

บทที่ 5

ผลการทดลอง

1. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทั่วไปของมันฝรั่งสปุนดำและ เคนนีเบค

1.1 องค์ประกอบทางเคมี ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 2 ซ้ำ วิเคราะห์วิเคราะห์
แสดงไว้ในภาคผนวก ก.1-ก.8 ส่วนผลวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 10

1.2 รูปร่างและขนาดของ เม็ดแป้งจากมันฝรั่งสปุนดำและ เคนนีเบค ตรวจสอบ
ด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM-35CF กำลังขยาย 480 เท่า ผลการตรวจสอบแป้งจาก
มันฝรั่งสปุนดำขนาด 90-140 กรัม/ลูก และ 141-250 กรัม/ลูก ปรากฏดังรูปที่ 23 และ 24
ส่วนแป้งจากมันฝรั่ง เคนนีเบคขนาด 90-140 กรัม/ลูก และ 141-250 กรัม/ลูก ปรากฏดังรูป
ที่ 25 และ 26

2. ผลการหาปริมาณแป้งในมันฝรั่งภายหลังการ เก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลองแบบ factorial experiment with complete block
การทดลองทำ 2 ซ้ำ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 11

วิเคราะห์ค่าตัวเลขแสดงอิทธิพล (factorial effect) ของตัวแปรเกี่ยวกับการ
เปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งในมันฝรั่ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C ได้แสดงในตารางที่ 12

3. ผลของมันฝรั่งที่มีคุณภาพดีและมันฝรั่งส่วน เหลือทิ้งต่อผลผลิตและคุณสมบัติของแป้ง

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 13 จากการศึกษาด้วยกล้อง DIC ในเรื่องสภาพ
เม็ดแป้งที่ได้จากมันฝรั่งที่มีคุณภาพดีและจากส่วน เหลือทิ้งได้แสดงในรูปที่ 27 และ 28 ตามลำดับ

ส่วนคุณสมบัติของแป้งซึ่งตรวจสอบด้วยเครื่อง Brabender Amylograph โดยใช้
ตัวอย่างความเข้มข้นแป้ง 5% สภาวะการทดลองดูในภาคผนวก ก.11 ซึ่งผลการตรวจสอบ
แสดงในรูปที่ 29 และ 30 ตามลำดับ

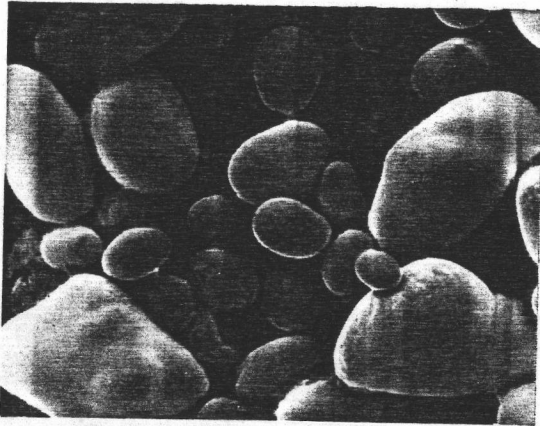
4. ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งแป้งมันฝรั่ง

จากการศึกษาด้วยอุปกรณ์ DSC พบว่าอุณหภูมิแห้งสุดของแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค อยู่ในช่วง $56.5-67.5$ °ซ ส่วนแป้งมันฝรั่งสปุนต้าอยู่ในช่วง $58.5-70.0$ °ซ แสดงไว้ในรูปที่ 31

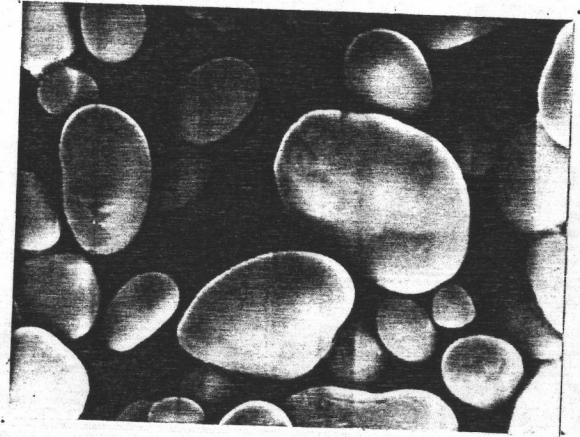
การศึกษาสภาพเม็ดแป้งที่ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ ด้วยกล้อง DIC พบว่าเม็ดแป้งบางส่วน เกิดการ เจลาติไนซ์และการแตกหักดังรูปที่ 32

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของมันฝรั่ง

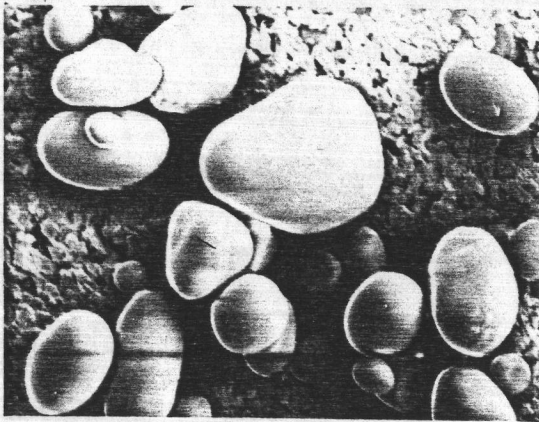
องค์ประกอบ ทางเคมี	ค่าที่ได้ (%)			
	พันธุ์สปันด้า		พันธุ์เคนนี่ เบค	
	ขนาด (กรัม/ลูก)		ขนาด (กรัม/ลูก)	
	90-140	141-250	90-140	141-250
ความชื้น	84.00 \pm 0.24	83.30 \pm 0.14	81.00 \pm 0.41	80.10 \pm 0.05
ของแข็งทั้งหมด	16.00 \pm 0.24	16.70 \pm 0.14	19.00 \pm 0.41	19.90 \pm 0.05
โปรตีน	1.83 \pm 0.04	1.85 \pm 0.04	1.92 \pm 0.06	1.95 \pm 0.06
ไขมัน	น้อยมาก	น้อยมาก	น้อยมาก	น้อยมาก
คาร์โบไฮเดรต	12.97 \pm 0.15	13.67 \pm 0.17	15.69 \pm 0.29	16.47 \pm 0.02
เถ้า	0.74 \pm 0.04	0.75 \pm 0.03	0.81 \pm 0.04	0.85 \pm 0.02
เส้นใย	0.46 \pm 0.02	0.43 \pm 0.03	0.58 \pm 0.05	0.63 \pm 0.02



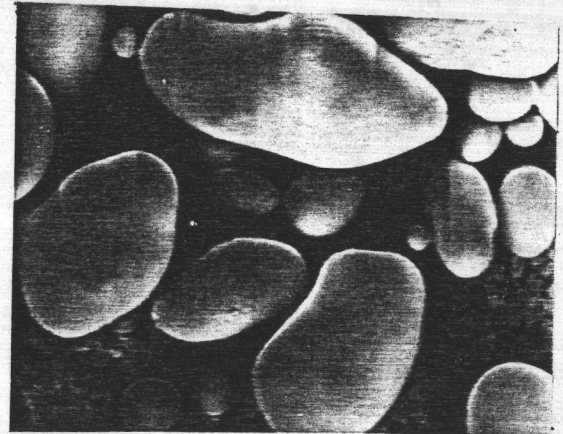
รูปที่ 23 แฉ่งจากมันฝรั่งสปูนต้า
ขนาด 90-140 กรัม/ลูก*



รูปที่ 24 แฉ่งจากมันฝรั่งสปูนต้า
ขนาด 141-250 กรัม/ลูก*



รูปที่ 25 แฉ่งจากมันฝรั่งเคนนิเบค
ขนาด 90-140 กรัม/ลูก*



รูปที่ 26 แฉ่งจากมันฝรั่งเคนนิเบค
ขนาด 141-250 กรัม/ลูก*

* กำลังขยาย 480 เท่า ด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM 36-CF

— สเกลขนาด 10 ไมครอน

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณแฉ่งในมันฝรั่งสด เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °ซ ในระยะเวลาต่าง ๆ

มันฝรั่ง		ปริมาณแฉ่ง (%) [*]		
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	ระยะเวลา (เดือน)		
		0	1	2
เคนนี่ เบค	90-140	14.98 ^a ± 0.13	14.55 ^b ± 0.15	14.46 ^c ± 0.14
	141-250	15.13 ^d ± 0.13	14.93 ^e ± 0.19	14.68 ^f ± 0.13
สปูนต้า	90-140	11.67 ^g ± 0.22	11.45 ^h ± 0.06	11.17 ⁱ ± 0.07
	141-250	11.80 ^j ± 0.10	11.51 ^k ± 0.07	11.23 ^l ± 0.06

1

* คัดจากน้ำหนักสด

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2

การคำนวณดูในภาคผนวก ข.1

ตารางที่ 12 แสดงค่าตัวเลขอิทธิพล (Factorial effect) ของตัวแปรเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแข็งในมันฝรั่ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C

ตัวแปร *	ค่าตัวเลขอิทธิพล
A	+39.9
B	+ 2.3
C	+ 4.0
AB	+ 1.1
AC	- 0.2
BC	0.0
ABC	- 0.2

- * A = พันธุ์ของมันฝรั่ง เคนนี่เบค (+1), สเปนด้า (-1)
 B = ขนาดของมันฝรั่ง 90-140 กรัม/ลูก(-1), 141-250 กรัม/ลูก (+1)
 C = ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 เดือน (-1), 1เดือน(0) และ 2เดือน(+1)

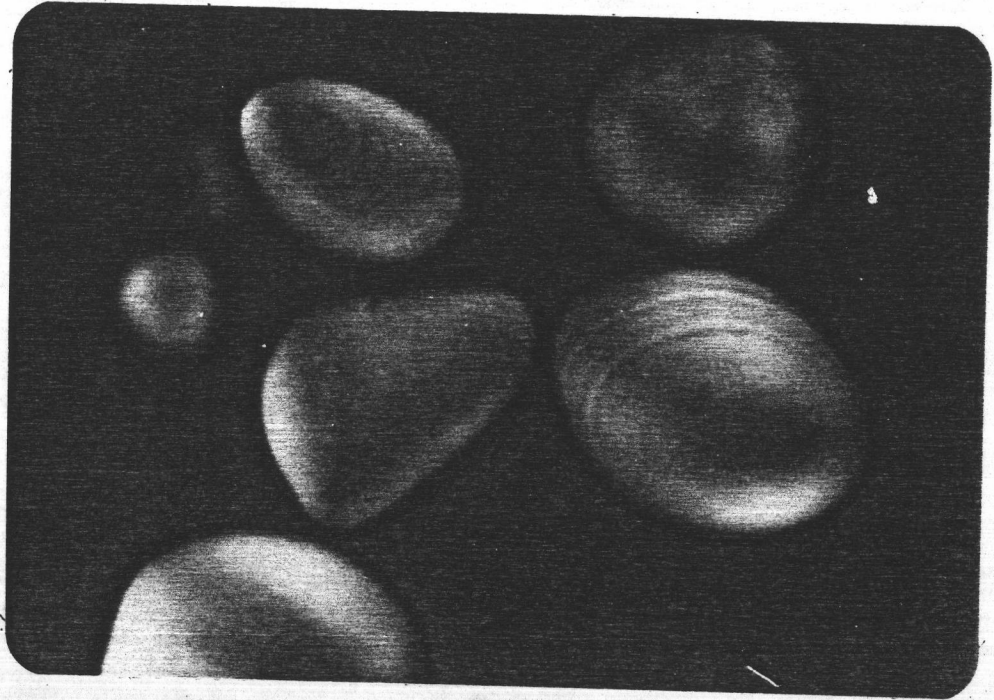
ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแป้งมันฝรั่งที่ได้จากมันฝรั่ง
ที่มีคุณภาพแตกต่างกัน

คุณสมบัติของแป้ง	สภาพมันฝรั่ง เคนนี เบค	
	ดี	ส่วนที่เหลือทั้ง
ปริมาณแป้ง* (%)	14.46 ± 0.14	7.55 ± 0.25
ผลผลิต** (%)	10.69 ± 0.13	4.05 ± 0.60
ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ (%)	70.08 ± 0.06	57.90 ± 0.40
อุณหภูมิแป้งสุก** (°ซ)	68.33 ± 0.24	69.50 ± 0.00
ความหนืดที่ 95°ซ*** (BU)	1443.33 ± 12.47	615.00 ± 5.00
ความหนืดที่ 95°ซ นาน 20 นาที*** (BU)	920.00 ± 8.16	940.00 ± 0.00
ความหนืด เมื่อ เย็นลงถึง 50°ซ***	996.67 ± 12.47	1220.00 ± 30.00

