
20	23.85 ± 0.37	29.00 ± 0.24	44.43 ± 1.70

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 2

ตารางที่ 3.8 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ SG1 เมื่อใช้ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส ที่ปริมาณต่าง ๆเป็นสารเติมแต่ง โดยอบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตรา ปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงความชื้น (%)		
	CMC 0%(w/w)	CMC 0.5%(w/w)	CMC 1.0%(w/w)
0	75.28 ± 0.01	75.32 ± 0.44	74.55 ± 0.09
5	18.19 ± 1.63	28.99 ± 0.66	31.66 ± 1.56
10	7.50 ± 1.94	12.49 ± 1.14	14.00 ± 0.18
15	1.55 ± 0.45	9.57 ± 0.50	10.34 ± 0.09
20	1.11 ± 0.03	3.64 ± 0.12	4.77 ± 0.86

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 3

เมื่อเปรียบเทียบความชื้นที่ลดลงระหว่างการอบแห้งของยีสต์ SG1 ที่ใช้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสเป็นสารเติมแต่งกับยีสต์ที่ไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่งพบว่าคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสส่งผลให้ยีสต์มีความชื้นลดลงช้ากว่ากรณีที่ไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่งซึ่งเมื่อกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ ประมาณค่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งด้วยการถดถอยเชิงเส้นจะได้ว่ายีสต์ที่ใช้ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 0 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง จะใช้เวลาในการอบแห้ง 10.72 16.71 และ 18.08 นาที ตามลำดับ

3.3.2.2 ผลของคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสต่อการเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิตในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.5.2 โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่ออบแห้งที่เวลาต่าง ๆ ดังที่แสดงผลไว้ในตารางที่ 3.9 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยการถดถอยเชิงเส้นโดยกำหนดค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่ายีสต์ที่มี คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 0 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่งมีร้อยละการรอดชีวิต 36.68 38.88

ตารางที่ 3.9 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 เมื่อใช้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส ที่ปริมาณต่าง ๆเป็นสารเติมแต่ง โดยอบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิต (%)		
	CMC 0%(w/w)	CMC 0.5%(w/w)	CMC 1.0%(w/w)
0	98.20 ± 0.21	97.83 ± 0.26	98.36 ± 0.20
5	48.46 ± 1.33	79.20 ± 1.50	85.59 ± 1.87
10	28.32 ± 0.89	59.10 ± 0.94	66.79 ± 1.49
15	26.53 ± 1.48	38.92 ± 0.30	45.21 ± 1.48
20	23.85 ± 0.37	33.58 ± 0.75	38.22 ± 0.27

หมายเหตุ ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 4

และ 41.76 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)จะให้ร้อยละการรอดชีวิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.3 ผลของซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท ต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง

3.3.3.1 ผลของซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท ต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

จากการทดลองได้ทำการอบแห้งยีสต์ SG1 โดยใช้ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท ที่ระดับปริมาณ 0 0.5 และ 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่งซึ่งได้ใช้ภาวะในการอบแห้งตามวิธีการในข้อ 2.5.3 ซึ่งจะให้ผลดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.10 เมื่อเปรียบเทียบความชื้นที่ลดลงระหว่างการอบแห้งของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ใช้ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท เป็นสารเติมแต่งกับยีสต์ที่ไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่งพบว่า ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท ส่งผลให้ยีสต์มีความชื้นลดลงเร็วกว่ากรณีที่ไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่งซึ่งเมื่อกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุด

ตารางที่ 3.10 ค่าเฉลี่ยของ การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ SG1 เมื่อใช้ ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท ที่ปริมาณต่าง ๆเป็นสารเติมแต่ง โดยอบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงความชื้น (%)		
	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 0 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 0.5 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)
0	75.28 $\pm$ 0.01	75.37 $\pm$ 0.04	75.25 $\pm$ 0.10
5	18.19 $\pm$ 1.63	9.04 $\pm$ 0.95	6.19 $\pm$ 0.59
10	7.50 $\pm$ 1.94	4.26 $\pm$ 0.85	2.54 $\pm$ 0.69
15	1.55 $\pm$ 0.45	0.47 $\pm$ 0.13	0.06 $\pm$ 0.02
20	1.11 $\pm$ 0.03	0.09 $\pm$ 0.04	0.02 $\pm$ 0.01

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 5

ท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ และประมาณค่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งด้วยการถดถอยเชิงเส้นจะพบว่ายีสต์ที่ใช้ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 0 0.5 และ 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง จะใช้เวลาในการอบแห้ง 10.72 7.45 และ 5.89 นาที ตามลำดับ

3.3.3.2 ผลของซอร์บิแทน โมโนโอลีเอทต่อการเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิตในการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.5.3 โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่เวลาในการอบแห้งต่าง ๆ จะได้ผลดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.11 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ซึ่งได้จากการประมาณค่าด้วยการถดถอยเชิงเส้นโดยกำหนดค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์เป็น 6 เปอร์เซ็นต์พบว่ายีสต์ขนมปัง SG1ที่มี ซอร์บิ แทน โมโนโอลีเอท 0 0.5 และ 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่งมีร้อยละการรอดชีวิต 36.68 46.53 และ 50.86 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) จะให้ร้อยละการรอดชีวิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3.11 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 เมื่อใช้ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท ที่ปริมาณต่าง ๆเป็นสารเติมแต่ง โดยอบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิต (%)		
	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 0 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 0.5 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)	ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)
0	98.20 ± 0.21	98.27 ± 0.04	98.51 ± 0.23
5	48.46 ± 1.33	41.79 ± 2.03	41.51 ± 2.08
10	28.32 ± 0.89	31.18 ± 0.95	32.72 ± 0.75
15	26.53 ± 1.48	30.66 ± 1.29	28.47 ± 0.44
20	23.85 ± 0.37	25.99 ± 0.37	23.62 ± 1.23

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งข้อมูลดิบแสดงในตาราง จ 6

3.3.4 <u>ผลของสารเติมแต่งชนิดและปริมาณต่าง ๆต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง</u>

จากผลการทดลองในข้อ 3.3.1 - 3.3.3 ได้แสดงให้เห็นว่าสารเติมแต่งทั้ง 3 ชนิดส่งผลต่อการเพิ่มร้อยละการรอดชีวิตของการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ดังนั้นจึงทำการทดลองโดยใช้น้ำตาลซูโครสปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) ซึ่งเป็นระดับที่สารเติมแต่งทั้งสามชนิดให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ผ่านมา โดยได้ทำการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.5.4 จะได้ผลการทดลองดังที่แสดงในตารางที่ 3.12 - 3.19

ตารางที่ 3.12 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นและร้อยละการรอดชีวิตเมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลม ที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตรโดยไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	76.98	75.61	76.30±0.97	99.81	99.03	99.42±0.55
3	49.63	47.28	48.46±1.66	93.37	91.79	92.58±1.12
6	18.40	19.16	18.78±0.54	64.65	60.70	62.68±2.79
9	7.56	6.45	7.01±0.78	29.42	27.23	28.33±1.55
12	6.49	5.51	6.00±0.69	27.54	25.93	26.74±1.14

ตารางที่ 3.13 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	75.64	75.59	75.62±0.04	98.00	97.04	97.52±0.68
3	48.41	50.37	49.39±1.39	86.67	83.34	85.01±2.35
6	28.28	32.11	30.20±2.71	76.60	80.73	78.67±2.92
9	13.79	15.26	14.53±1.04	66.96	64.11	65.54±2.02
12	12.60	11.62	12.11±0.69	64.25	61.75	63.00±1.77
15	10.30	10.68	10.49±0.27	41.66	45.93	43.80±3.02
18	4.08	6.29	5.19±1.56	40.44	43.16	41.80±1.92

ตารางที่ 3.14 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตรโดยมีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	75.08	75.44	75.26±0.25	97.34	95.35	96.35±1.41
3	25.22	23.93	24.58±0.91	60.88	59.09	59.99±1.27
6	2.30	1.17	1.74±0.80	35.41	37.34	36.38±1.36
9	1.19	0.60	0.90±0.42	30.18	32.86	31.52±1.90
12	0.06	0.03	0.05±0.02	28.47	31.94	30.21±2.45

ตารางที่ 3.15 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้ ซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	75.37	75.40	75.39±0.02	98.20	99.49	98.85±0.91
3	45.94	44.42	45.18±1.07	93.28	87.62	90.45±4.00
6	30.71	31.67	31.19±0.68	85.14	81.87	83.51±2.31
9	16.27	13.21	14.74±2.16	74.12	73.15	73.64±0.69
12	9.75	11.46	10.61±1.21	55.68	51.22	53.45±3.15
15	7.32	8.53	7.93±0.86	48.34	49.38	48.86±0.74

ตารางที่ 3.16 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้ ซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	76.62	76.89	76.76±0.19	98.24	99.37	98.81±0.80
3	45.87	47.92	25.40±1.45	85.61	89.74	87.68±2.92
6	6.78	8.10	7.44±0.93	40.12	36.15	38.14±2.81
9	5.59	3.72	4.66±1.32	24.67	21.89	23.28±1.97
12	2.17	1.24	1.71±0.66	21.84	17.10	19.47±3.35

ตารางที่ 3.17 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตรโดยใช้ซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	76.01	76.55	76.28±0.38	99.69	98.34	99.02±0.95
3	49.73	52.70	51.22±2.10	92.28	90.29	91.29±1.41
6	37.59	39.02	38.31±1.01	81.36	85.72	83.54±3.08
9	27.41	27.94	27.68±0.37	73.31	74.07	73.69±0.54
12	13.78	15.25	14.52±1.04	57.29	55.21	56.25±1.47
15	8.33	9.64	8.99±0.93	48.90	49.16	49.03±0.18
18	7.56	6.08	6.82±1.05	45.85	46.72	46.29±0.62

ตารางที่ 3.18 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	76.13	76.21	76.17±0.06	98.62	98.11	98.37±0.36
3	51.64	53.27	52.46±1.15	86.75	87.88	87.32±0.80
6	23.81	19.69	21.75±2.91	74.05	77.58	75.82±2.50
9	5.02	6.21	5.62±0.84	55.40	58.85	57.13±2.44
12	4.38	3.98	4.18±0.28	52.73	51.25	51.99±1.05

ตารางที่ 3.19 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น และร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ35 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้ ซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	ร้อยละความชื้น (%)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0	75.97	75.43	75.70±0.38	99.07	97.47	98.27±1.13
3	55.14	51.71	53.43±2.43	92.49	90.68	91.59±1.28
6	19.62	21.78	20.70±1.53	74.81	71.01	72.91±2.69
9	6.54	8.77	7.66±1.58	66.36	67.20	66.78±0.59
12	6.51	6.65	6.58±0.10	62.84	60.03	61.44±1.99

จากผลการทดลองดังในตารางที่ 3.12 - 3.19 เมื่อนำข้อมูลมาพยากรณ์เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และร้อยละการรอดชีวิตด้วยการถดถอยเชิงเส้น เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้น 6 เปอร์เซ็นต์จะให้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 3.20 ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยแผนการทดลองแบบ 2^3 แฟคทอเรียล ตามวิธีของ Yate's orgorithm และ normal probability plot (ภาคผนวก ค) พบว่าน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)(a) คาร์บอกซี เมทธิล เซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)(b)และ ซอร์บิแทน โมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ ·100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)(c) แต่ละชนิดมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)(c) จะส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในส่วนกรณีของน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)(a) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)(b) จะส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งยาวนานขึ้น โดยคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)จะส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 3.20 เวลาที่ใช้ในการอบแห้งและร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้น 6 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่	เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (นาที)			ร้อยละการรอดชีวิต (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1 (abc)	11.20	11.84	11.52 ± 0.45	62.73	59.30	61.02 ± 2.43
2 (bc)	10.16	10.12	10.14 ± 0.03	56.40	57.50	56.95 ± 0.78
3 (ac)	8.35	7.59	7.97 ± 0.54	34.16	34.12	34.14 ± 0.03
4 (c)	4.88	4.45	4.67 ± 0.30	50.37	53.82	52.10 ± 2.44
5 (ab)	18.79	18.60	18.70 ± 0.13	43.25	44.00	43.63 ± 0.53
6 (b)	16.48	15.77	16.13 ± 0.50	44.11	43.42	43.77 ± 0.49
7 (a)	15.64	16.32	15.98 ± 0.48	48.95	46.03	47.49 ± 2.06
8 (1)	11.36	10.77	11.07 ± 0.42	30.13	31.13	30.63 ± 0.71