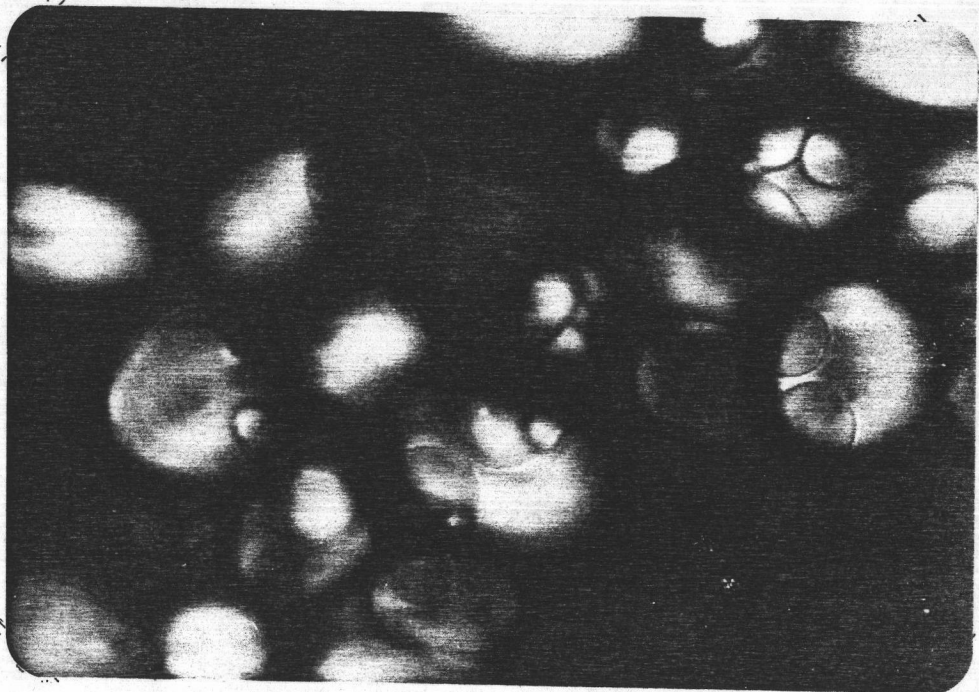
* คิดจากน้ำหนักสด

$$** \text{ ผลผลิต (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่ได้}}{\text{น้ำหนักมันฝรั่งสด}} \times 100\%$$

*** วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph
โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 5%

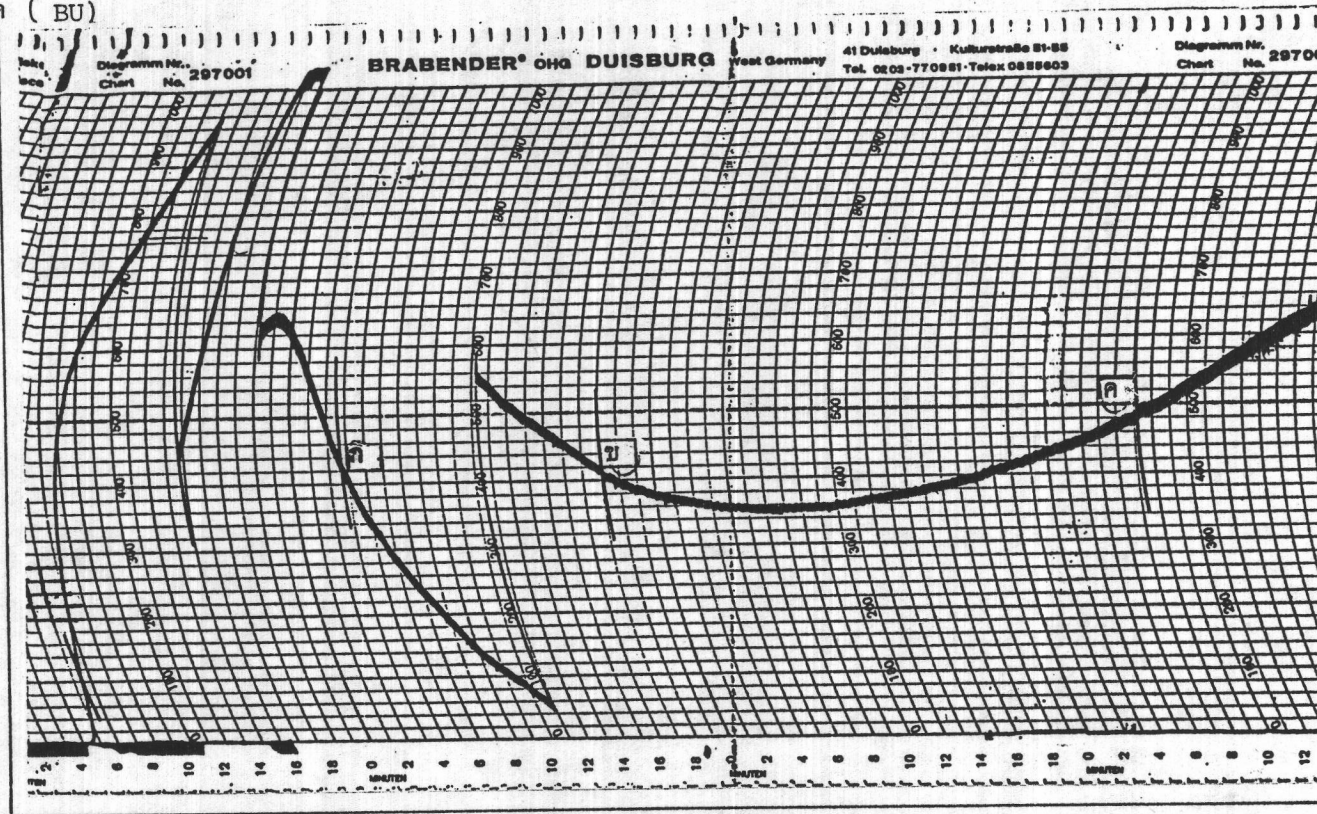


รูปที่ 27 ภาพเม็ดแป้งมันฝรั่งจากมันฝรั่ง เคนนี เบคคุณภาพดี
กำลังขยาย 200 เท่า ด้วยกล้อง DIC



รูปที่ 28 ภาพเม็ดแป้งมันฝรั่งจากมันฝรั่ง เคนนี เบคส่วน เหลือทิ้ง
กำลังขยาย 200 เท่า ด้วยกล้อง DIC

ความหนืด (BU)

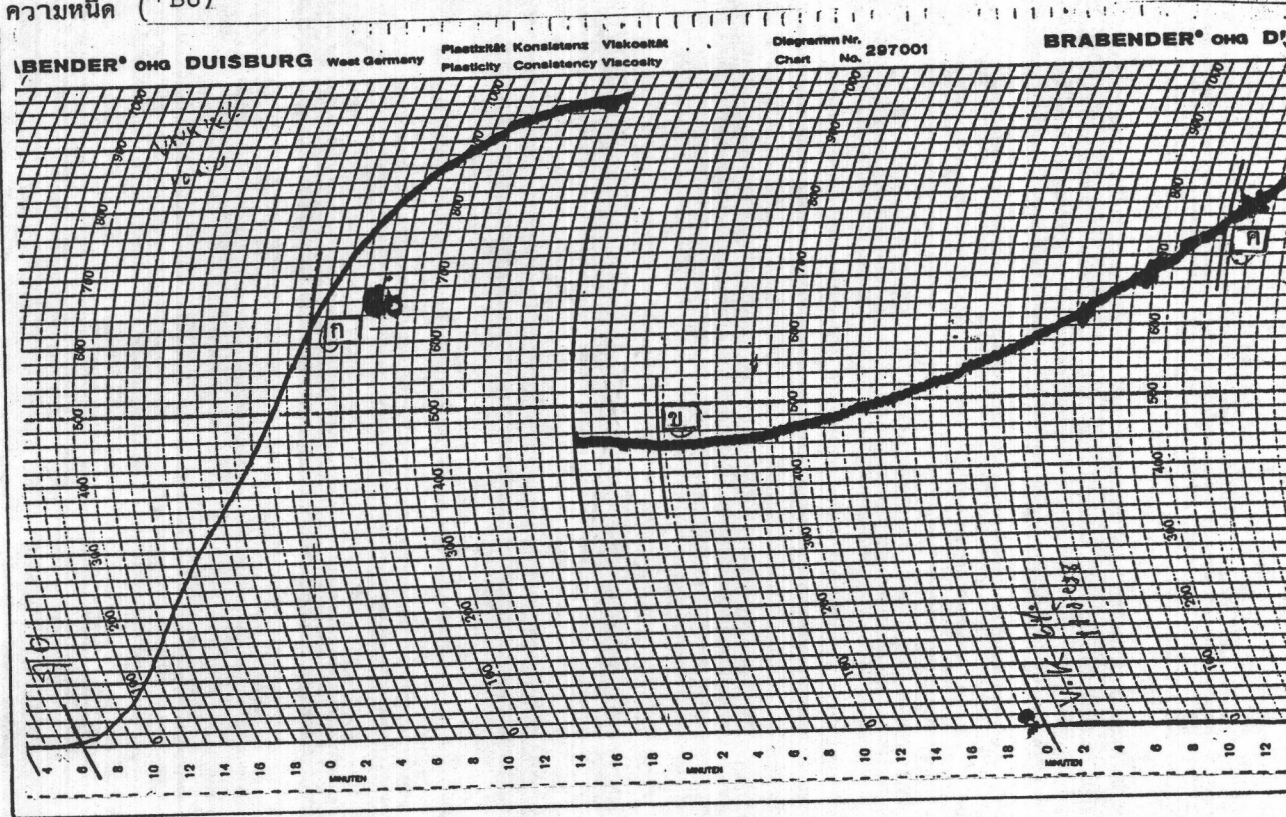


เวลา (นาที)

รูปที่ 29 กราฟแสดงความหนืดของแป้งจากมันฝรั่ง เคนนี เบคคุณภาพดี

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ

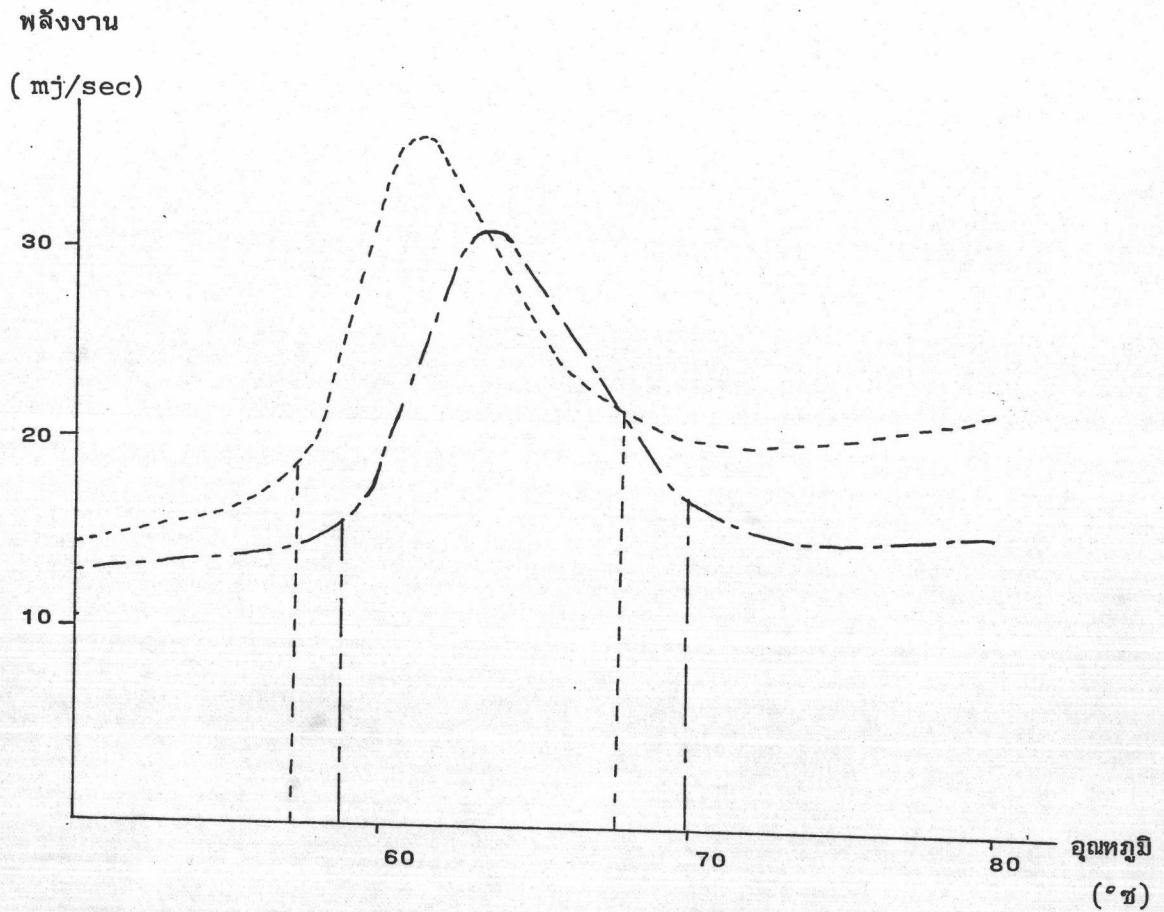
ความหนืด (BU)



เวลา (นาที)

รูปที่ 30 กราฟแสดงความหนืดของแป้งจากมันฝรั่ง เคนนี เบคส์ลัน เหลือทิ้ง

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ



รูปที่ 31 แสดงอุณหภูมิแข็งสุดและพลังงานที่ใช้ในการสุกของแป้งมันฝรั่ง เคนนิ เบคและสปุนต้า ด้วยอุปกรณ์ DSC

----- แป้งมันฝรั่ง เคนนิ เบค

———— แป้งมันฝรั่งสปุนต้า

สภาวะการทดลอง

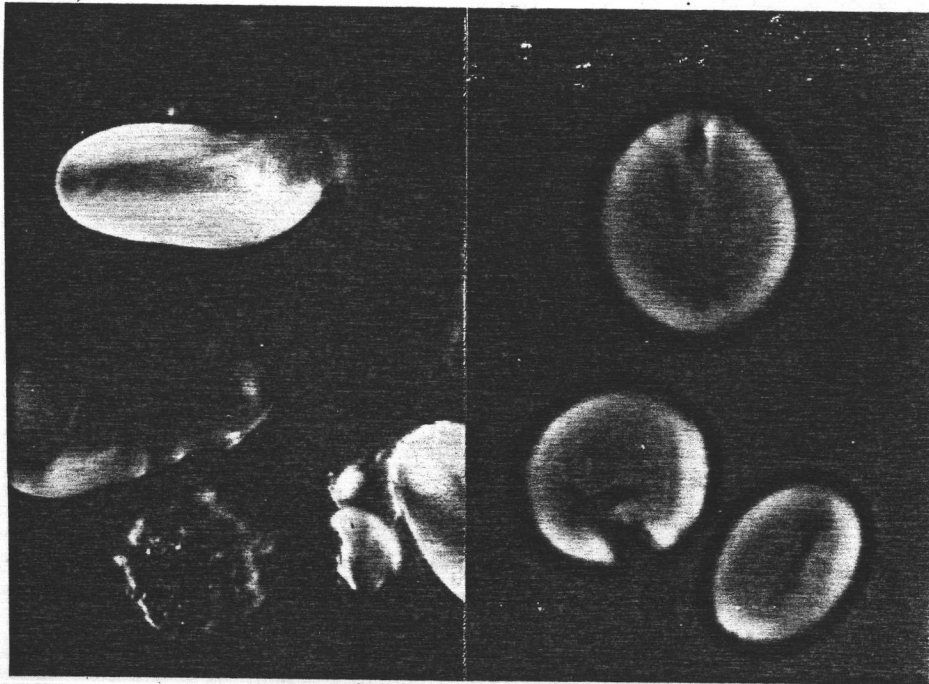
แป้ง 10 มิลลิกรัม น้ำ 20 ไมโครลิตร

heating rate 10 °C/นาที

chart speed 40 มิลลิเมตร/นาที

range ±50 มิลลิจูล/วินาที

nitrogen 50 มิลลิลิตร/นาที



รูปที่ 32 สภาพเม็ดแป้งมันฝรั่ง เคนนีเบค เมื่อบันทึกที่อุณหภูมิ 60 °ซ
กำลังขยาย 200 เท่า ด้วยกล้อง DIC

5. ผลของตัวแปรในกระบวนการผลิตแป้งมันฝรั่งต่อผลผลิตและคุณสมบัติของแป้ง

5.1 ผลผลิต วางแผนการทดลองแบบ factorial experiment with complete block ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิธีการคำนวณดูในภาคผนวก ข.๒ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 14

5.2 คุณสมบัติของแป้ง การตรวจสอบเม็ดแป้งที่ได้จากมันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่ 2 ด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM T-20 แสดงในรูปที่ 33 และด้วยกล้อง DIC แสดงในรูปที่ 34 จะพบว่ามี การปนเปื้อนจากเนื้อเยื่อมันฝรั่ง

ในการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ ในเรื่องของปริมาณอะไมโลส ความสามารถในการเกาะเกี่ยวนำ ปริมาณเถ้า อุณหภูมิแป้งสุก ความหนืดที่ 95 °ซ ความหนืดที่ 95 °ซ นาน 20 นาที และความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 15, 16, 17, 18, 19, 20 และ 21 ตามลำดับ การวางแผนการทดลองเป็นแบบ factorial experiment with complete block ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

จากการคำนวณด้วย Yate's method เพื่อหาอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อผลผลิตและคุณสมบัติต่าง ๆ ของแป้ง เช่น ปริมาณอะไมโลส ความสามารถในการเกาะเกี่ยวนำ ปริมาณเถ้า อุณหภูมิแป้งสุก ความหนืดที่ 95 °ซ ความหนืดที่ 95 °ซ นาน 20 นาที และความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ ได้แสดงในรูปที่ 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 และ 42 ตามลำดับ

กราฟที่ได้จากการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งด้วย Brabender Amylograph ของแป้งที่ได้จากมันฝรั่ง เคนนี เบคขนาด 90-140 กรัม/ลูก และ 141-250 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1 และ 2 แสดงในรูปที่ 43, 44, 45 และ 46 ตามลำดับ ส่วนแป้งที่ได้จากมันฝรั่ง สปูนดำขนาด 90-140 กรัม/ลูก และ 141-250 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1 และ 2 ได้แสดงในรูปที่ 47, 48, 49 และ 50 ตามลำดับ สภาวะการทดลองและการเตรียมตัวอย่างดูในภาคผนวกที่ ก.11

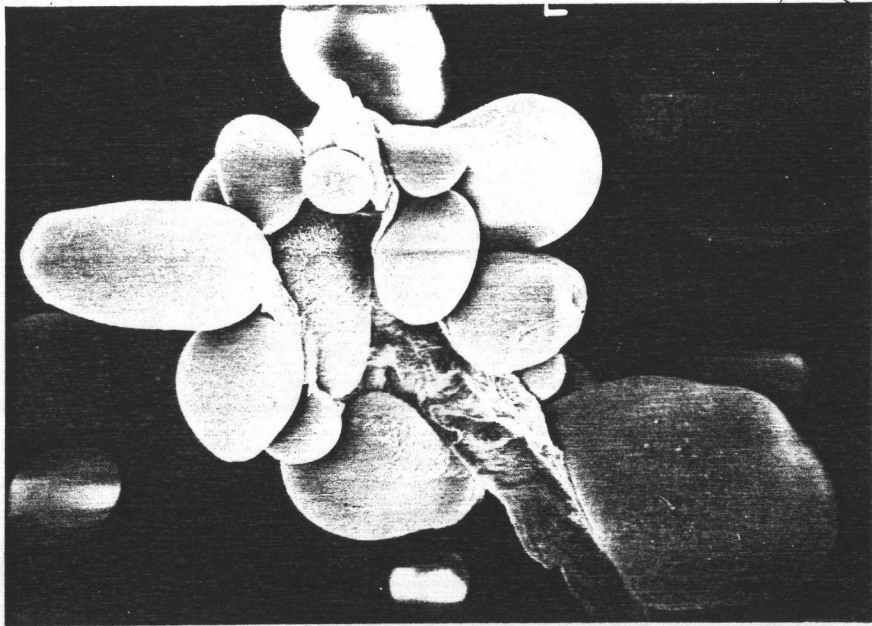
ตารางที่ 14 แสดงผลผลิตแมงมันฝรั่งจากตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ผลผลิตแมงมันฝรั่ง (%)			
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่			
		1		2	
		ก *	ข **	ก *	ข **
เคนนี่ เบค	90 - 140	10.69 ^a _{+0.13}	74.53 ⁱ _{+0.49}	1.25 ^b _{+0.19}	7.75 ^j _{+0.70}
	141 - 250	11.28 ^c _{+0.27}	78.00 ^k _{+0.47}	1.29 ^d _{+0.20}	8.46 ^l _{+0.61}
สปุนต้า	90 - 140	7.34 ^e _{+0.32}	67.16 ^m _{+2.02}	0.85 ^f _{+0.06}	7.81 ⁿ _{+0.48}
	141 - 250	8.17 ^g _{+0.14}	71.74 ^h _{+0.05}	0.82 ^o _{+0.08}	7.87 ^p _{+0.27}

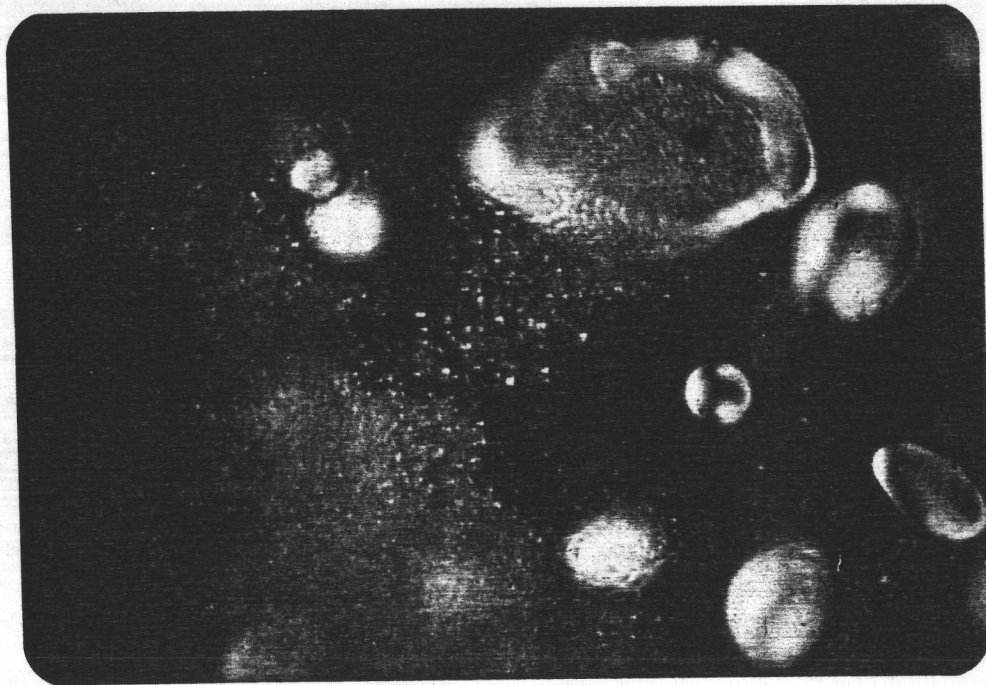
1 *ก หมายถึง Yield (%) คัดจาก =
$$\frac{\text{น้ำหนักแมงที่ได้ (น้ำหนักแห้ง)}}{\text{น้ำหนักมันฝรั่งสด}} \times 100$$

**ข หมายถึง extraction yield (%) คัดจาก =
$$\frac{\text{yield (\%)}}{\text{ปริมาณแมงในมันฝรั่ง (\%)}} \times 100$$

2 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2



รูปที่ 33 ภาพแมงมันฝรั่ง เคนนิ เบคที่ได้จากการบดครั้งที่ 2
กำลังขยาย 750 เท่า ด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM T-20



รูปที่ 34 ภาพแมงมันฝรั่ง เคนนิ เบคที่ได้จากการบดครั้งที่ 2
กำลังขยาย 200 เท่า ด้วยกล้อง DIC

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณอะไมโลสของแป้งมันฝรั่งที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ
ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ปริมาณอะไมโลสของแป้งมันฝรั่ง* (%)	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนนี เบค	90 - 140	$20.83^a \pm 0.06$	$20.64^a \pm 0.11$
	141 - 250	$21.12^b \pm 0.02$	$21.03^b \pm 0.09$
สปุนต้า	90 - 140	$23.18^c \pm 0.13$	$23.15^c \pm 0.04$
	141 - 250	$24.73^d \pm 0.09$	$24.63^d \pm 0.09$

- *ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 16 แสดงความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำของแป้งมันฝรั่ง
ที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ* (%)	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนนี่ เบค	90 - 140	70.08 ^a ± 0.06	67.46 ^b ± 0.06
	141 - 250	70.35 ^c ± 0.19	68.31 ^d ± 0.07
สปูนต้า	90 - 140	59.89 ^e ± 0.03	55.59 ^f ± 0.08
	141 - 250	66.25 ^g ± 0.05	64.43 ^h ± 0.10

- 1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 2 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณเถ้าในแป้งมันฝรั่งที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ
ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ปริมาณเถ้า (%) [*]	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนนี่ เบค	90 - 140	0.2068 ^a ± 0.004	0.3111 ^b ± 0.001
	141 - 250	0.3427 ^c ± 0.008	0.3735 ^d ± 0.003
สปูนต้า	90 - 140	0.2713 ^e ± 0.001	0.3639 ^f ± 0.001
	141 - 250	0.3927 ^g ± 0.004	0.4816 ^h ± 0.001

- 1 *ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 2 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 18 แสดงอุณหภูมิแข็งสุดของแป้งมันฝรั่งที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ
ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		อุณหภูมิแข็งสุด (°ซ) *	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนนี่ เบค	90 - 140	68.33 ^a ± 0.24	69.00 ^b ± 0.00
	141 - 250	67.83 ^c ± 0.24	69.67 ^d ± 0.24
สปูนต้า	90 - 140	70.83 ^e ± 0.24	72.33 ^f ± 0.24
	141 - 250	70.33 ^g ± 0.24	70.17 ^h ± 0.24

- 1 * วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 3 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 19 แสดงความหนืดที่อุณหภูมิ 95°ซ ของแป้งมันฝรั่งที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ความหนืดที่ 95°ซ (BU)*	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนนี่ เบค	90 - 140	1443.33 ^a ±12.47	750.00 ^b ± 8.16
	141 - 250	1396.67 ^c ±12.47	986.67 ^d ±12.47
สปุนต้า	90 - 140	963.33 ^e ±9.43	643.33 ^f ± 9.43
	141 - 250	1080.00 ^g ±16.33	813.33 ^h ±12.47

- 1 *วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 3 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 20 แสดงความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที ของแป้งมันฝรั่ง
ที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