หมายเหตุ : a = น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)

b = คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)

c = ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง)

ในส่วนของร้อยละการรอดชีวิตพบว่าปัจจัยที่มีผลที่ทำให้ยีสต์ขนมปัง SG1 มีร้อยละการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง คือ คาร์บอกซี เมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)(b) ผลร่วมของสารเติมแต่งทั้ง 3 ชนิด(abc) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิเมตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)(c) และผลร่วมระหว่างคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)กับซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิเมตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)(bc) และปัจจัยที่ส่งผลให้ร้อยละการรอดชีวิตมีค่าลดลงคือผลร่วมระหว่างน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)กับซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิเมตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)(ac)

จากการศึกษาสารเติมแต่งทั้งสามชนิดที่มีผลต่อร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 ที่ผ่านการอบแห้งพบว่าสารเติมแต่งทั้ง 3 ชนิด คือน้ำตาลซูโครส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส และซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท มีผลทำให้ร้อยละการรอดชีวิตสูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับยีสต์ SG1 ที่ไม่ใช้สารเติมแต่งใดใด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้สารเติมแต่งทั้ง 3 ชนิดด้วยกันซึ่งคงเนื่องมาจากสารเติมแต่งแต่ละชนิดมีสมบัติที่ส่งผลดีกับเซลล์ยีสต์ในการทำแห้งทั้งสิ้นโดยน้ำตาลซูโครสมีสมบัติในการป้องกันเซลล์อีกทั้งยังช่วยเร่งการผ่านของน้ำออกจากเซลล์ด้วย (Klein,1922) และ

คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส ได้มีรายงานว่าช่วยทำให้ร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปังดีขึ้น เพราะเป็นตัวควบคุมระดับการทำแห้งของยีสต์ในขั้นตอนการทำแห้งและจะป้องกันเยื่อหุ้มเซลล์จากแรงดันที่เนื่องมาจากการทำแห้ง (Aizawa *et al*,1968) ส่วนซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท ซึ่งเป็นสารเติมแต่งพวกสารลดแรงตึงผิวประเภทที่กินได้ (Edible surfactant) ซึ่งจะมีผลช่วยป้องกันเซลล์ยีสต์ เนื่องจากมีสมบัติคล้ายไขเป็นสารเคลือบเซลล์ภายนอกและมีคุณสมบัติที่ทำให้เซลล์ยีสต์กับสารป้องกันเซลล์ละลายกันได้ดีขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารป้องกันเซลล์ด้วย (Pomper *et al*, 1969)

3.4 ผลของอุณหภูมิและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ที่ถูกขึ้นรูปให้เป็นรูปทรงกระบอกต่อการอบแห้งยีสต์ขนมปัง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ถูกขึ้นรูป ในกระบวนการอบแห้งรวมทั้งอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ทำแห้ง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง ดังนั้นเพื่อศึกษาผลของปัจจัยดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

3.4.1 ผลของอุณหภูมิและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ที่ถูกขึ้นรูปให้เป็นทรงกระบอกต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.6 โดยศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง และผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ที่ใช้ในการขึ้นรูปยีสต์ทำขนมปัง SG1 จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งที่เวลาต่าง ๆ จะให้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 3.21 และ 3.22 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้น ระหว่างการอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อมีการขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กัน โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 30 องศาเซลเซียส จะได้เส้นโค้งการอบแห้ง(Drying curve) ดังที่แสดงในรูปที่ 3.4 โดยพบว่ายีสต์ขนมปัง SG1 ที่ขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นช้ากว่า ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร และยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ขึ้นรูปให้มีขนาด 0.3 มิลลิเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นเร็ว และ มากที่สุด

ในส่วนกรณีที่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 35 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างที่ทำการอบแห้งในเวลาต่าง ๆ เมื่อมีการขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดต่าง ๆ จะได้เส้นโค้งการอบแห้ง (Drying curve) ดังที่แสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับรูปที่3.4 และในกรณีที่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3.21 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ขึ้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 0.6 และ 1 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

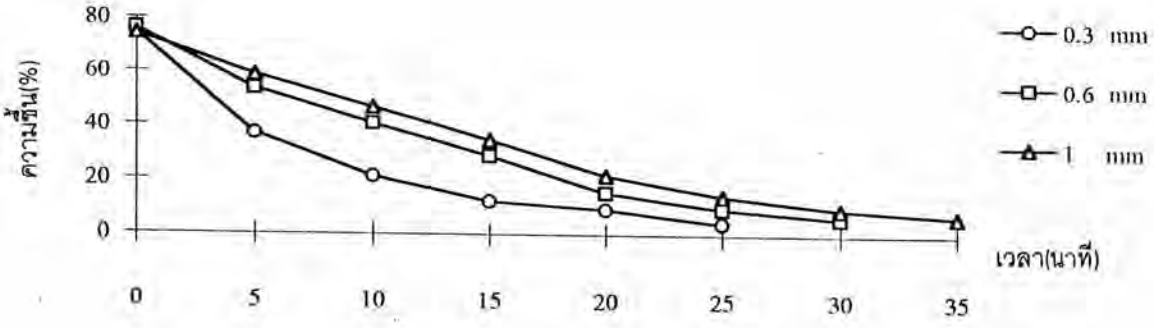
เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 (%)																	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร						เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร						เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร					
	อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C		อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C		อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0	74.47	74.51	74.88	74.61	75.48	75.50	76.23	75.97	74.82	74.60	74.57	74.61	74.08	74.13	75.15	74.82	75.33	75.27
5	35.39	38.17	25.14	22.04	15.75	13.73	54.04	53.13	50.63	48.50	22.42	24.35	58.41	59.27	58.62	55.78	31.79	32.83
10	21.70	20.13	6.88	5.71	4.10	4.19	39.68	41.23	26.67	28.38	5.76	6.47	45.56	47.82	43.18	39.91	9.43	8.75
15	12.97	10.65	4.73	4.13	1.90	0.81	28.83	28.00	11.45	13.44	2.20	2.27	35.38	33.56	29.70	31.30	3.62	2.18
20	8.33	9.48	2.56	1.89	-	-	14.19	15.73	6.77	8.46	-	-	20.03	22.79	17.49	19.33	-	-
25	4.42	3.63	-	-	-	-	8.24	10.06	-	-	-	-	14.00	13.61	10.25	11.60	-	-
30	-	-	-	-	-	-	5.51	6.22	-	-	-	-	8.71	9.60	5.00	7.86	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.10	7.24	-	-	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 3.22 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้น เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 0.6 และ 1 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซี เมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

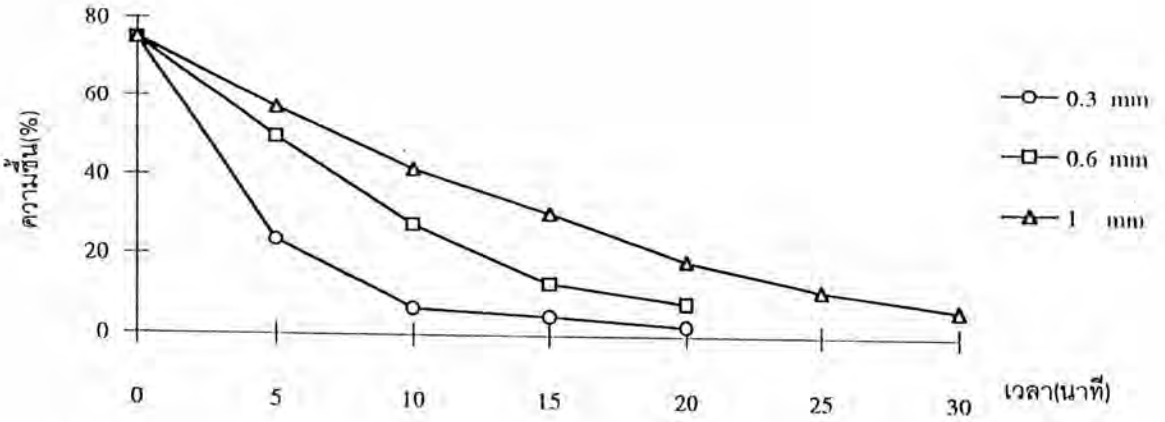
เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 (%)								
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร		
	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C
0	74.49 ± 0.30	74.75 ± 0.19	75.49 ± 0.01	76.10 ± 0.18	74.71 ± 0.16	74.59 ± 0.03	74.11 ± 0.04	74.99 ± 0.23	75.30 ± 0.04
5	36.78 ± 1.96	23.59 ± 2.19	14.74 ± 1.43	53.59 ± 0.64	49.57 ± 1.51	23.39 ± 1.36	58.84 ± 0.61	57.20 ± 2.01	32.31 ± 0.74
10	20.92 ± 1.11	6.30 ± 0.83	4.15 ± 0.06	40.46 ± 1.10	27.53 ± 1.21	6.12 ± 0.50	46.69 ± 1.60	41.55 ± 2.31	9.09 ± 0.48
15	11.81 ± 1.64	4.43 ± 0.42	1.36 ± 0.77	28.42 ± 0.59	12.45 ± 1.41	2.24 ± 0.05	34.47 ± 1.29	30.50 ± 1.13	2.90 ± 1.02
20	8.91 ± 0.81	2.23 ± 0.47	-	14.96 ± 1.09	7.62 ± 1.20	-	21.41 ± 1.95	18.41 ± 1.30	-
25	4.03 ± 0.56	-	-	9.15 ± 1.29	-	-	13.81 ± 0.28	10.93 ± 0.95	-
30	-	-	-	5.87 ± 0.50	-	-	9.16 ± 0.63	6.43 ± 2.02	-
35	-	-	-	-	-	-	6.67 ± 0.81	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลอง