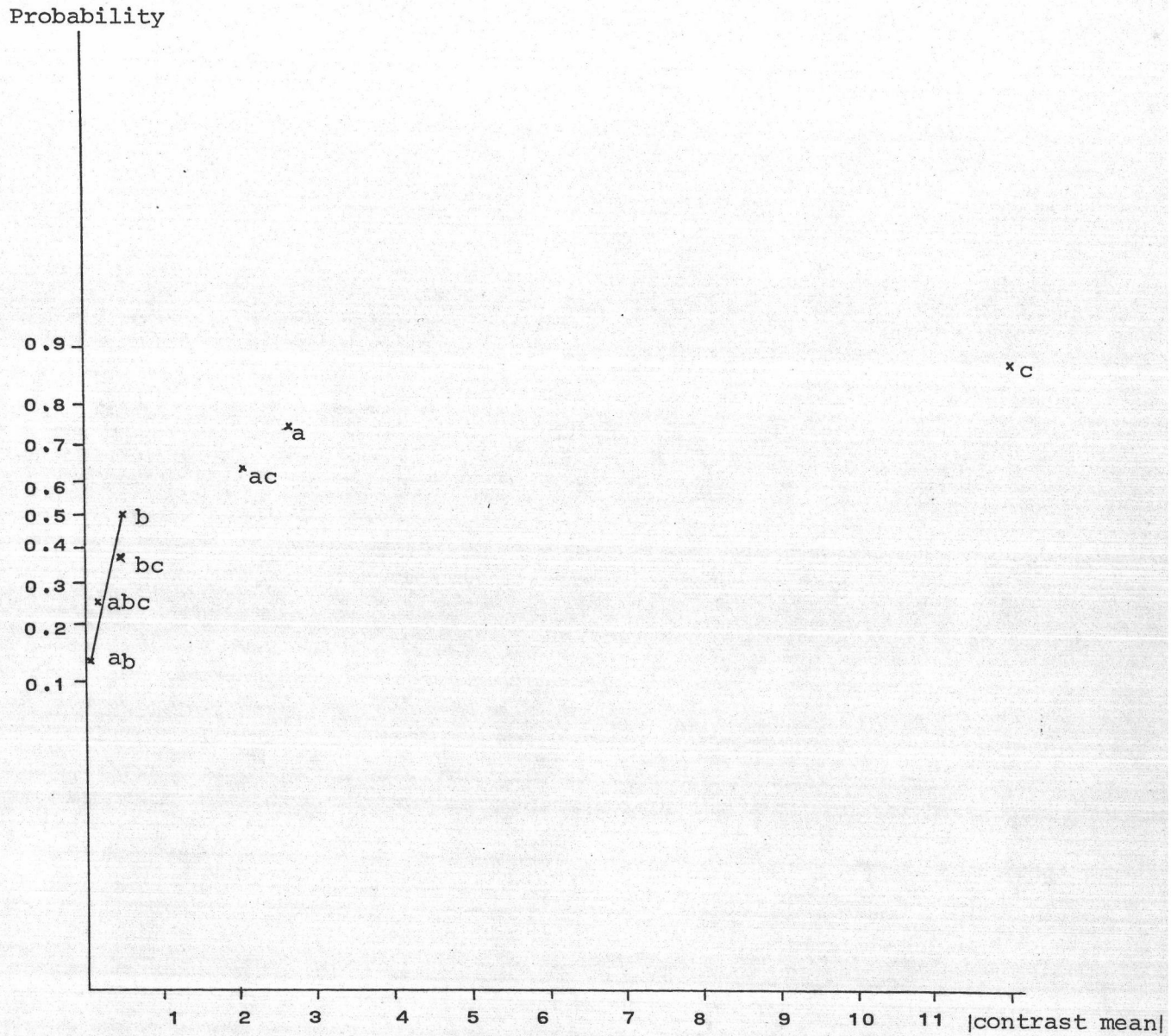
มันฝรั่ง		ความหนืดที่ 95 °ซ นาน 20 นาที (BU) *	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนบี เบค	90 - 140	$920.00^a + 8.16$	$626.67^b + 12.47$
	141 - 250	$886.67^c + 4.71$	$953.33^d + 9.43$
สปูนต้า	90 - 140	$1196.67^e + 4.71$	$1063.33^f + 12.47$
	141 - 250	$1106.67^g + 9.43$	$1156.67^h + 4.71$

- * วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 5%
- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2

ตารางที่ 21 แสดงความหนืดที่อุณหภูมิเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ ของแป้งมันฝรั่ง
ที่ได้จากตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

มันฝรั่ง		ความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ (BU) *	
พันธุ์	ขนาด (กรัม/ลูก)	มันฝรั่งผ่านการบดครั้งที่	
		1	2
เคนบี เบค	90 - 140	996.67 ^a ± 12.47	756.67 ^b ± 4.71
	141 - 250	966.67 ^c ± 4.71	980.00 ^d ± 0.00
สปุนต้า	90 - 140	1393.33 ^e ± 9.43	1350.00 ^f ± 0.00
	141 - 250	1230.00 ^g ± 8.16	1310.00 ^h ± 8.16

- 1 *วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 3 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.2



รูปที่ 35 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร

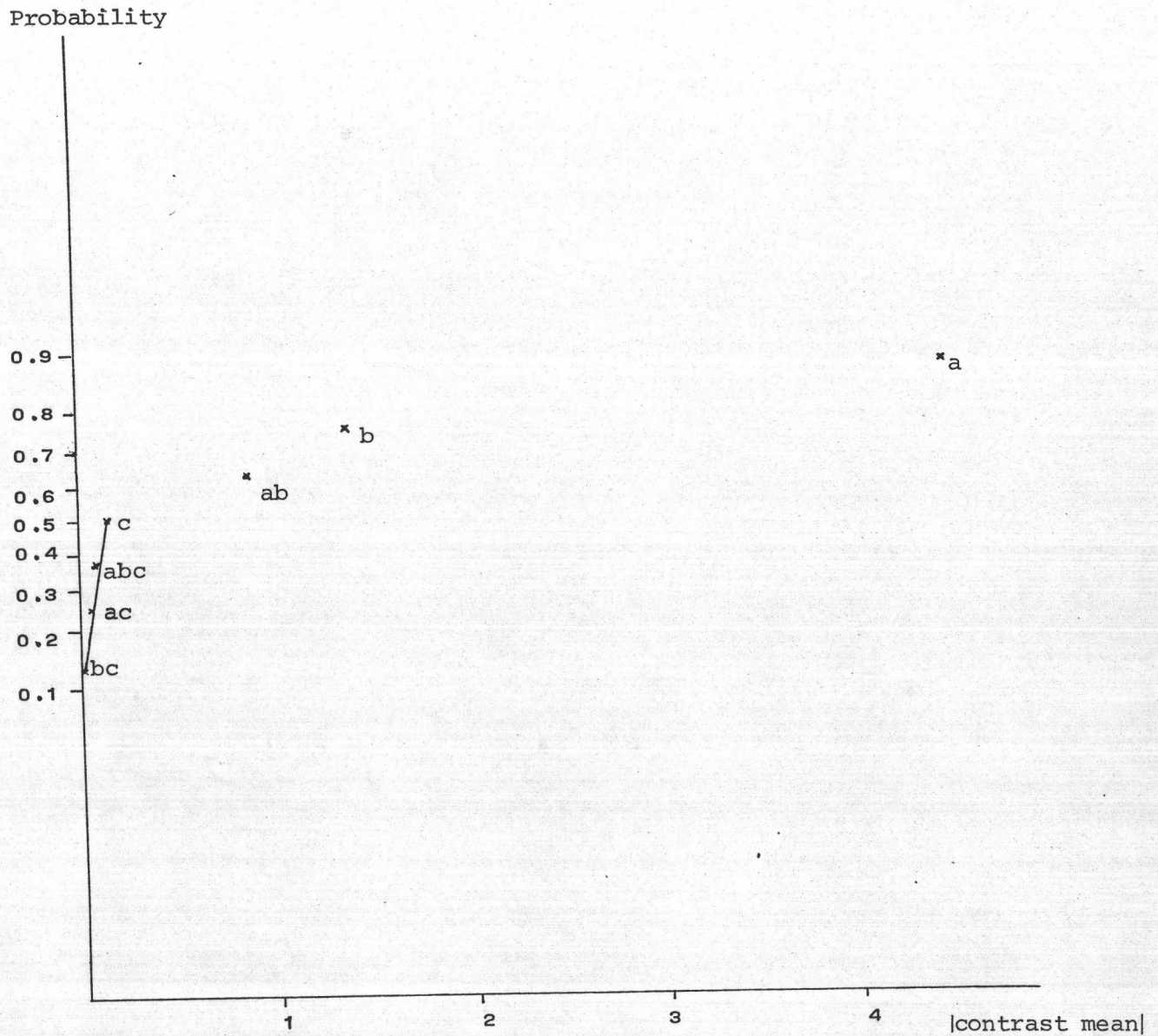
เกี่ยวกับผลผลิตโดยมีตัวแปรในกระบวนการผลิตแบ่ง คือ

a = พันธุ์

b = ขนาด

c = จำนวนครั้งของการรด

(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 36 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร