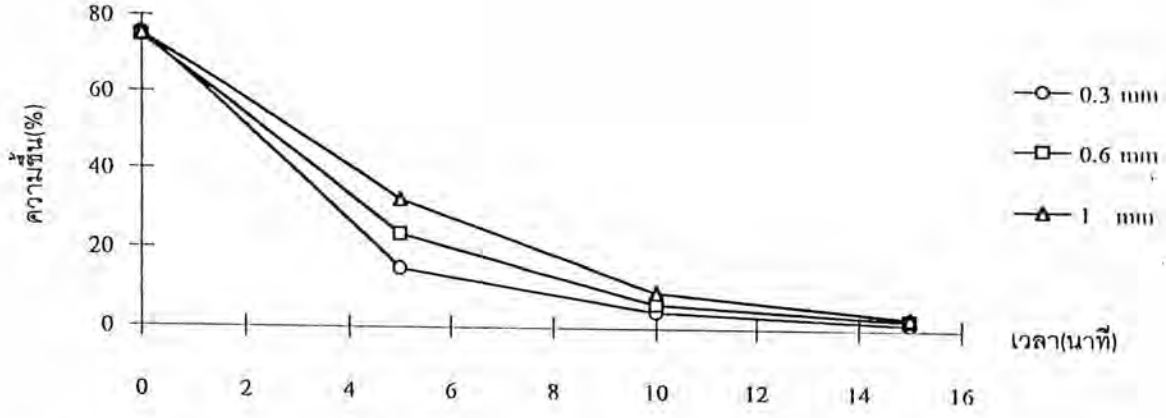


รูปที่ 3.4 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

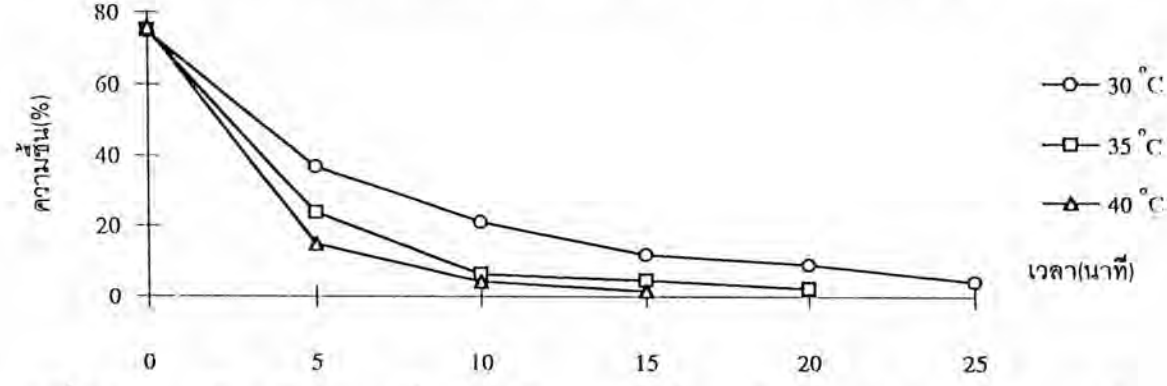
เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างทำการอบแห้ง เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆจะได้ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับรูปที่ 3.5 จากผลการทดลองดังกล่างสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีขนาดเส้น ผ่านศูนย์น้อยลงจะมีผลทำให้ยีสต์ขนมปัง SG1 แห้งได้เร็วขึ้นเมื่อทำการอบแห้งในภาวะเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยลง จะทำให้มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก การส่งผ่านน้ำออกสู่อากาศสามารถทำได้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับ ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ถูกขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ใหญ่กว่า เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 3.22 มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งของยีสต์ขนมปัง SG1 โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งต่างกัน ในขณะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ทำขนมปัง SG1 0.3 มิลลิเมตร จะได้เส้นโค้งการอบแห้ง(Drying curve)ดังรูปที่ 3.7 และจากรูปที่ 3.7 พบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 30 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งช้ากว่าเมื่ออบแห้งด้วยอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียสจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นเร็วที่สุดและเมื่อทำการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน แต่ขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร ได้ดังรูปที่ 3.8 จากรูปที่ 3.8 พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นมีลักษณะเดียวกับรูปที่ 3.7 และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้น ในทำนองเดียวกันโดยขึ้นรูปยีสต์ทำขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ 1.0 มิลลิเมตร จะได้ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งจะให้ผลการทดลองเป็นไปในลักษณะเดียวกับรูปที่ 3.8



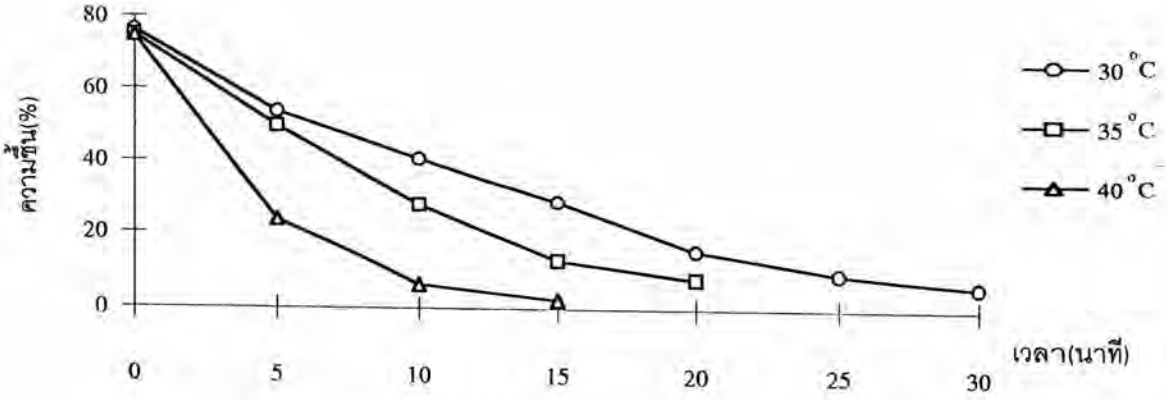
รูปที่ 3.5 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส



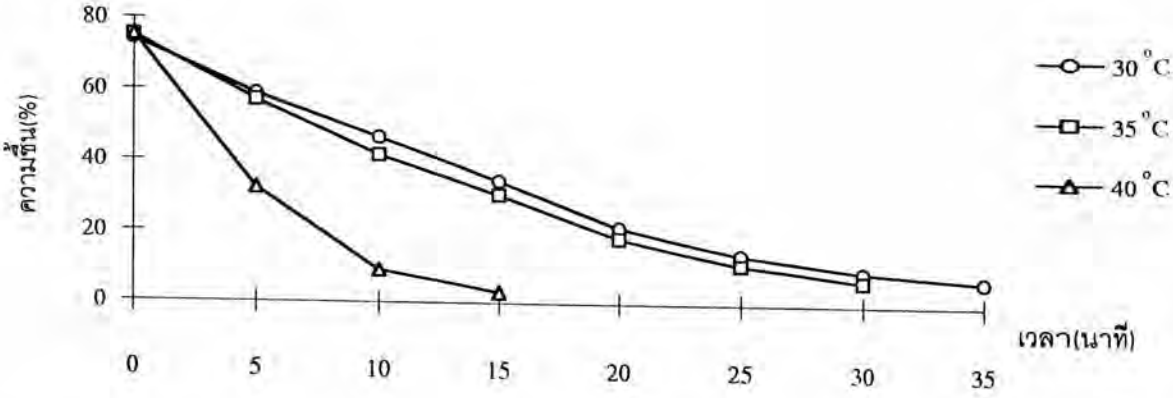
รูปที่ 3.6 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.7 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.8 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ชื้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.9 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ชื้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในการอบแห้งที่ระดับต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นพบว่า อุณหภูมิยิ่งสูงมากขึ้น จะทำให้การอบแห้งเร็วมากยิ่งขึ้น และในทางกลับกัน อุณหภูมิที่ต่ำลงจะทำให้การอบแห้งช้าลงด้วย เมื่อใช้ภาวะในการอบแห้งเดียวกัน และจากตารางที่ 3.21 เมื่อนำข้อมูลมาประมาณค่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ด้วยการถดถอยเชิงเส้น โดยกำหนดให้ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ จะได้เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 เวลาที่ใช้ในการอบแห้งยีสต์ SG1 ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ และใช้อุณหภูมิต่างกัน

เส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ขนมปัง(มม.)	อุณหภูมิ	เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง (นาที)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0.3	30	22.29	21.46	21.88 ± 0.59
	35	13.56	12.49	13.03 ± 0.76
	40	9.49	8.34	8.92 ± 0.81
0.6	30	30.16	32.44	31.30 ± 1.61
	35	21.01	22.96	21.93 ± 0.87
	40	10.43	10.70	10.57 ± 0.19
1.0	30	36.08	37.84	36.96 ± 1.24
	35	30.69	34.53	32.61 ± 2.72
	40	12.51	11.26	11.89 ± 0.88

จากตารางที่ 3.23 เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยแผนการทดลอง 3^2 แฟกทอเรียล ตามวิธีของ Yate's method (Box, Hunter and Hunter,1978; Montgomery,1991) (ภาคผนวก ค) พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและผลร่วมของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยพบว่าเมื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการอบแห้งสั้นที่สุด

3.4.2 <u>ผลของอุณหภูมิและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ที่ถูกขึ้นรูปให้เป็นทรงกระบอกต่อร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว</u>

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.6 โดยศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง และผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ที่ใช้ในการขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งที่เวลาต่าง ๆ จะให้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 3.24 และ 3.25 ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 3.25 เมื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งที่เวลาต่าง ๆ เมื่อทำการขึ้นรูปทำขนมปัง SG1 ในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กันโดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 30 องศาเซลเซียส จะแสดงการเปลี่ยน

ตารางที่ 3.24 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ชื้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 0.6 และ 1 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซี เมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 (%)																	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร						เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร						เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร					
	อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C		อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C		อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 35 °C		อุณหภูมิ 40 °C	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0	98.73	99.16	99.27	99.43	99.16	99.11	99.56	99.07	99.34	99.13	97.59	98.76	99.74	99.17	99.16	99.34	98.45	98.09
5	84.04	89.34	85.22	82.01	66.91	63.87	80.10	81.80	89.26	88.96	68.21	66.83	95.22	93.49	94.14	88.17	76.30	74.13
10	75.28	77.25	68.84	65.37	45.14	44.83	74.54	75.46	82.24	79.32	50.07	52.32	90.47	90.82	84.58	81.72	56.92	57.32
15	64.52	61.69	60.45	59.26	34.35	37.06	55.52	54.29	59.51	58.99	40.05	41.57	86.62	84.31	70.99	68.25	53.18	50.97
20	47.49	47.83	39.78	38.18	-	-	49.81	48.56	55.74	56.17	-	-	71.06	70.29	61.83	62.57	-	-
25	35.80	37.26	-	-	-	-	47.24	47.30	-	-	-	-	63.20	60.15	54.72	58.11	-	-
30	-	-	-	-	-	-	42.72	44.93	-	-	-	-	57.96	56.77	53.93	51.28	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.63	56.53	-	-	-	-

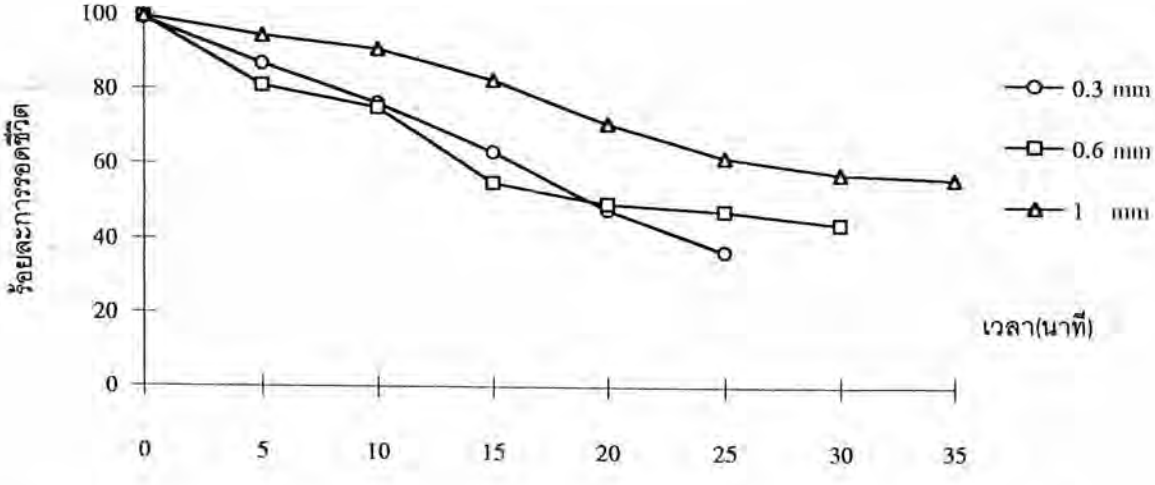
หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 3.25 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิต เมื่ออบแห้งยีสต์สด SG1 ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อัตราปริมาตรลม 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ 0 - 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นรูปให้ยีสต์ขึ้นเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 0.6 และ 1 มิลลิเมตร มีความยาว 0.1 - 0.3 เซนติเมตร โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซี เมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