เกี่ยวกับปริมาณอะไมโลสในแป้งมันฝรั่ง โดยมีตัวแปรในการผลิตแป้ง

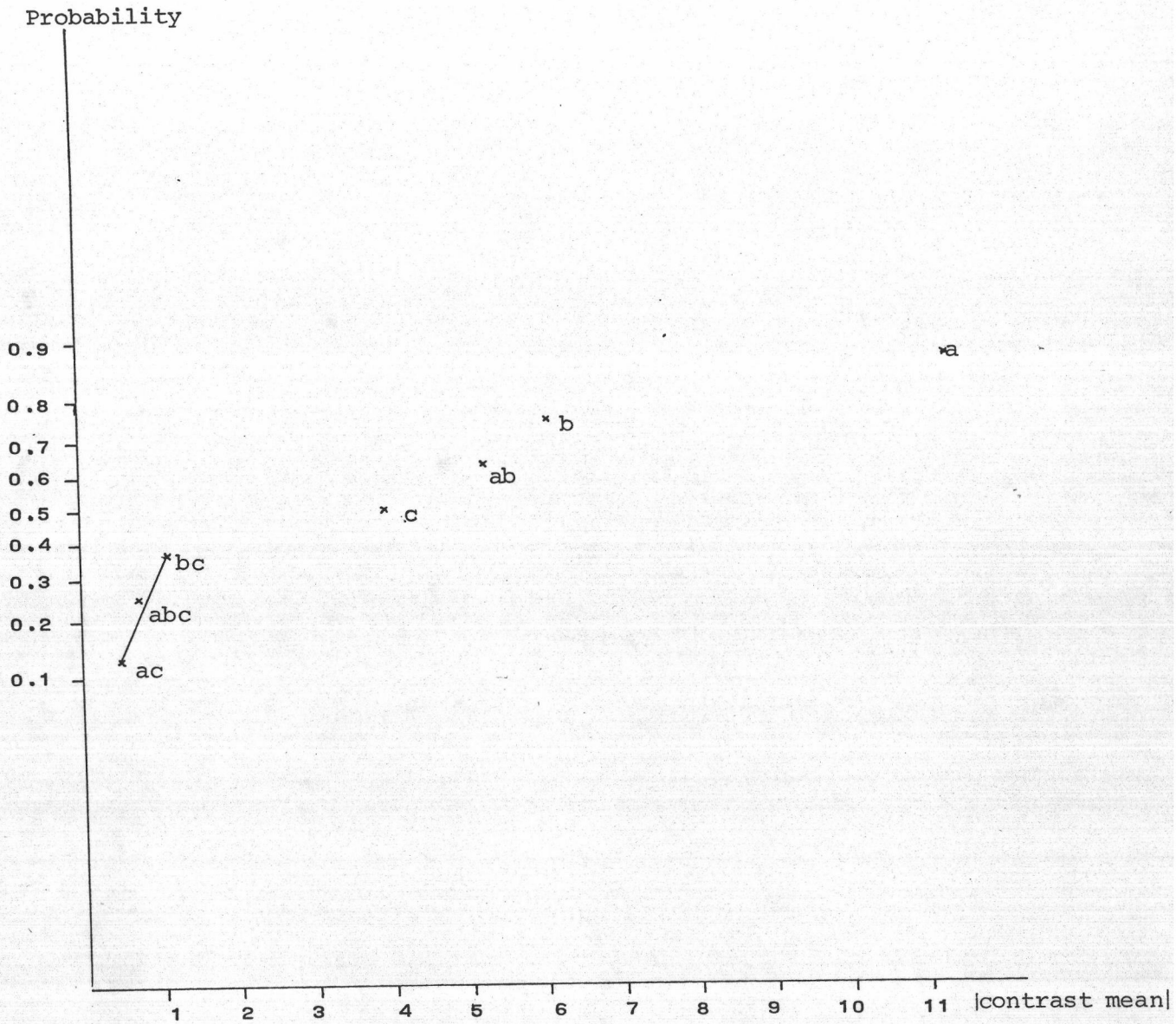
คือ

a = พันธุ์

b = ขนาด

c = จำนวนครั้งของการบด

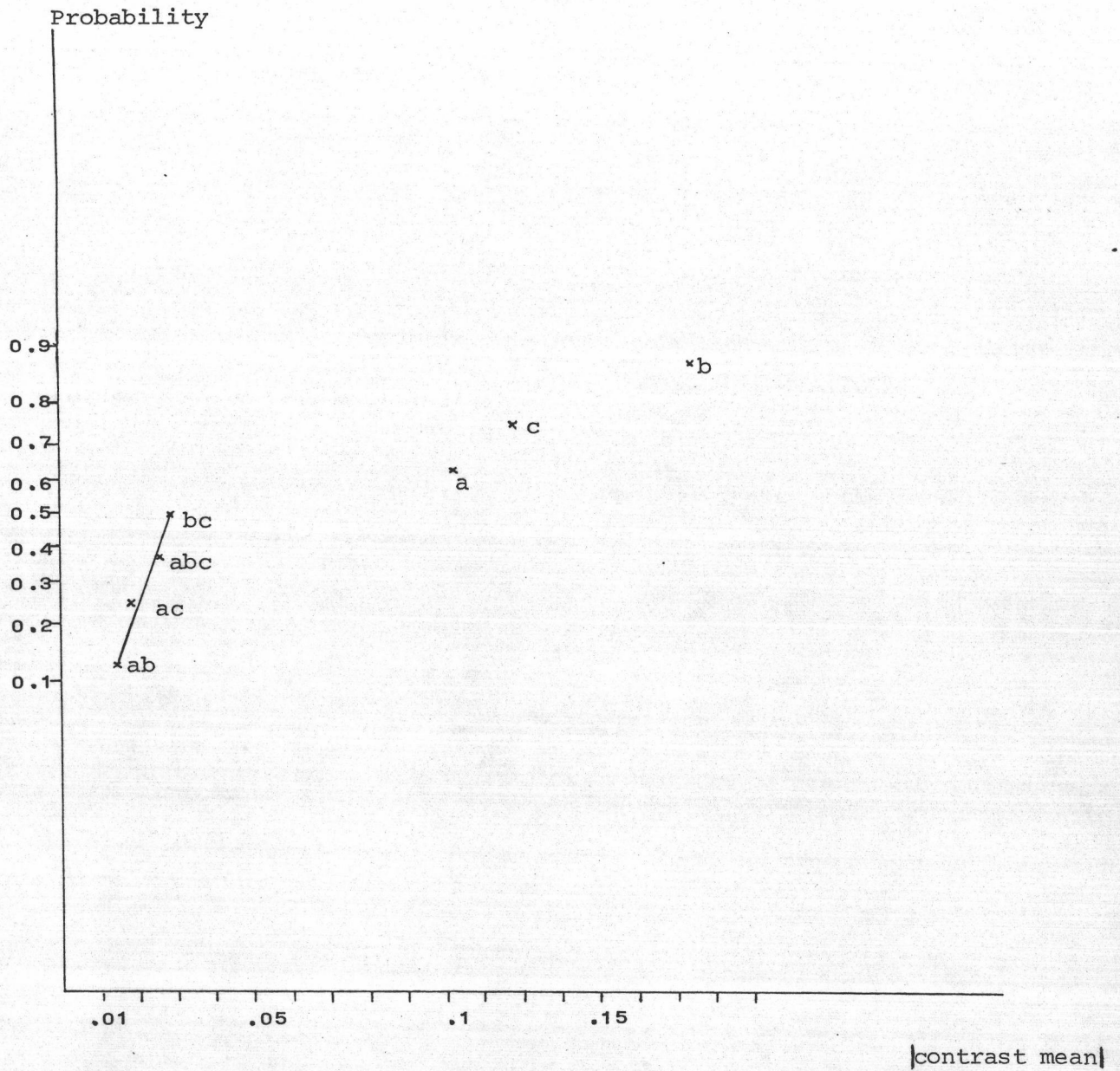
(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 37 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร
เกี่ยวกับความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำของแป้ง โดยมีตัวแปรใน
กระบวนการผลิตแป้ง คือ

- a = พันธุ์
- b = ขนาด
- c = จำนวนครั้งของการบด

(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 38

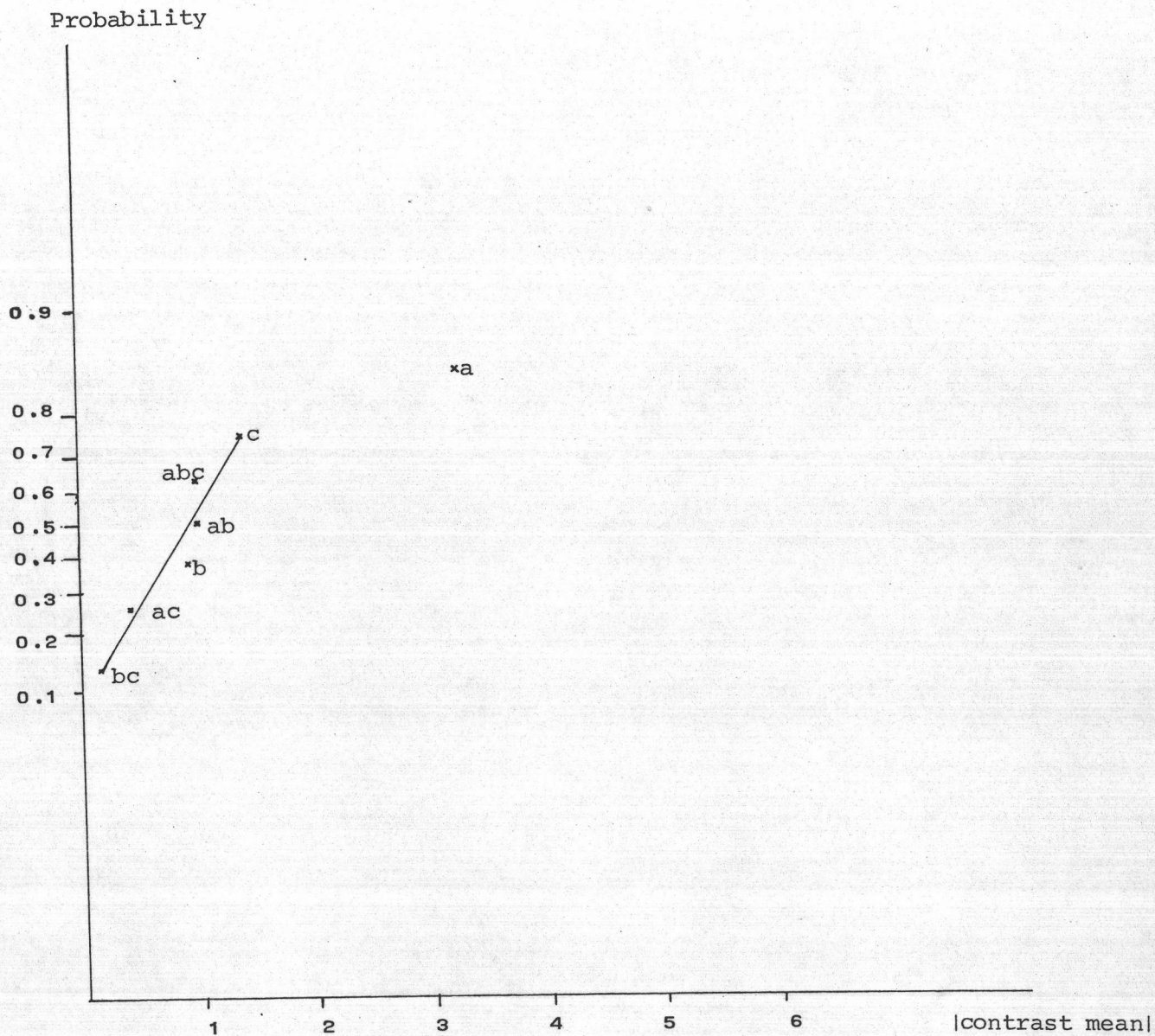
กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร
เกี่ยวกับปริมาณเก่าในแป้งมันฝรั่ง โดยมีตัวแปรในกระบวนการผลิต
แบ่งคือ

a = พันธุ์

b = ขนาด

c = จำนวนครั้งของการบด

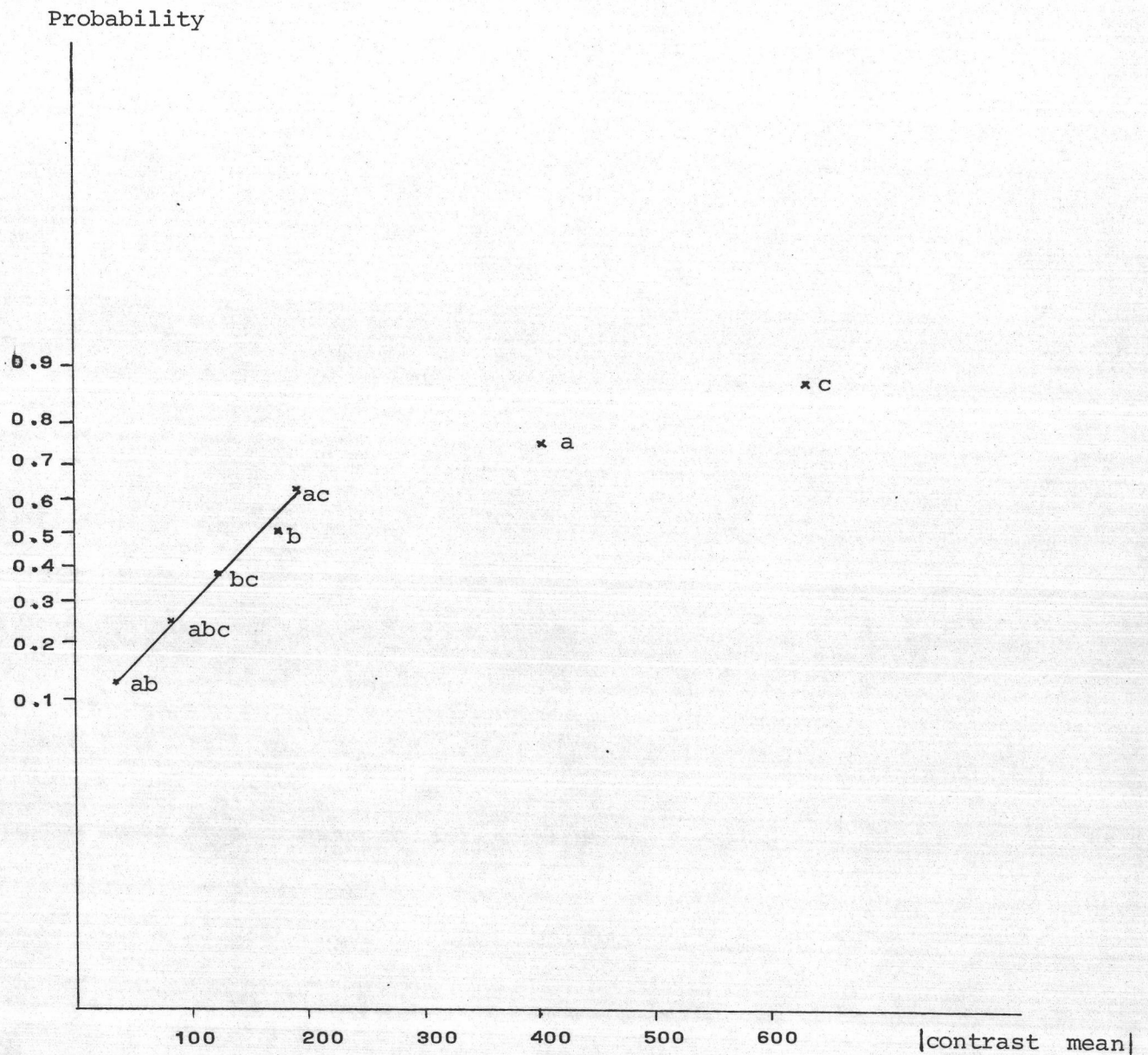
(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 39 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร
เกี่ยวกับอุณหภูมิแห้งสุกของแป้งมันฝรั่ง โดยมีตัวแปรในกระบวนการผลิตแห้งคือ

- a = พันธุ์
- b = ขนาด
- c = จำนวนครั้งของการบด

(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)