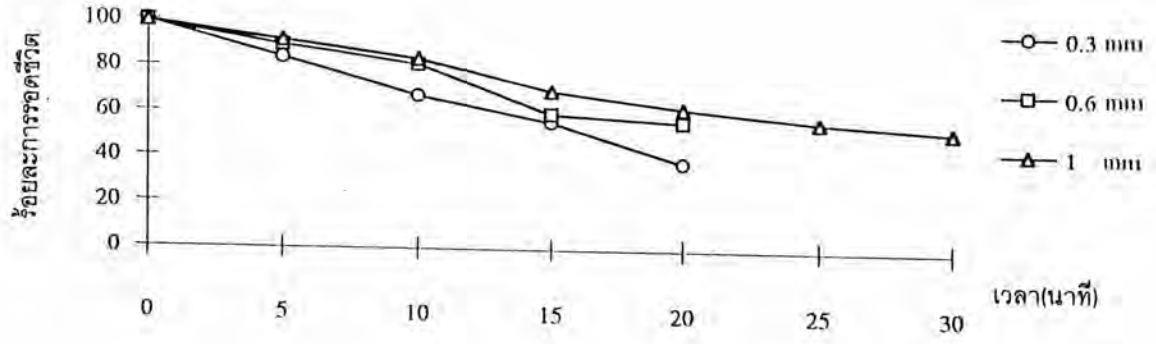
เวลาอบแห้ง (นาที)	การเปลี่ยนแปลงการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 (%)								
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร		
	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 35 °C	อุณหภูมิ 40 °C
0	98.95 ± 0.30	99.35 ± 0.11	99.14 ± 0.04	99.32 ± 0.35	99.24 + 0.15	98.18 ± 0.83	99.46 ± 0.40	99.25 ± 0.13	98.27 ± 0.25
5	86.69 ± 3.75	83.62 ± 2.27	65.39 ± 2.15	80.95 ± 1.20	89.11 + 0.21	67.52 ± 0.98	94.36 ± 1.22	91.16 ± 4.22	75.22 ± 1.53
10	76.27 ± 1.39	67.11 ± 2.45	44.83 ± 0.22	75.00 ± 0.65	80.78 + 2.06	51.20 ± 1.59	90.65 ± 0.25	83.15 ± 2.02	57.12 ± 0.28
15	63.11 ± 2.00	59.86 ± 0.84	35.71± 1.92	54.91 ± 0.87	59.25 + 0.37	40.81 ± 1.07	82.47 ± 2.61	69.62 ± 1.94	52.08 ± 1.56
20	47.66 ± 0.24	38.98 ± 1.13	-	49.19 ± 0.88	55.96 + 0.30	-	70.68 ± 0.54	62.20 ± 0.52	-
25	36.53 ± 1.03	-	-	47.27 ± 0.04	-	-	61.68 ± 2.16	56.42 ± 2.40	-
30	-	-	-	43.83 ± 1.56	-	-	57.37 ± 0.84	52.61 ± 1.87	-
35	-	-	-	-	-	-	56.08 ± 0.64	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลอง

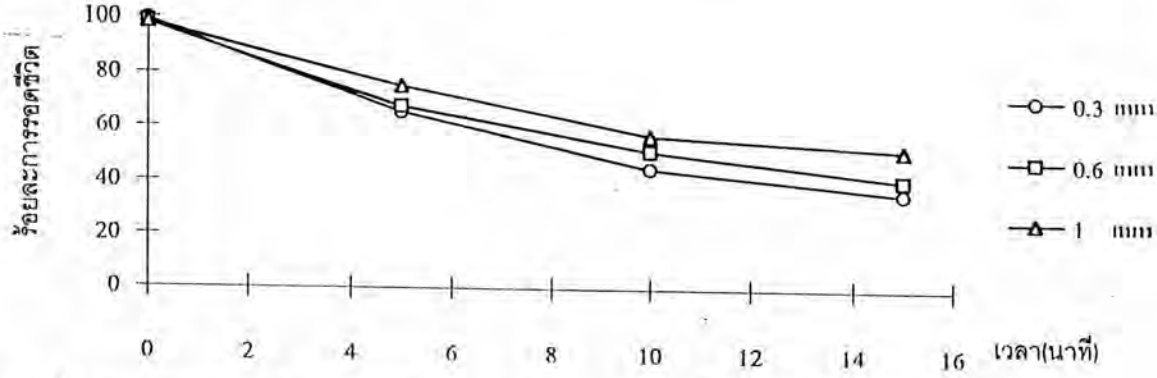
แปลงร้อยละการรอดชีวิตดังรูปที่ 3.10 ซึ่งพบว่าเมื่อขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตน้อยกว่าเมื่อขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปัง SG1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 และ 0.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 35 องศาเซลเซียส ขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปัง SG1ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กันการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตจะเป็นดังรูปที่ 3.11 โดยพบว่ายีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 และ 1.0 มิลลิเมตร โดยยีสต์ขนมปัง SG1 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตน้อยที่สุด เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียส โดยขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปัง SG1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ กันเมื่อเปรียบเทียบในการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งจะเป็นดังรูปที่ 3.12 ซึ่งจากรูปที่ 3.12 จะให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตไปในทางเดียวกับรูปที่ 3.11 จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีผลทำให้เพิ่มร้อยละการรอดชีวิตเมื่ออบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ในภาวะเดียวกัน เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 3.25 มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตระหว่างการอบแห้งที่เวลาต่าง ๆ โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งต่างกัน เมื่อทำการขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร จะได้การเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 3.13



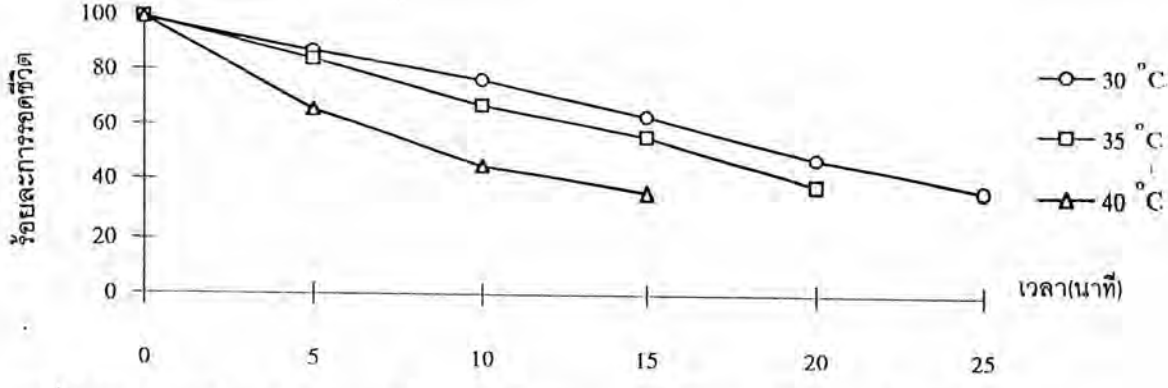
รูปที่ 3.10 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.11 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

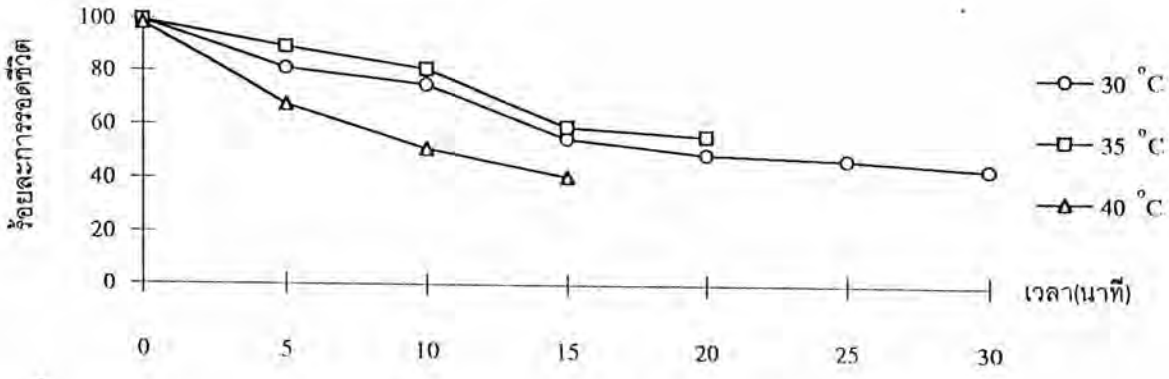


รูปที่ 3.12 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



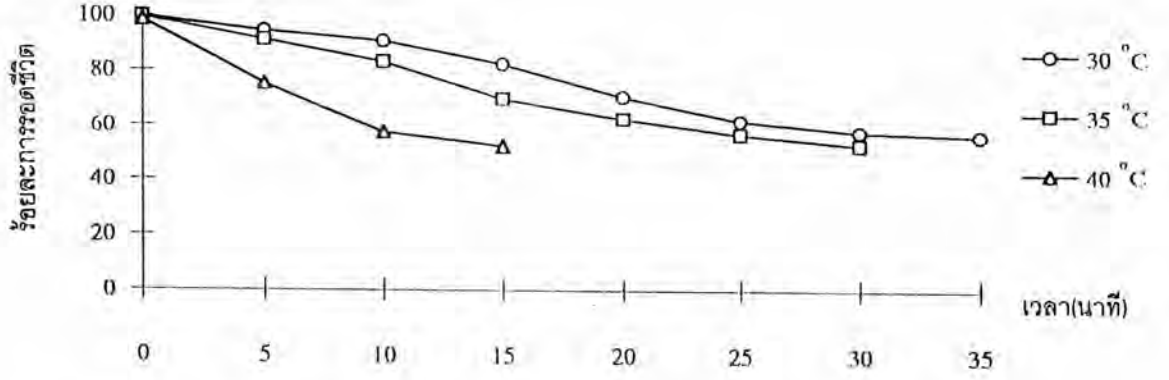
รูปที่ 3.13 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขึ้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร

จากรูปที่ 3.13 พบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียสมีร้อยละการรอดชีวิตต่ำกว่าเมื่อทำการอบแห้งยีสต์ทำขนมปัง SG1 ที่อุณหภูมิ 35 และ 30 องศาเซลเซียสตามลำดับ และในทำนองเดียวกัน เมื่อขึ้นรูปยีสต์ทำขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร โดยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน จะให้ผลดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ชื้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร

จากรูปที่ 3.14 จะให้ผลในลักษณะเดียวกับ รูปที่ 3.13 และในกรณีเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิต เมื่อขึ้นรูปยีสต์ขนมปัง SG1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร จะให้ผลดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ขณะอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปยีสต์ชื้นให้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร

จากรูปที่ 3.15 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียสจะมีร้อยละการรอดชีวิตต่ำกว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 35 และ 30 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 3.13 และ 3.14 จากการเปรียบเทียบต่าง ๆ ดังกล่าว พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้ยีสต์ขนมปัง SG1 มีการตายเพิ่มมากขึ้นไปด้วย เมื่อใช้ภาวะในการอบแห้ง อื่น ๆ เดียวกัน และจากตารางที่ 3.24 เมื่อนำข้อมูลมาประมาณค่าร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งด้วยการถดถอยเชิงเส้น โดยกำหนดให้ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ จะได้ร้อยละการรอดชีวิตดังที่แสดงผลในตารางที่ 3.26

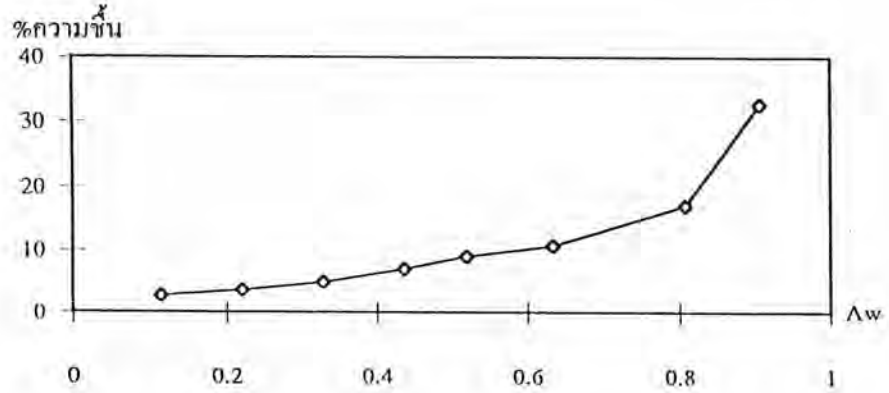
ตารางที่ 3.26 ร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ SG1 ที่ผ่านการอบแห้ง โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ และใช้อุณหภูมิต่างกัน

เส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ขนมปัง(มม.)	อุณหภูมิ	ร้อยละการรอดชีวิต		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
0.3	30	43.43	45.32	44.38 $\pm$ 1.34
	35	57.53	58.68	58.11 $\pm$ 0.81
	40	49.17	53.88	51.53 $\pm$ 3.33
0.6	30	39.88	38.03	38.96 $\pm$ 1.31
	35	53.28	50.09	51.69 $\pm$ 2.26
	40	50.75	51.29	51.02 $\pm$ 0.38
1.0	30	53.55	51.11	52.33 $\pm$ 1.73
	35	50.32	46.07	48.20 $\pm$ 3.01
	40	55.71	57.44	56.58 $\pm$ 1.22

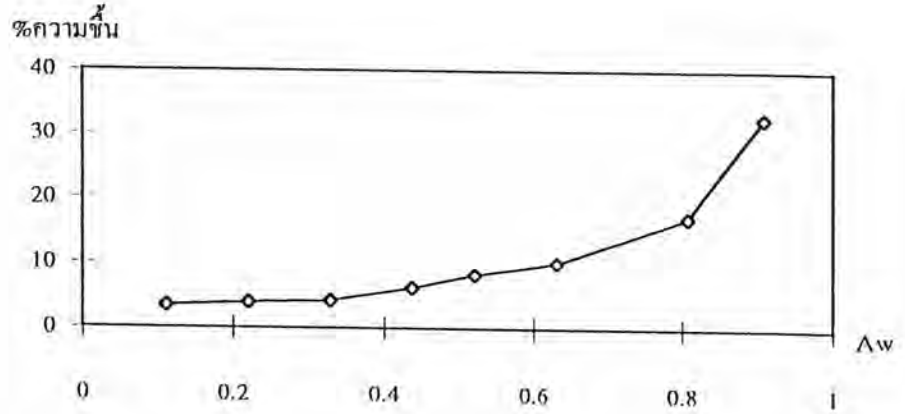
จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้แผนการทดลอง 3^2 แฟคทอเรียล ด้วยวิธีการของ Yate's method (Box,Hunter and Hunter,1978; Montgomery, 1991) พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ขนมปัง SG1 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและผลร่วมของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของยีสต์ขนมปังSG1 กับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง มีผลต่อร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยพบว่าเมื่อขึ้นรูปให้ยีสต์ขนมปัง SG1มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร และใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 35 องศาเซลเซียส เป็นภาวะที่ทำให้ยีสต์ทำขนมปัง SG1 มีร้อยละการรอดชีวิตสูงสุดเมื่ออบแห้งด้วยภาวะเดียวกัน

3.5 การศึกษาแอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของยีสต์ขนมปังอบแห้ง

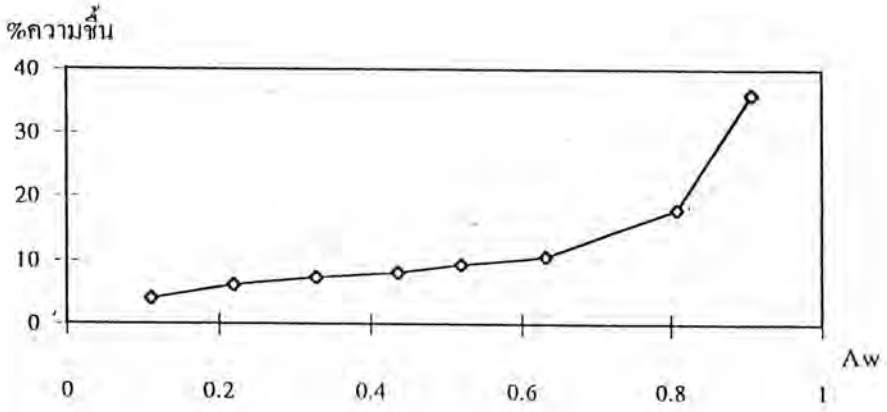
เมื่อทำการอบแห้งยีสต์ทำขนมปัง SG1 จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ยีสต์แห้งแล้ว จำเป็นต้องหาภาวะที่เหมาะสมในการเก็บผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีคุณภาพที่คงตัวอยู่ยาวนาน โดยข้อมูลที่จำเป็นในการเลือกภาวะที่เหมาะสมในการเก็บคือ ข้อมูลด้านแอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาเส้นโค้งไอโซเทอม โดยใช้ยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้สารเติมแต่งแตกต่างกัน 8 สูตร ตามวิธีการในข้อ 2.7 ซึ่งผลการทดลองจากวิธีดังกล่าวจะให้รูปร่างของเส้นโค้งไอโซเทอมดังรูปที่ 3.16 - 3.23 จากรูปร่างของเส้นโค้งแอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์แห้งทั้ง 8 ชนิด พบว่าเป็นรูปร่างแบบ S - shape หรือ sigmoid curve ซึ่งเป็นรูปร่างโดยทั่วไปของเส้นโค้งไอโซเทอม จากรูปดังกล่าว สามารถบอกได้ว่ายีสต์ทำขนมปัง SG1 อบแห้งเป็นพวกที่มีความไวต่อความชื้น (hygroscopic) ทั้งนี้เพราะเมื่อสังเกตจากลักษณะเส้นโค้งความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์ จะเพิ่มขึ้นทีละน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับต่ำกว่าประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในทุกสูตรที่ใช้สารเติมแต่งต่างกัน จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนเสียความคงตัวและโดยปกติความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ภาวะปกติ จะมีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นภาวะที่ผลิตภัณฑ์ไม่มีความคงตัว จึงจำเป็นต้องมีการจัดเก็บที่เหมาะสม



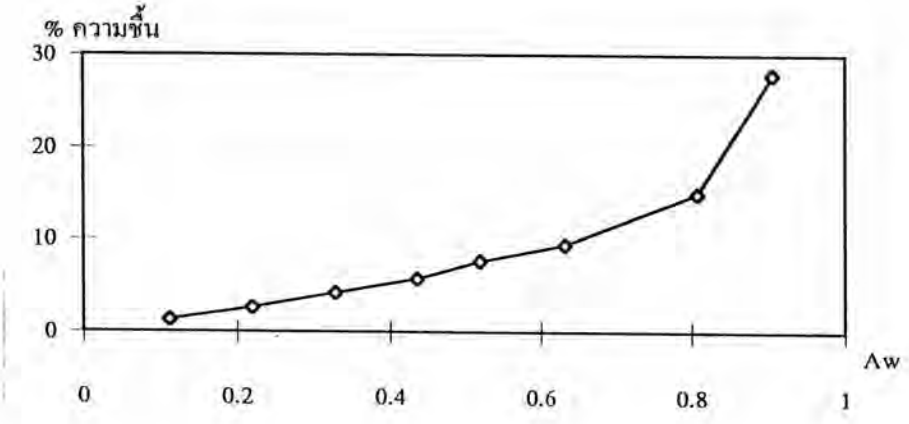
รูปที่ 3.16 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่ง



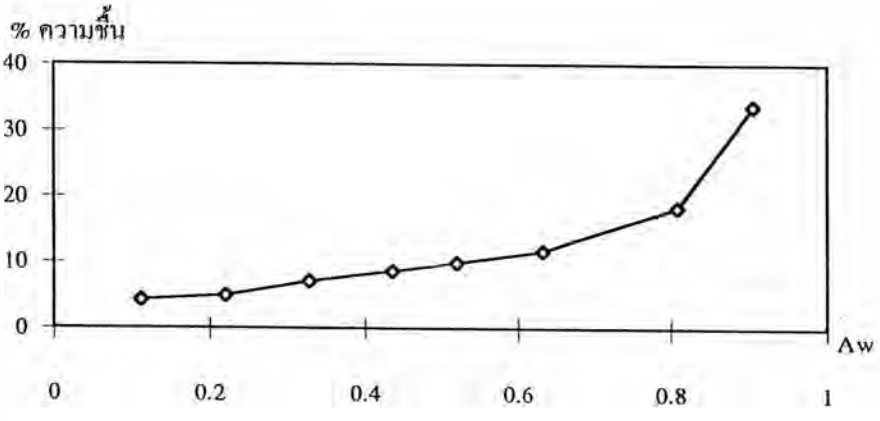
รูปที่ 3.17 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



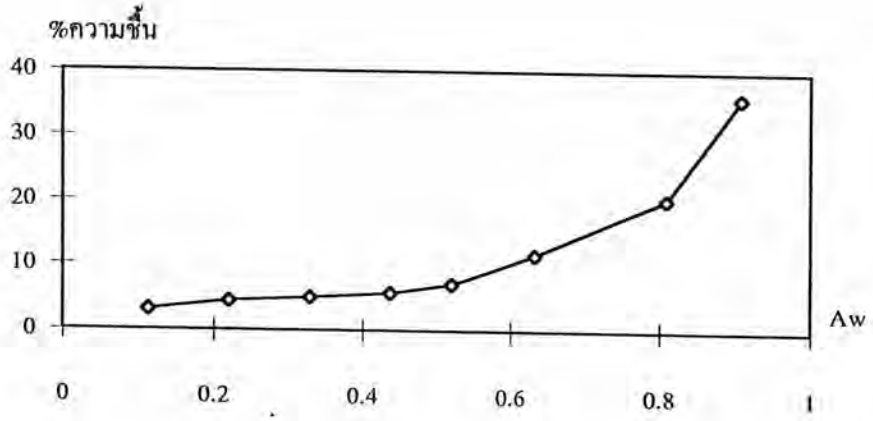
รูปที่ 3.18 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง)เป็นสารเติมแต่ง