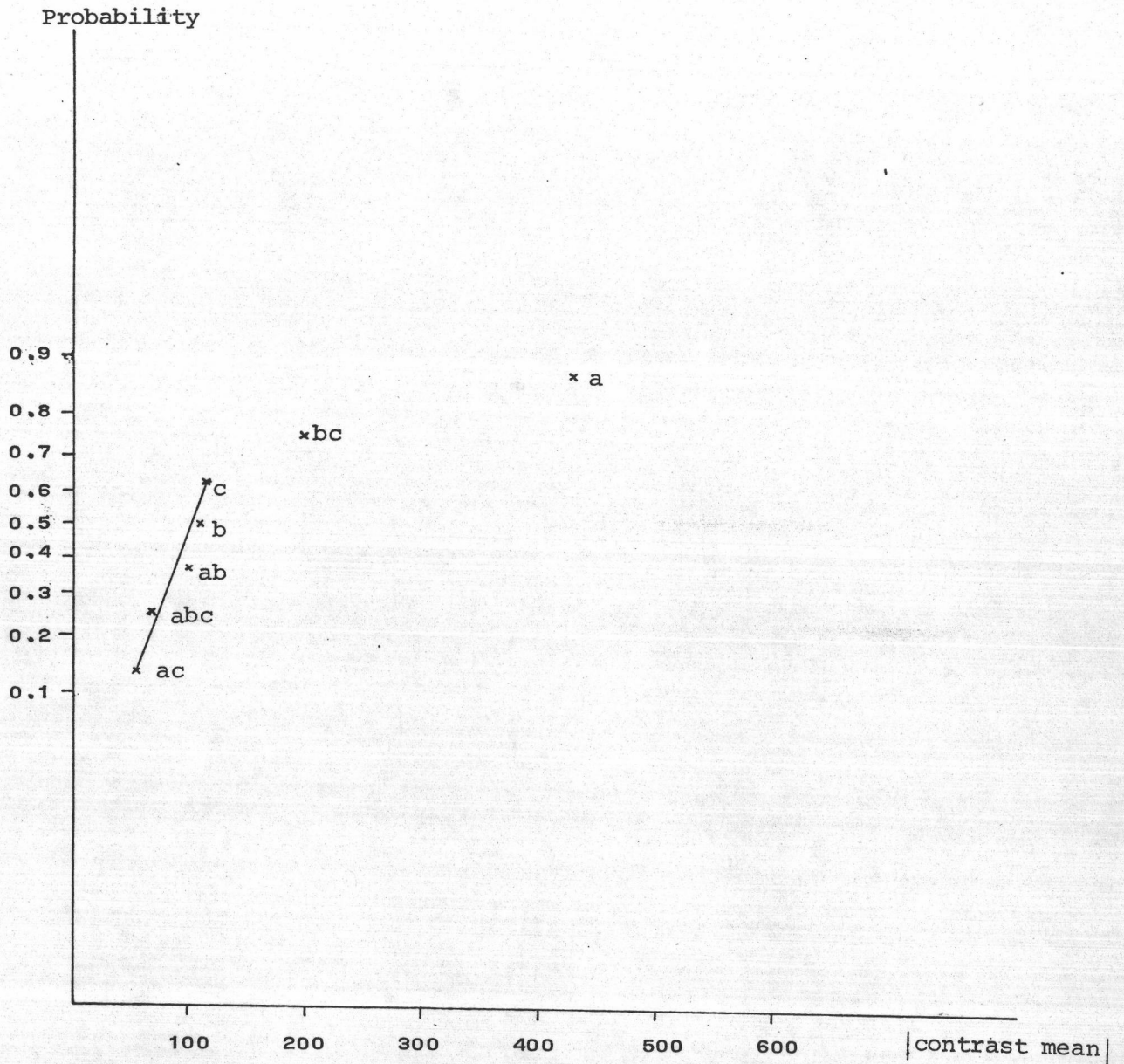


รูปที่ 40 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปรเกี่ยวกับ ความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่อุณหภูมิ 95°C โดยมีตัวแปรในกระบวนการผลิตแบ่ง

คือ

- a = พันธุ์
- b = ขนาด
- c = จำนวนครั้งของการบด

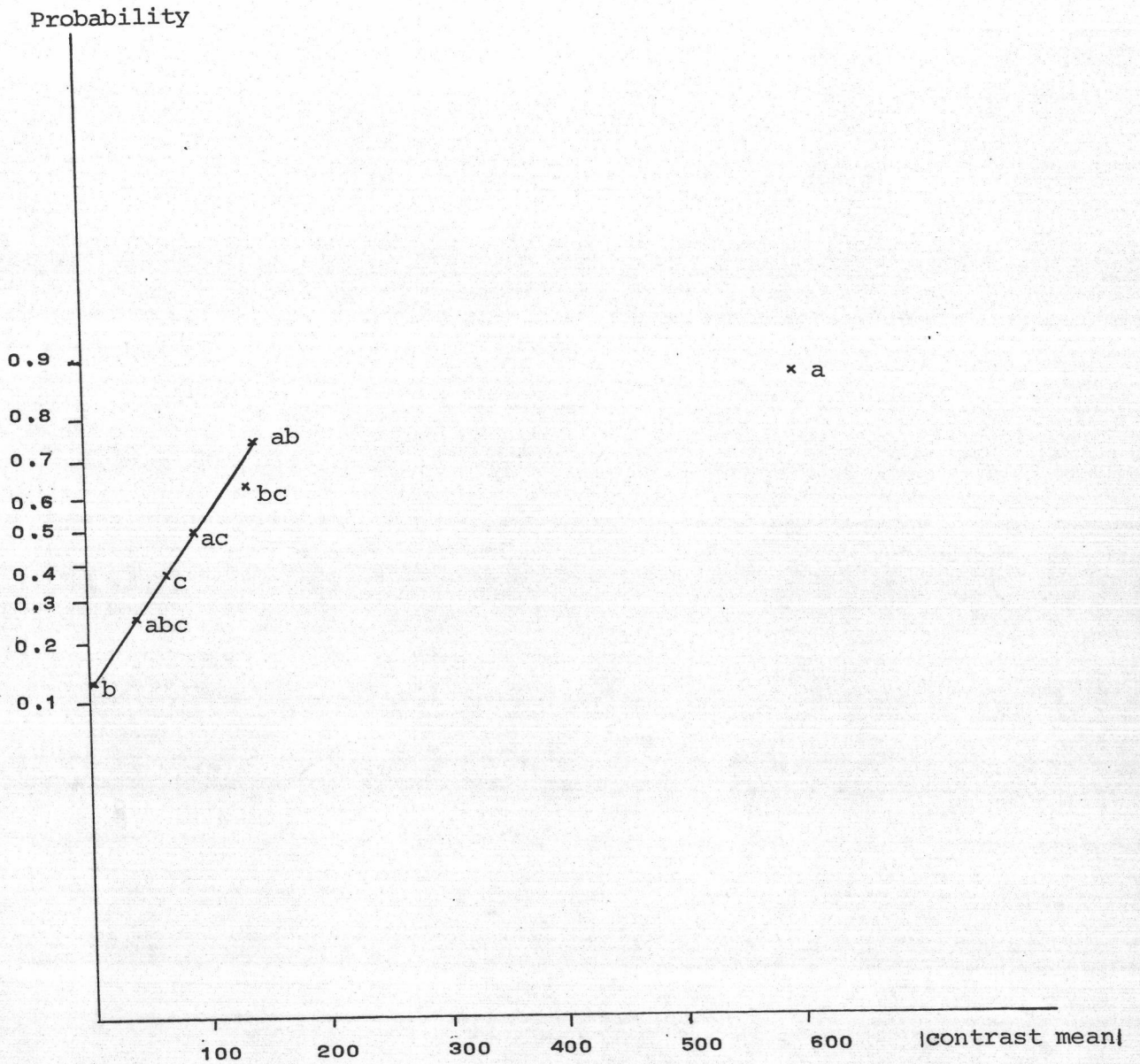
(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 41 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร
เกี่ยวกับความหนักของแบริ่งมันฝรั่งที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที โดยมีตัวแปร
ในกระบวนการผลิตแบ่ง คือ

- a = พันธุ์
- b = ขนาด
- c = จำนวนครั้งของการบด

(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)



รูปที่ 42 กราฟแสดงค่า |contrast mean| กับ probability ของตัวแปร
เกี่ยวกับความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่อุณหภูมิเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ โดยมี
ตัวแปรในกระบวนการผลิตแป้ง คือ

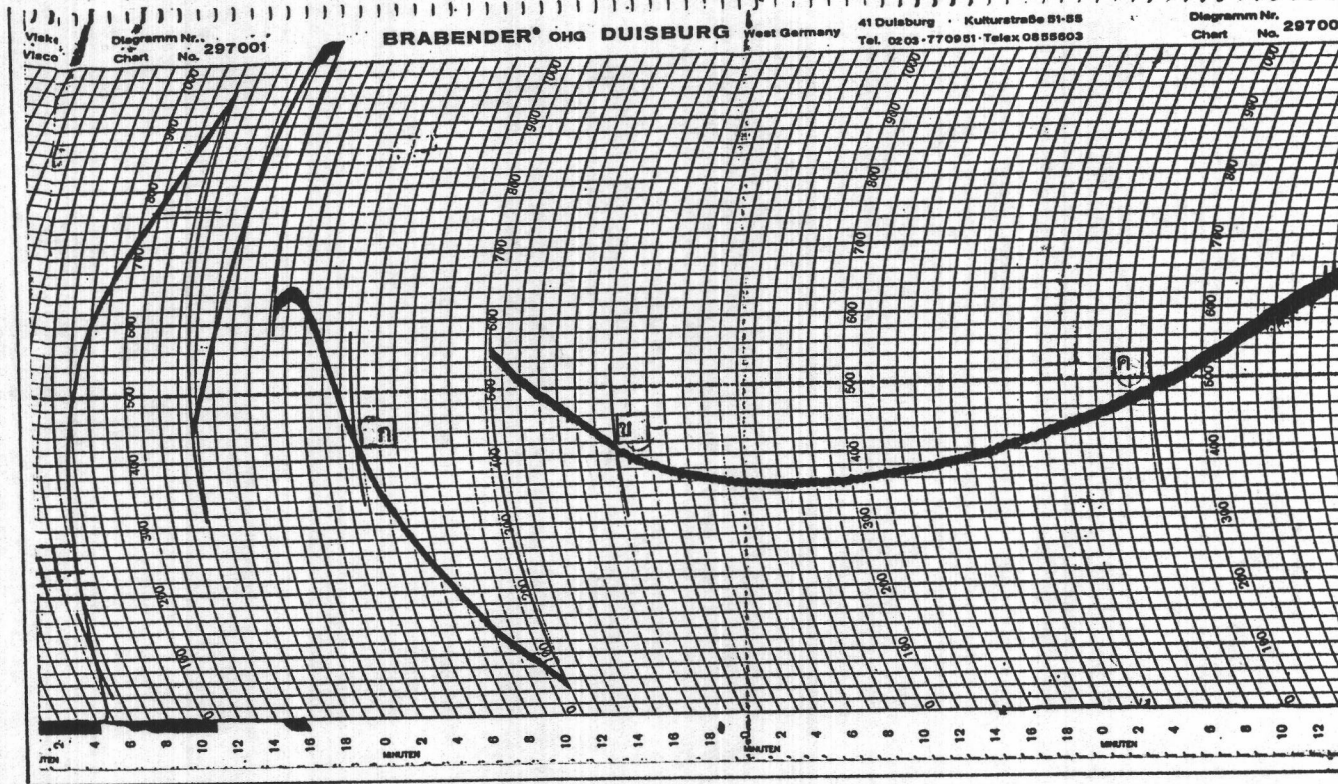
a = พันธุ์

b = ขนาด

c = จำนวนครั้งของการบด

(ดูการคำนวณในภาคผนวก ข.2)

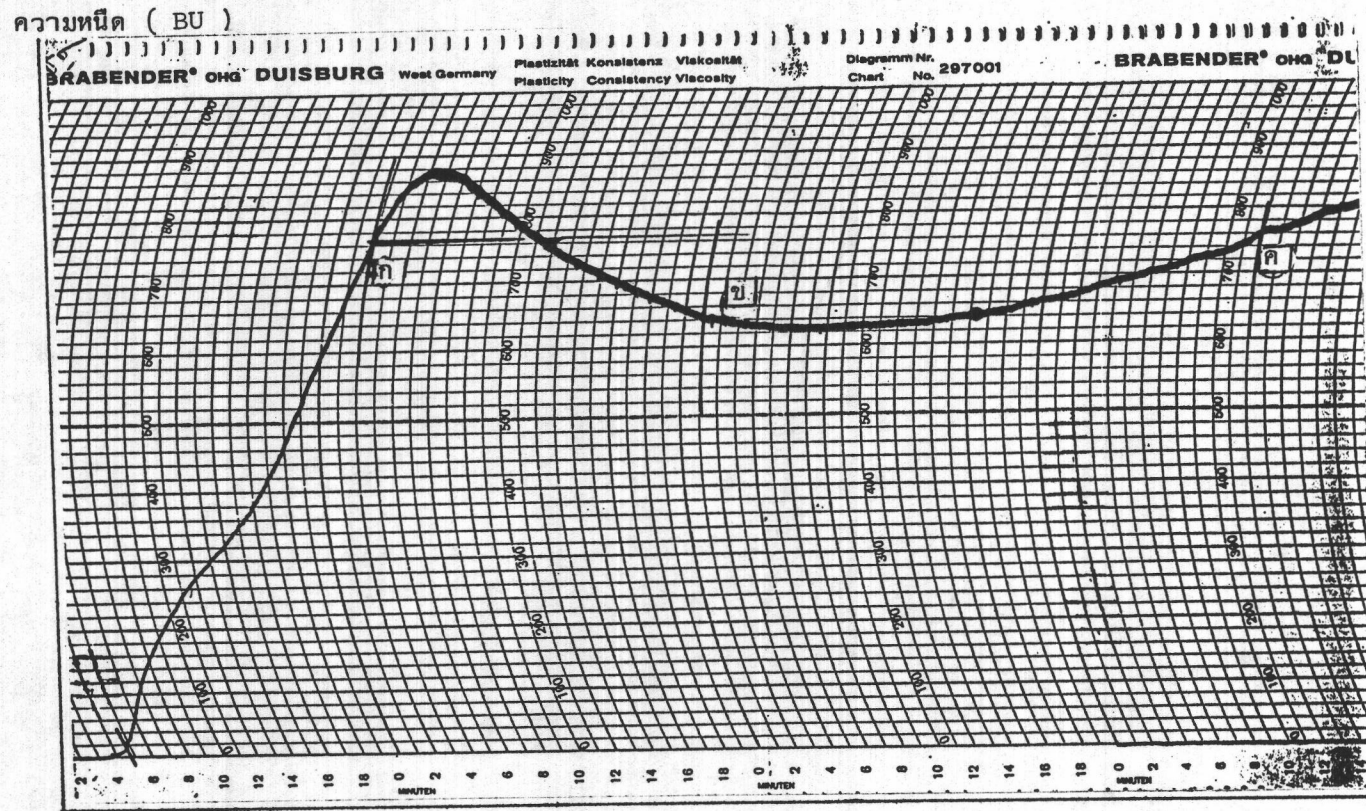
ความหนืด (BU)