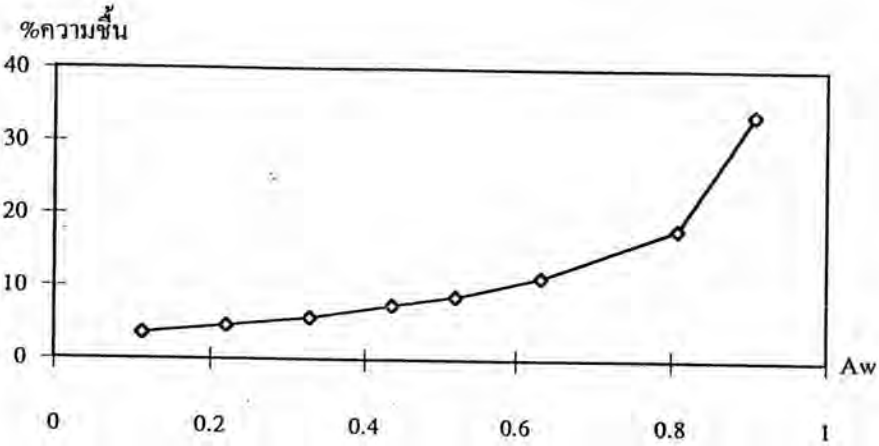
รูปที่ 3.19 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตร ต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



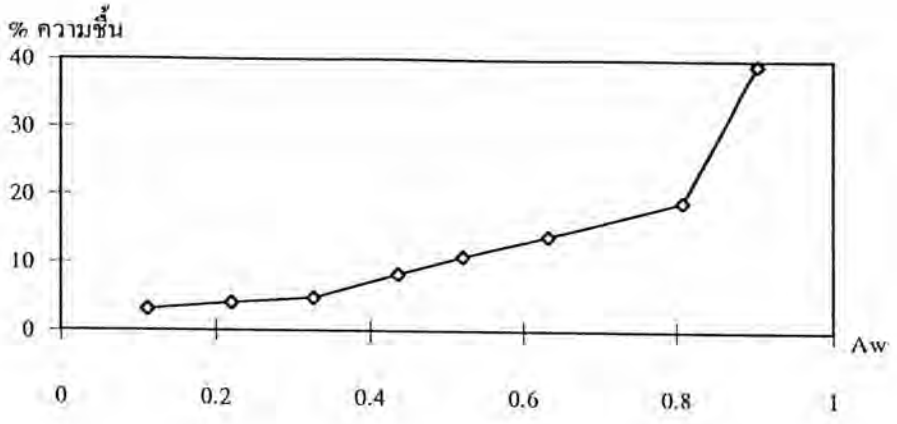
รูปที่ 3.20 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตร ต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



รูปที่ 3.21 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

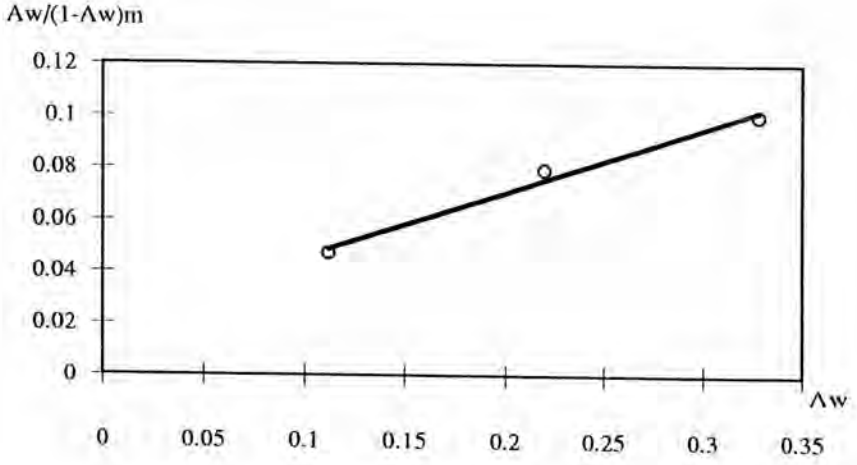


รูปที่ 3.22 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

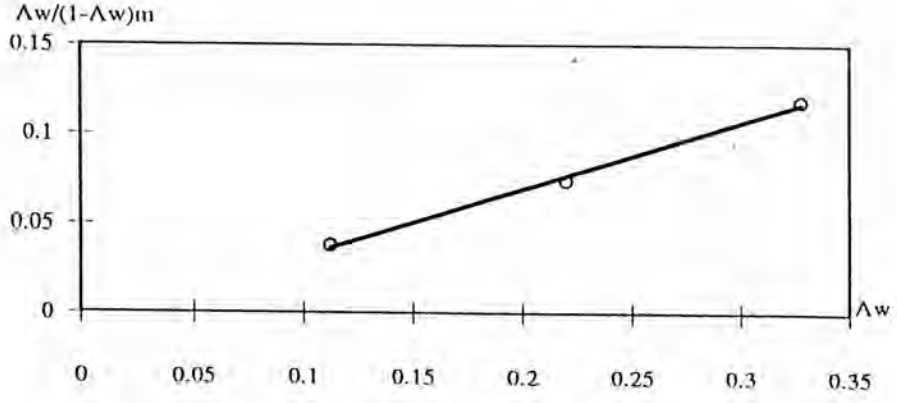


รูปที่ 3.23 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

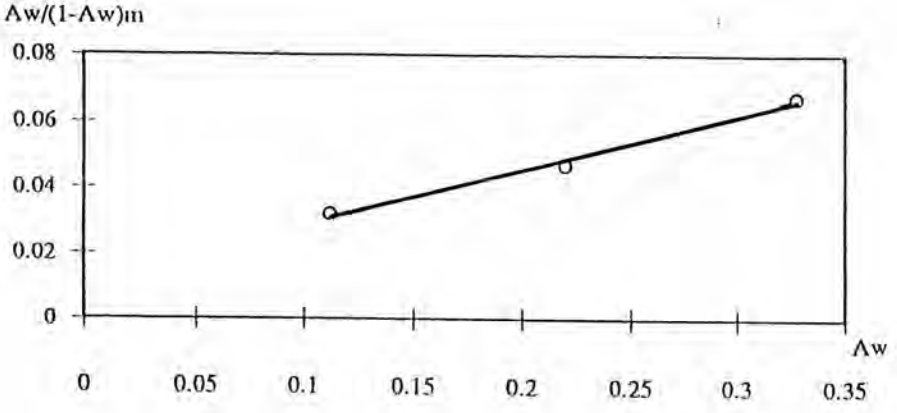
เมื่อนำข้อมูล แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม บางส่วนไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Aw และ 1/(1-Aw)m เป็นกราฟ BET ดังแสดงในรูปที่ 3.24 - 3.31



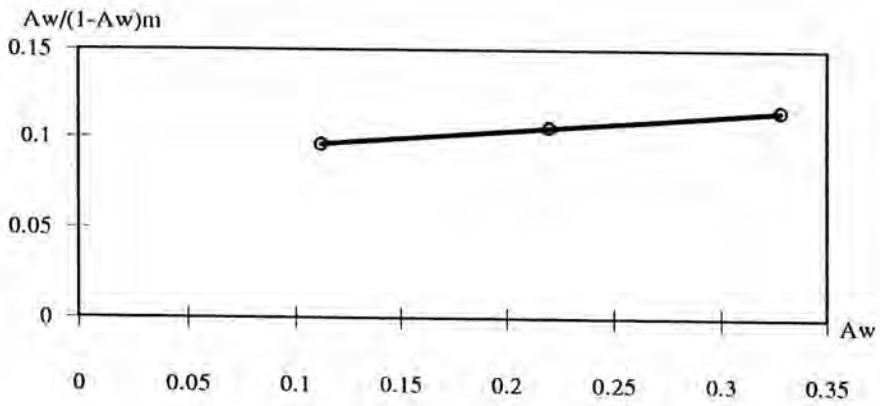
รูปที่ 3.24 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้สารใดใดเป็นสารเติมแต่ง



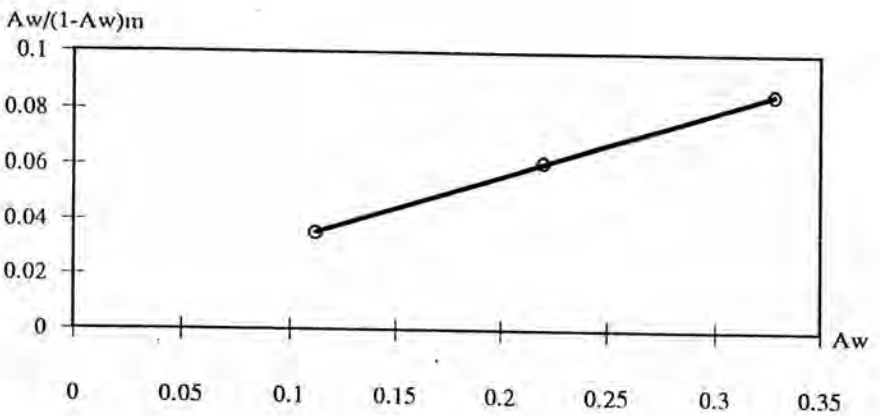
รูปที่ 3.25 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



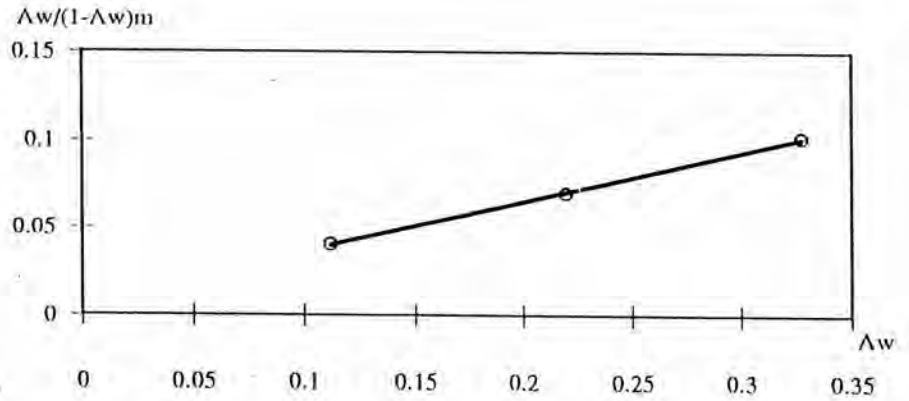
รูปที่ 3.26 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



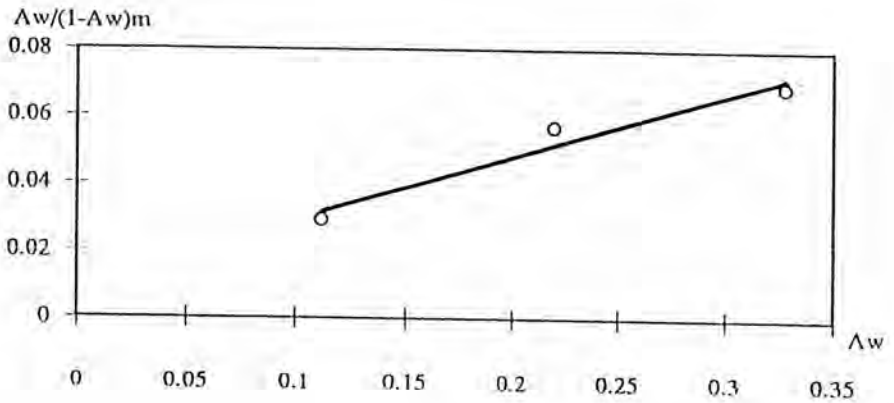
รูปที่ 3.27 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



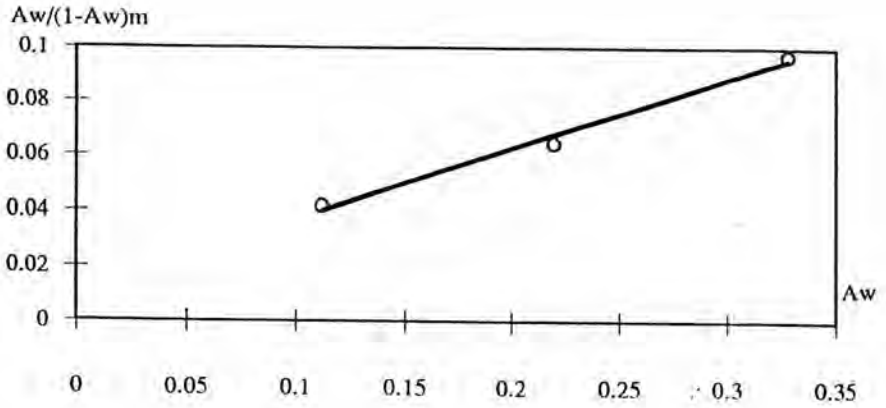
รูปที่ 3.28 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



รูปที่ 3.29 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



รูปที่ 3.30 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้ ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และ คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง



รูปที่ 3.31 adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ของยีสต์ขนมปัง SG1 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) ซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง) และคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส1เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) เป็นสารเติมแต่ง

จากกราฟ BET ที่ได้จะนำมาคำนวณตามวิธีการในภาคผนวก ง เพื่อหาค่าปริมาณ monolayer water ซึ่งจะได้ค่าดังที่แสดงผลไว้ ในตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.27 ค่า monolayer water ของยีสต์ขนมปังอบแห้งเมื่อใช้สารเติมแต่งต่างชนิดกัน

สูตรที่	ค่า monolayer water (กรัมน้ำต่อกรัมยีสต์ (น้ำหนักแห้ง))
1 (abc)	3.44
2 (bc)	4.12
3 (ac)	5.13
4 (c)	5.68
5 (ab)	3.75
6 (b)	2.73
7 (a)	5.68
8 (1)	3.74

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้แผนการทดลอง 2^3 แฟคทอเรียล ตามวิธีการของ Yate 's algorithm และ normal probability plot (Box, Hunter and Hunter, 1978 ; Montgomery,1991) (ภาคผนวก ค) พบว่า สารเติมแต่งทั้ง 3 ชนิดคือ น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(เทียบโดยน้ำหนักแห้ง) และซอร์บิแทนโมโนโอลีเอท 1 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมยีสต์(น้ำหนักแห้ง)ไม่ส่งผลต่อค่า monolayer water ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

3.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นและร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บรักษายีสต์ขนมปังอบแห้งในบรรยากาศต่าง ๆ

จากการศึกษาข้อมูลด้านแอดซอร์พชันไอโซเทอมของยีสต์ขนมปังSG1อบแห้งที่ผ่านมาพบว่ายีสต์ขนมปังSG1อบแห้งเป็นพวกที่มีความไวต่อความชื้น(hygroscopic) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้ให้อยู่ในภาวะเหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการเกิดออกซิเดชัน

3.6.1 การเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งโดยไม่ใช้ภาชนะบรรจุ

จากการอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 ตามวิธีการในข้อ 2.8.1 จะได้ความชื้นของยีสต์ขนมปังอบแห้ง 6.78 เปอร์เซ็นต์ ได้ร้อยละการรอดชีวิต 60.38 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำยีสต์ดังกล่าวใส่ในภาชนะปิดที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นและร้อยละการรอดชีวิต เมื่อเวลาผ่านไป 0 7 15 30 45 และ 60 วัน จะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.28 และตารางที่ 3.29 จากตารางที่ 3.28 พบว่าร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปังอบแห้งเมื่อปล่อยให้สัมผัสกับบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเมื่อสัมผัสบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 52 เปอร์เซ็นต์ และบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 71 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นมากที่สุด จากผลการทดลองดังกล่าวเห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงมากขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงขึ้นด้วยเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้เป็นพวกที่มีความไวต่อความชื้น

จากตารางที่ 3.29 เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปังSG1อบแห้งเมื่อปล่อยให้สัมผัสกับบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่าง ๆ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นร้อยละการรอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงในทุกภาวะที่เก็บและเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อปล่อยให้อยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่าง ๆ กันพบว่า

ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 71 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งมีการตายสูงกว่าที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 52 และ 33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อใช้เวลาในการเก็บเท่ากัน

ตารางที่ 3.28 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยไม่ใช้ภาชนะบรรจุและเก็บไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละความชื้น(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	5.78	5.78	5.78
7	5.81	10.54	15.33
15	5.87	11.19	15.45
30	5.93	11.64	15.49
45	5.94	11.64	16.41
60	5.91	11.87	16.62

ตารางที่ 3.29 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยไม่ใช้ภาชนะบรรจุและเก็บไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละการรอดชีวิต(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	60.38	60.38	60.38
7	54.91	50.56	41.98
15	50.73	44.30	34.53
30	46.60	40.72	27.45
45	40.33	38.97	24.37
60	37.79	34.11	20.36

3.6.2 การเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งโดยบรรจุในถุงสูญญากาศ

จากการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.8.2 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาร้อยละความชื้นและร้อยละการรอดชีวิต ที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาที่เก็บรักษาต่าง ๆ กันจะได้ผลการทดลองตามตารางที่ 3.30 และ 3.31

ตารางที่ 3.30 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังSG1อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในถุงสูญญากาศและเก็บถุงบรรจุไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละความชื้น(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	5.78	5.78	5.78
7	5.77	5.80	5.77
15	5.78	5.74	5.74
30	5.78	5.73	5.75
45	5.79	5.72	5.79
60	5.78	5.76	5.77

ตารางที่ 3.31 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในถุงสูญญากาศและเก็บถุงบรรจุไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละการรอดชีวิต(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	60.38	60.38	60.38
7	60.11	60.24	60.21
15	58.32	58.81	59.96
30	54.07	56.73	54.33
45	53.68	54.89	53.38
60	51.76	53.23	50.72

จากตารางที่ 3.30 เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของยีสต์ขนมปังSG1 อบแห้งเมื่อเวลาผ่านไป 7 15 30 45 และ 60 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยมากในทุก ๆบรรยากาศที่นำถุงบรรจุไปเก็บไว้และจากตารางที่ 3.31 เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการรอดชีวิตพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปร้อยละการรอดชีวิตมีแนวโน้มลดต่ำลงโดยเป็นไปในแนวทางเดียวกันในทุกภาวะของการเก็บถุงบรรจุโดยในการลดลงของร้อยละการรอดชีวิตในแต่ละภาวะของการเก็บถุงไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

3.6.3 <u>การเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งโดยบรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน</u>

เพื่อป้องกันปัญหาการเกิดออกซิเดชันที่จะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ในสภาพที่ต้องสัมผัสกับออกซิเจนจึงทำการศึกษาการเก็บผลิตภัณฑ์โดยบรรจุให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซเฉื่อยซึ่งได้ทำการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.8.3 เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร้อยละความชื้นและร้อยละการรอดชีวิต จะได้ผลดังตารางที่ 3.32 และ 3.33

ตารางที่ 3.32 การเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนและเก็บถุงบรรจุไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

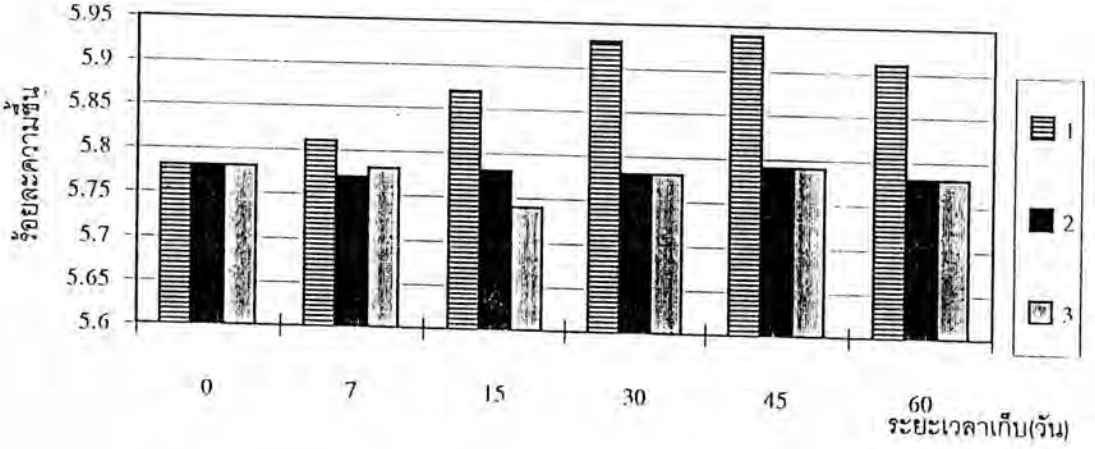
ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละความชื้น(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	5.78	5.78	5.78
7	5.78	5.79	5.73
15	5.74	5.74	5.75
30	5.78	5.70	5.76
45	5.79	5.75	5.80
60	5.78	5.76	5.79

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนในเวลาต่าง ๆ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในทุกภาวะของการเก็บถุงบรรจุ และในกรณีของร้อยละการรอดชีวิตในทุกภาวะของการเก็บถุงบรรจุมีแนวโน้มของจำนวนร้อยละการรอดชีวิตที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

ตารางที่ 3.33 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปัง SG1 อบแห้งในช่วงเวลา 60 วัน โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนและเก็บถุงบรรจุไว้ในบรรยากาศ ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ร้อยละการรอดชีวิต(เปอร์เซ็นต์)		
	ความชื้นสัมพัทธ์ 33 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 52 %	ความชื้นสัมพัทธ์ 71 %
0	60.38	60.38	60.38
7	59.83	60.18	60.03
15	58.81	57.25	57.38
30	56.00	57.13	56.24
45	55.86	55.40	55.02
60	54.59	53.66	50.47

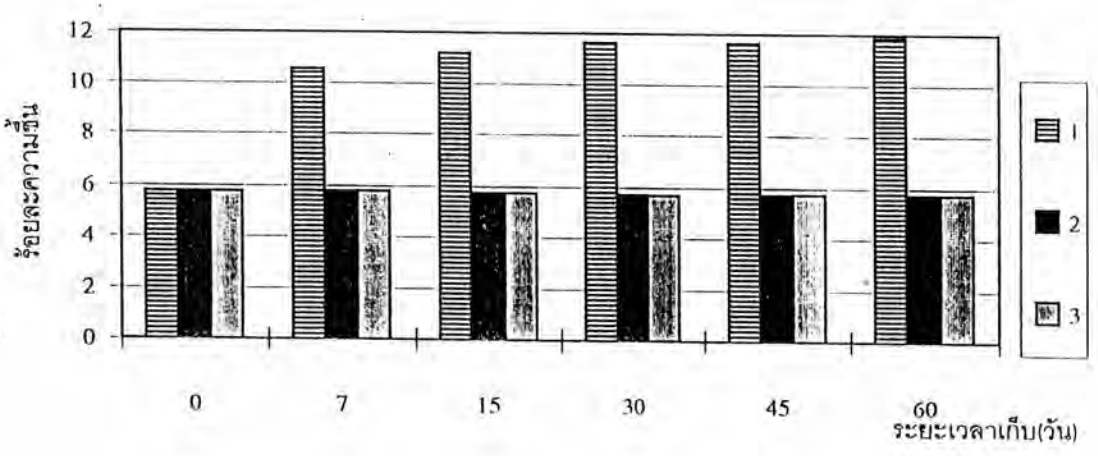
จากข้อมูลในการเก็บรักษายีสต์ขนมปังที่ภาวะต่าง ๆ ข้างต้นเมื่อเปรียบเทียบร้อยละความชื้นที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไปของวิธีการเก็บในแต่ละวิธีที่นำถุงบรรจุไปเก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 เปอร์เซ็นต์