เวลา (นาที)

รูปที่ 43 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่งเคนนีเบคขนาด 90-140 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ

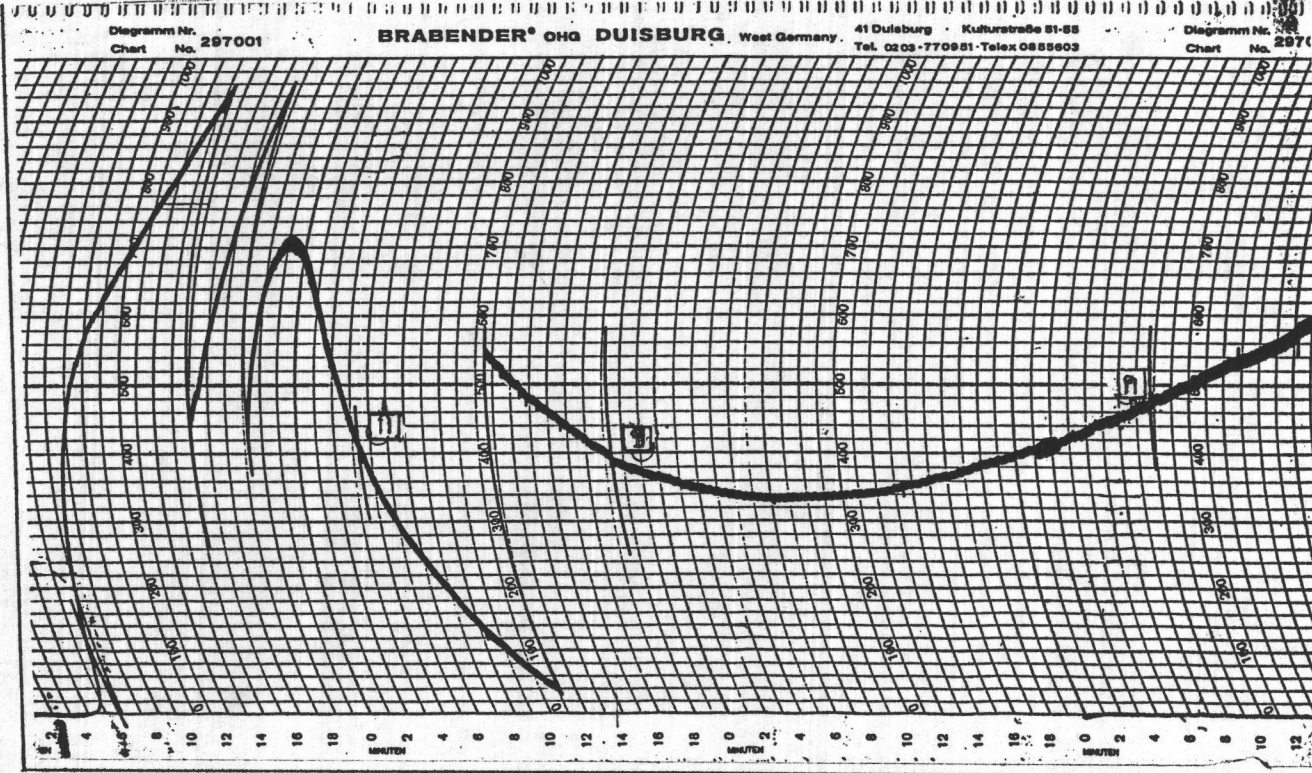


รูปที่ 44

กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่งเคนนีเบคขนาด 90-140 กรัม/ลูก
 ผ่านการบดครั้งที่ 2

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นถึง 50 °ซ

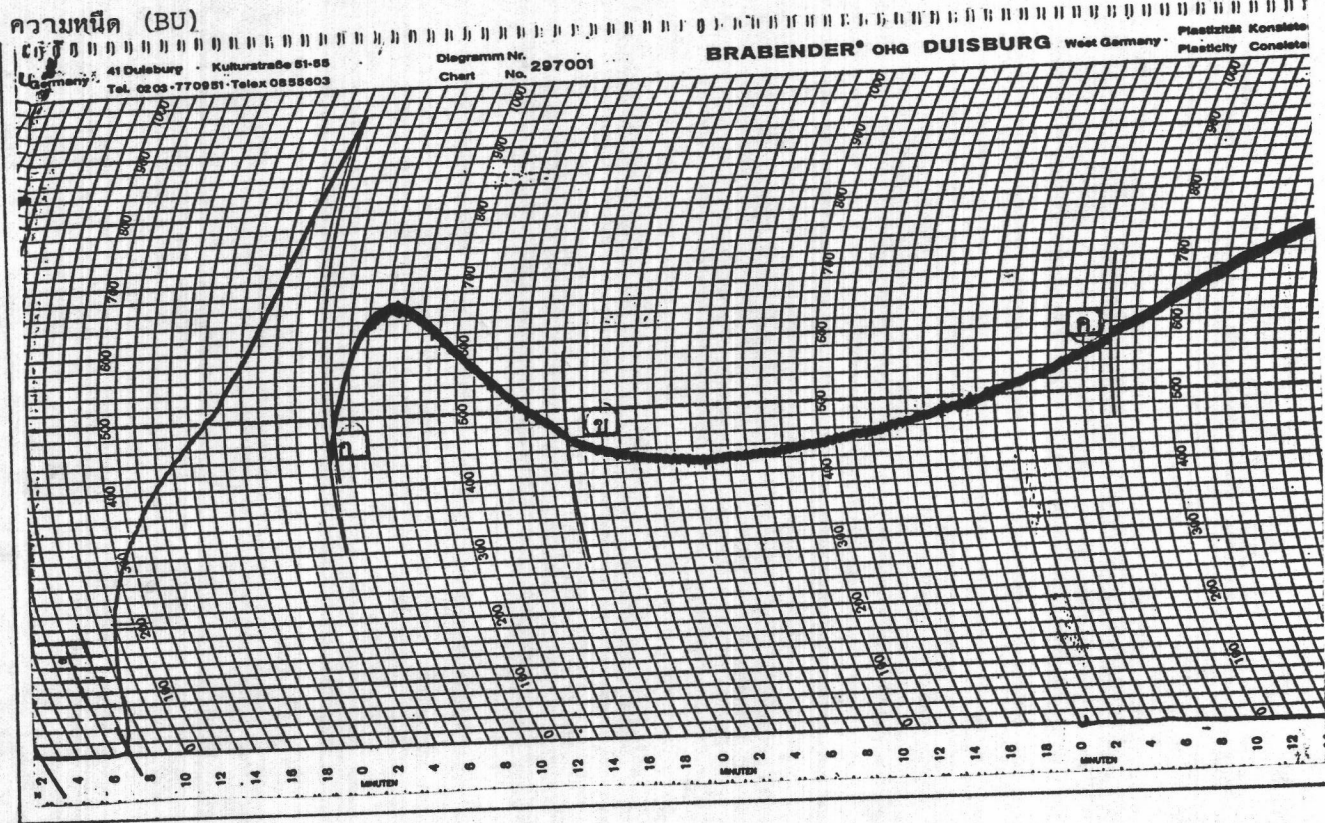
ความหนืด (BU)



เวลา (นาที)

รูปที่ 45 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่ง เคนนี เบคขนาด 141 - 250 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1

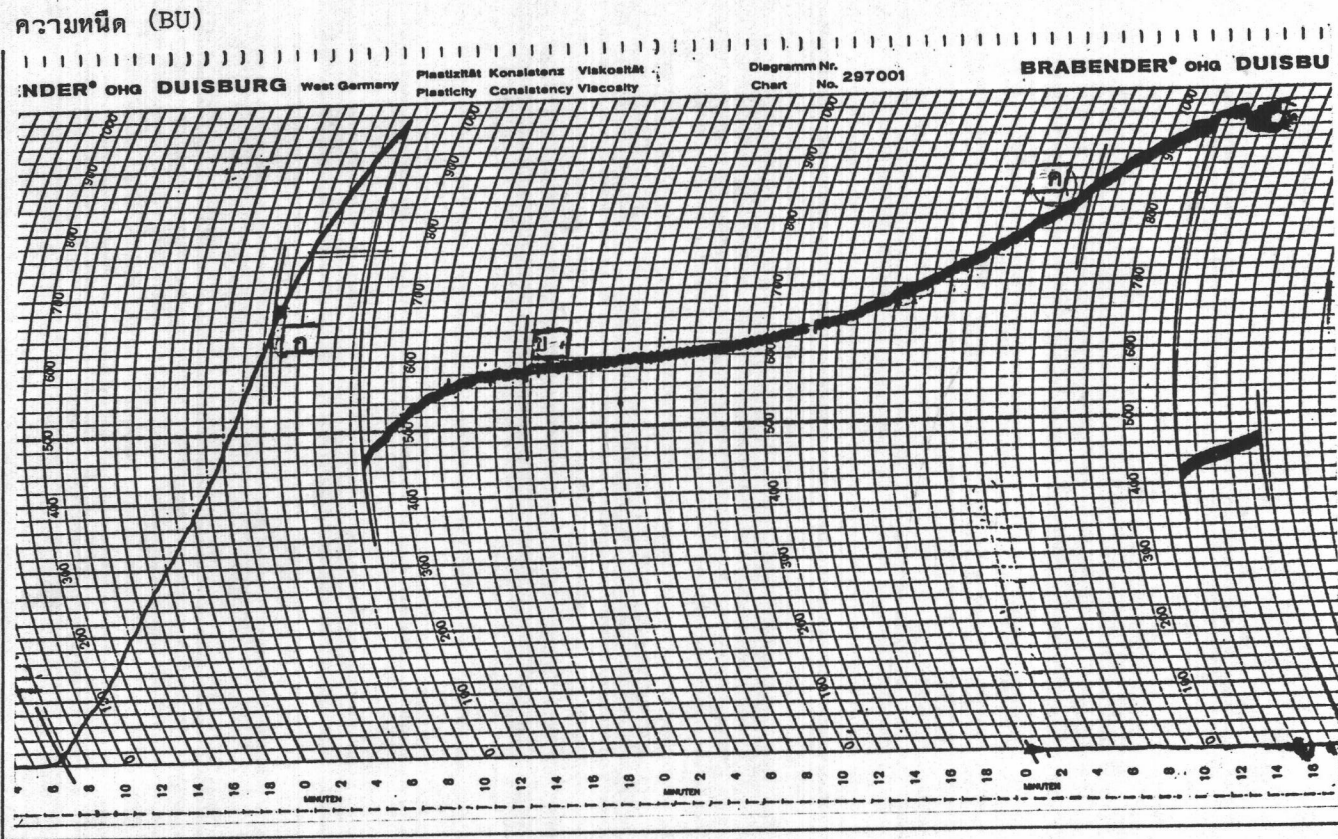
- 1 วัดด้วย เครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ



รูปที่ 46 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่ง เคนนี เบคขนาด 141-250 กรัม/ลูก

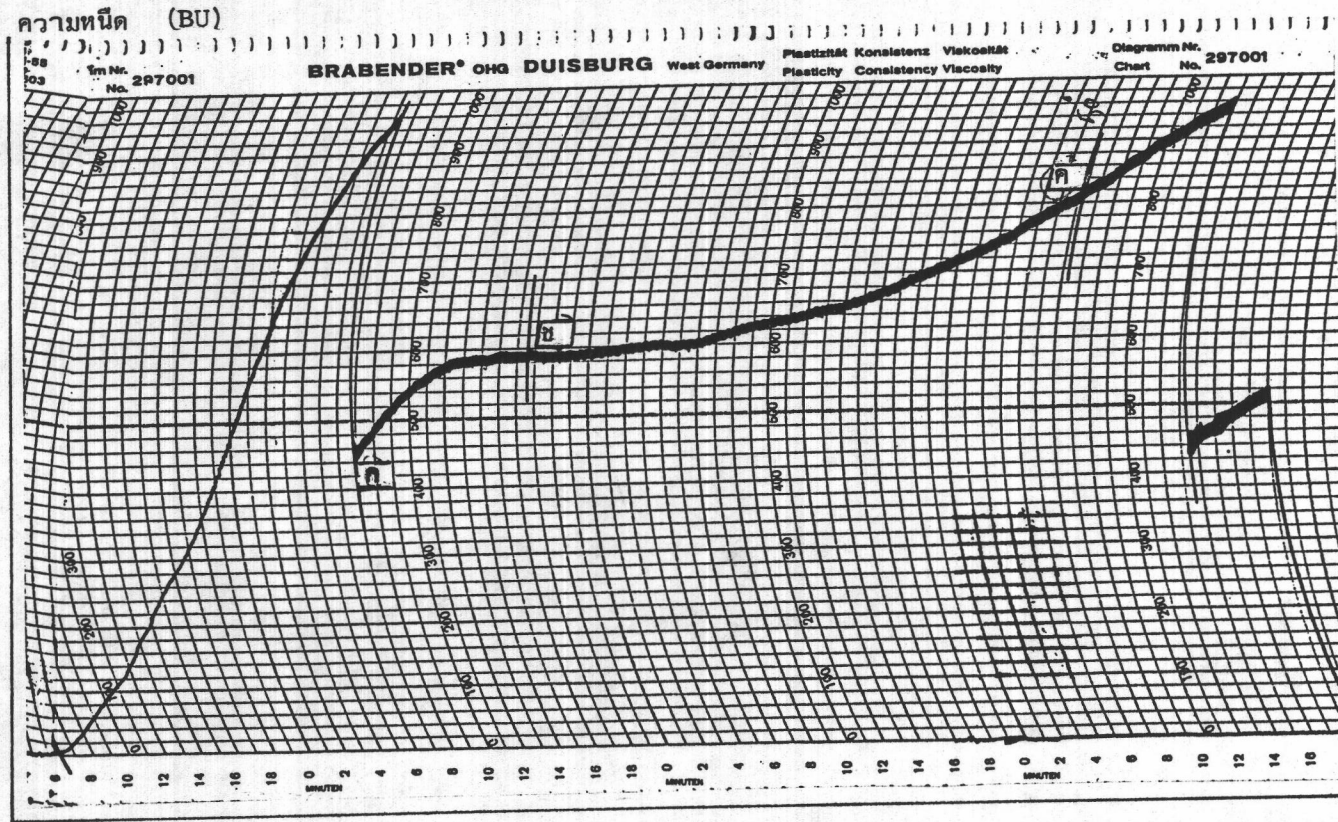
ผ่านการบดครั้งที่ 2

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ



รูปที่ 47 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่งสปุนดำขนาด 90-140 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1