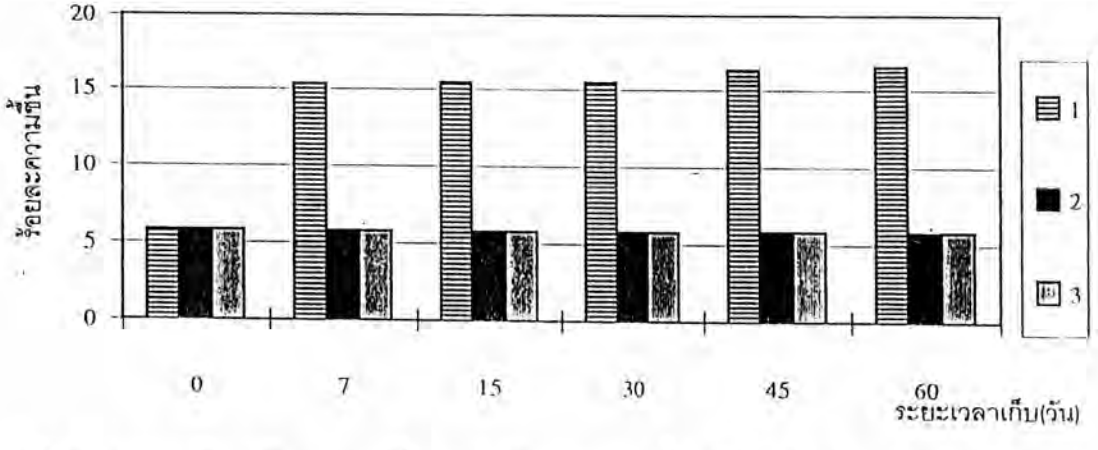
หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

จากรูปที่ 3.32 พบว่าเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งโดยไม่ใส่ภาชนะบรรจุจะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นมากกว่าเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งโดยใส่ในถุงสูญญากาศและถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นเช่นเดียวกับรูปที่ 3.33 และ 3.34



รูปที่ 3.33 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 52 เปอร์เซ็นต์

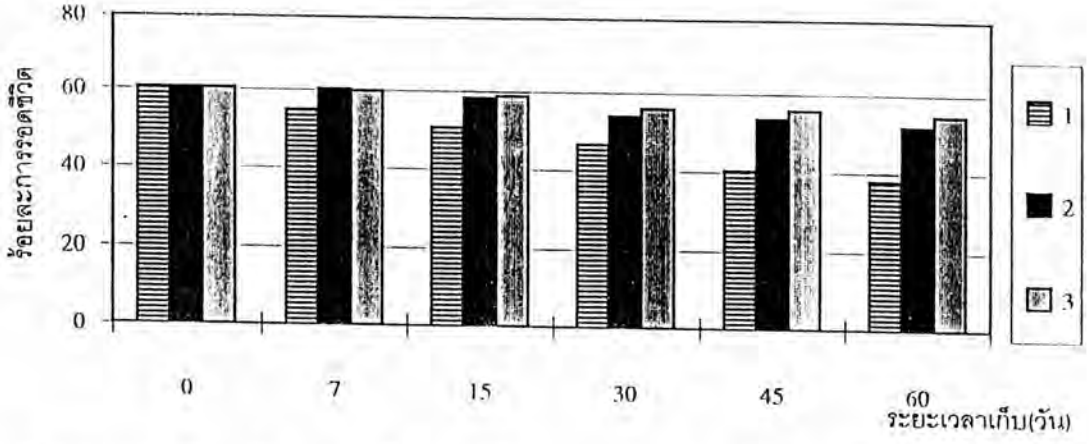
หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน



รูปที่ 3.34 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละความชื้นเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 71 เปอร์เซ็นต์

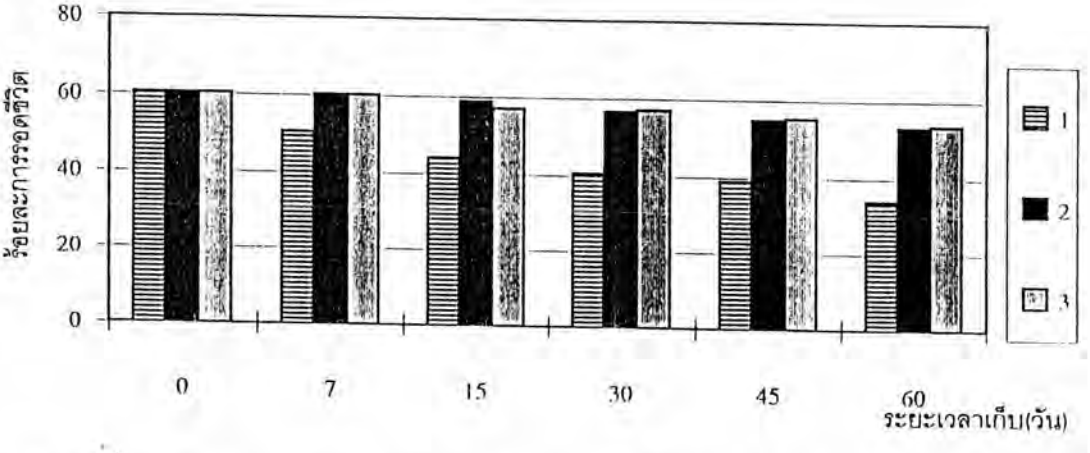
หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตของแต่ละวิธีที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาผ่านไปโดยเมื่อนำถุงบรรจุไปเก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 52 และ 71 เปอร์เซ็นต์ จะได้รูปการเปรียบเทียบดังกล่าวตามรูปที่ 3.35 3.36 และ 3.37 ตามลำดับ



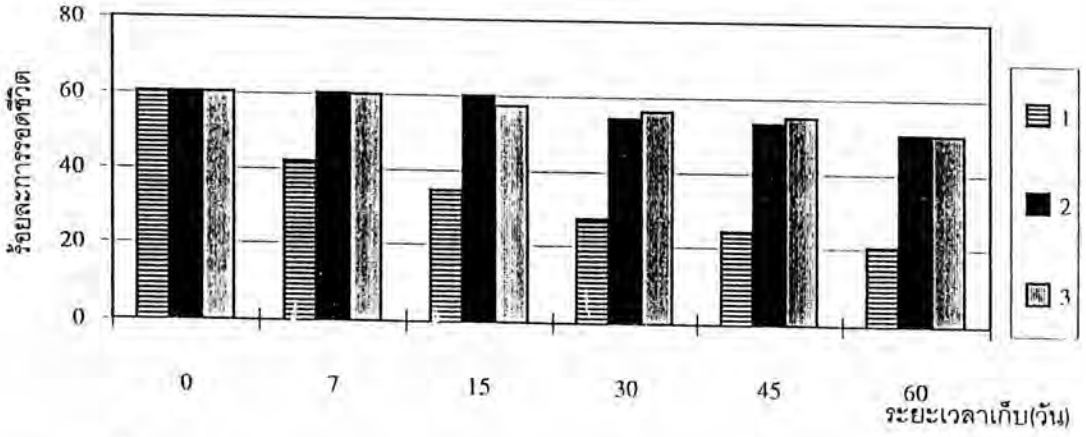
รูปที่ 3.35 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน



รูปที่ 3.36 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 52 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน



รูปที่ 3.37 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บยีสต์ขนมปังอบแห้งใน 3 ภาวะและนำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 71 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: 1 = ไม่ใช้ภาชนะบรรจุ 2 = บรรจุในถุงสูญญากาศ 3 = บรรจุในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

จากการเปรียบเทียบร้อยละการรอดชีวิตที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษายีสต์ขนมปังอบแห้งด้วยวิธีการต่างกัน 3 วิธีและนำถุงบรรจุไปเก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันดังรูปที่ 3.35 - 3.37 พบว่าการเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในถุงสูญญากาศและในถุงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันและมีการตายของยีสต์น้อยกว่าการเก็บผลิตภัณฑ์โดยไม่ใช้ภาชนะใดใดบรรจุผลิตภัณฑ์

3.7 การอบแห้งยีสต์ขนมปัง SG1 โดยทำให้แห้งภายใต้บรรยากาศไร้ออกซิเจน

เนื่องจากพบว่าเมื่ออบแห้งยีสต์ขนมปังโดยใช้สารเติมแต่งเพื่อช่วยให้ยีสต์ขนมปังอบแห้งมีคุณภาพดีขึ้นอีกทั้งยังมีการศึกษาหาขนาดของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสมในการอบแห้งแล้วพบว่ามีร้อยละการรอดชีวิตประมาณ 58.11 - 61.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังไม่เป็นที่น่าพอใจมากนักเมื่อเทียบกับยีสต์ขนมปังแห้งทางการค้าซึ่งมีร้อยละการรอดชีวิต 68.94 เปอร์เซ็นต์ จึงมีแนวคิดว่าสาเหตุการตายของยีสต์อบแห้งประการหนึ่งน่าจะมาจากผลของการเกิดออกซิเดชันในช่วงสุดท้ายของการอบแห้งเมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำมาก จึงทำการทดลองตามวิธีการในข้อ 2.9 ซึ่งเป็นกระบวนการอบแห้งที่ช่วงสุดท้ายผลิตภัณฑ์จะไม่สัมผัสกับก๊าซออกซิเจน จากการวิเคราะห์ร้อยละความชื้นเมื่อสิ้นสุดการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดซึ่งใช้ภาวะตามข้อ 2.9 พบว่ายีสต์ขนมปังมีร้อยละความชื้น 19.38 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำยีสต์ขนมปัง

ดังกล่าวไปอบแห้งต่อในเครื่องอบแห้งแบบสูญญากาศโดยใช้ภาวะตามข้อ 2.9 จะได้ร้อยละความชื้นสุดท้าย 4.24 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของร้อยละการรอดชีวิตเมื่อสิ้นสุดการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดตามวิธีการในข้อ 2.9 จะได้ร้อยละการรอดชีวิต 82.07 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปอบต่อในเครื่องอบแห้งแบบสูญญากาศตามวิธีการในข้อ 2.9 จะได้ร้อยละการรอดชีวิตสุดท้าย 66.45 เปอร์เซ็นต์ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปลี่ยนวิธีการอบแห้งโดยไม่ให้ยีสต์ขนมปังที่อบแห้งในช่วงสุดท้ายสัมผัสกับก๊าซออกซิเจนมีส่วนช่วยทำให้ร้อยละการรอดชีวิตเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ยีสต์ผงที่ได้จากกระบวนการอบแห้งต่างกันมาเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ จะได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 3.34 ซึ่งพบว่าความสามารถในการหมักแป้งของยีสต์ขนมปังแห้งจากทางการค้าใกล้เคียงกับยีสต์ขนมปังแห้งที่ได้จากกระบวนการอบแห้งที่ขั้นตอนสุดท้ายไม่มีก๊าซออกซิเจน โดยที่ยีสต์ขนมปังแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิดไดซ์เบดให้ความสามารถในการหมักแป้งต่ำสุดซึ่งความสามารถในการหมักแป้งจะสอดคล้องกับร้อยละการรอดชีวิตของยีสต์ขนมปังด้วย

ตารางที่ 3.34 การเปรียบเทียบร้อยละความชื้น ร้อยละการรอดชีวิต และความสามารถในการหมักแป้ง ของยีสต์ขนมปังอบแห้งที่ได้จากกระบวนการอบแห้งที่ต่างกัน

สมบัติของยีสต์	ยีสต์แห้งทางการค้า	ยีสต์แห้งจากฟลูอิดไดซ์เบด	ยีสต์แห้งจากกระบวนการอบแห้งที่ขั้นตอนสุดท้ายไม่มีออกซิเจน
ความชื้น (%)	5.89	6.78	4.24
การรอดชีวิต (%)	68.94	60.38	66.45
ความสามารถในการหมักแป้ง (ml)	50	44	49