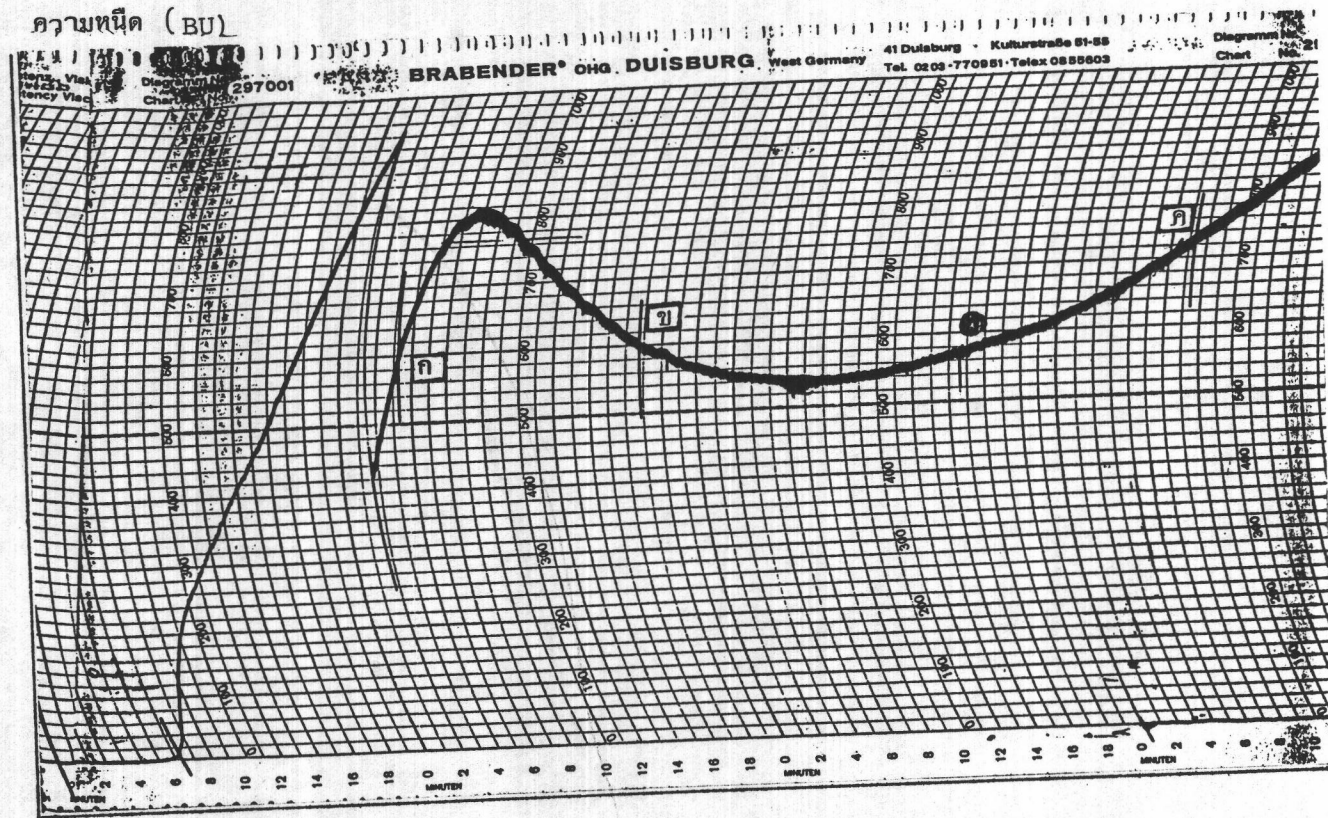
- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เย็นลงถึง 50 °ซ



รูปที่ 48

กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่งสุบุนต้า ขนาด 90-140 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 2

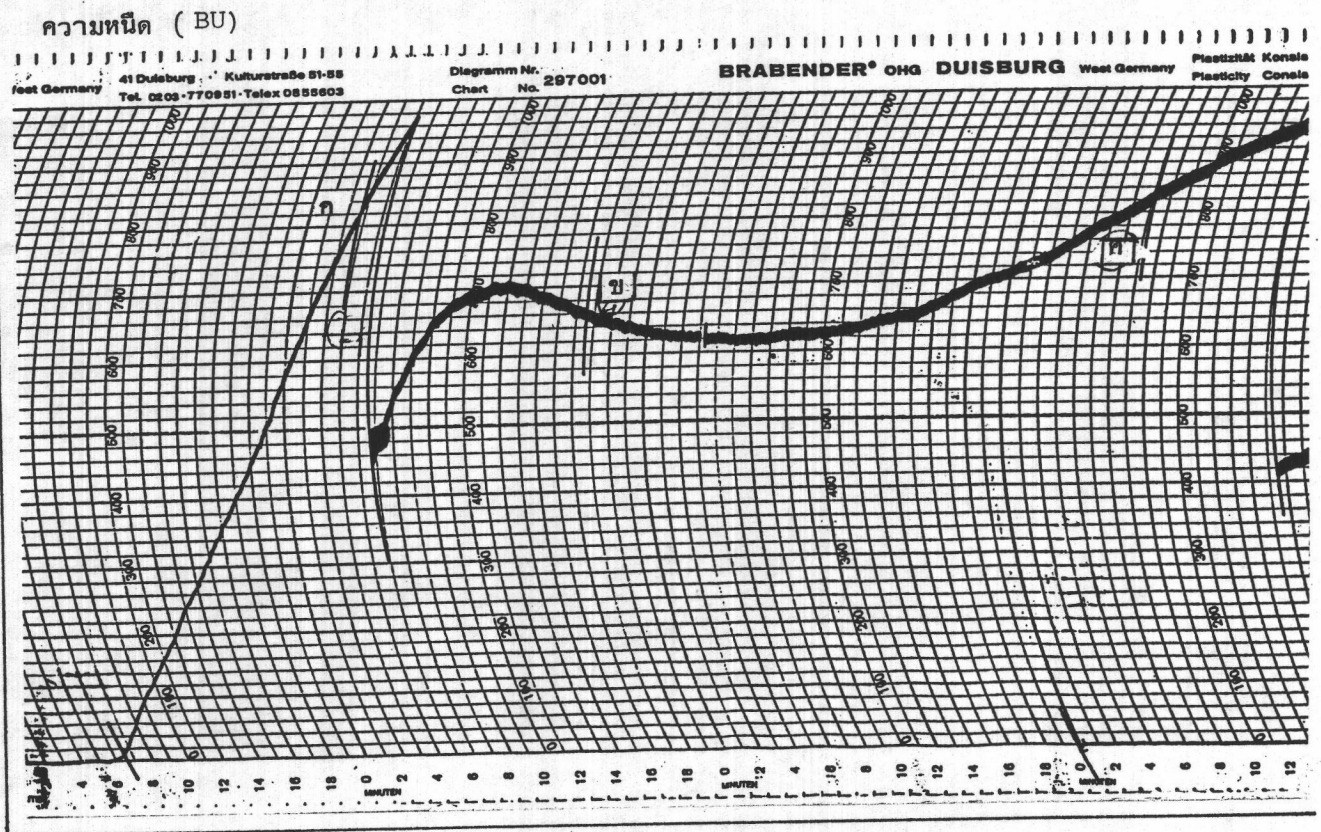
- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ



รูปที่ 49 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งจากมันฝรั่งสปุนค้าขนาด 141-250 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 1

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95°ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95°ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นลง 50°ซ





รูปที่ 50 กราฟแสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่ผลิตจากมันฝรั่งสปุนดำขนาด 141-250 กรัม/ลูก ผ่านการบดครั้งที่ 2

- 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 2 ก = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ
- ข = ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที
- ค = ที่อุณหภูมิเย็นลงถึง 50 °ซ

6. ผลของความชื้นของแป้ง ชนิดภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของแป้ง
มันฝรั่ง เคนนี เบคและสปุนต้า

6.1 แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค การตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งด้านความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ อุณหภูมิแป้งสูง ความหนืดที่ 95 °ซ ความหนืดที่ 95 °ซนาน 20 นาที และความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ factorial experiment with complete block ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 22, 23, 24, 25 และ 26 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าตัวเลขแสดงอิทธิพล (factorial effect) ของตัวแปรเกี่ยวกับคุณสมบัติที่ทำการตรวจสอบแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค เมื่อเก็บแป้งครบตามกำหนดเวลา ได้แสดงในตารางที่ 27

6.2 แป้งมันฝรั่งสปุนต้า การตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งด้านความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ อุณหภูมิแป้งสูง ความหนืดที่ 95 °ซ ความหนืดที่ 95 °ซนาน 20 นาที และความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ factorial experiment with complete block ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 28, 29, 30, 31 และ 32 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าตัวเลขแสดงอิทธิพล (factorial effect) ของตัวแปรเกี่ยวกับสมบัติที่ทำการตรวจสอบแป้งมันฝรั่งสปุนต้า เมื่อเก็บแป้งครบตามกำหนดเวลาได้แสดงในตารางที่ 33

ตารางที่ 22 แสดงคุณสมบัติของแมงมันฝรั่ง เคนนี เบคในการ เกาะเกี่ยวน้ำ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ (%) [*]			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	70.05 ^a _{+0.05}	69.48 ^b _{+0.23}	68.68 ^c _{+0.28}	66.18 ^d _{+0.18}
	E	70.05 ^a _{+0.05}	69.08 ^b _{+0.07}	68.38 ^c _{+0.38}	66.89 ^d _{+0.11}
14	P	66.85 ^d _{+0.27}	64.13 ^e _{+0.13}	63.47 ^f _{+0.29}	61.25 ^g _{+0.20}
	E	66.85 ^d _{+0.27}	65.37 ^h _{+0.26}	65.05 ⁱ _{+0.05}	62.45 ^j _{+0.06}
10	P	63.28 ^k _{+0.18}	62.86 ^l _{+0.09}	59.54 ^m _{+0.26}	58.33 ⁿ _{+0.23}
	E	63.28 ^k _{+0.18}	62.45 ^l _{+0.45}	60.44 ^m _{+0.19}	59.46 ⁿ _{+0.45}
6	P	61.28 ^o _{+0.33}	59.09 ^m _{+0.09}	58.13 ^p _{+0.09}	56.23 ^q _{+0.07}
	E	61.28 ^o _{+0.33}	60.37 ^m _{+0.09}	59.95 ^p _{+0.05}	56.54 ^q _{+0.21}

1 *ค่าเฉลี่ยที่มี อักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับความ เชื่อมั่น 95%

2 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

3 การคำนวณดูในภาคผนวก ข. 3.1

ตารางที่ 23 แสดงอุณหภูมิแข็งสุดของแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	อุณหภูมิแข็งสุด (°ซ) *			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00
	E	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00	68.00 ^a ± 0.00
14	P	68.50 ^b ± 0.50	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^c ± 0.00
	E	68.50 ^b ± 0.50	68.50 ^b ± 0.50	68.75 ^b ± 0.25	68.75 ^b ± 0.25
10	P	69.00 ^c ± 0.00	69.25 ^d ± 0.25	69.25 ^d ± 0.25	69.25 ^d ± 0.25
	E	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^c ± 0.00
6	P	69.00 ^c ± 0.00	69.00 ^e ± 0.50	70.00 ^e ± 0.00	70.00 ^e ± 0.00
	E	69.00 ^c ± 0.00	69.25 ^d ± 0.25	69.75 ^d ± 0.25	69.75 ^d ± 0.25

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 24 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบคที่อุณหภูมิ 95 °ซ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °ซ (BU) *			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	1395 ^a ₊₁₅	1090 ^b ₊₁₀	1020 ^{cd} ₊₂₀	970 ^d ₊₃₀
	E	1395 ^a ₊₁₅	1210 ^b ₊₁₀	1000 ^{cd} ₊₁₀	960 ^d ₊₁₀
14	P	1070 ^{be} ₊₃₀	980 ^{cd} ₊₂₀	940 ^f ₊₁₀	850 ^g ₊₁₀
	E	1070 ^{be} ₊₃₀	970 ^{cd} ₊₁₀	920 ^f ₊₁₀	870 ^g ₊₁₀
10	P	1000 ^{cd} ₊₁₀	990 ^d ₊₂₀	1015 ^{cd} ₊₅	720 ^h ₊₂₀
	E	1000 ^{cd} ₊₁₀	950 ^d ₊₁₀	965 ^{cd} ₊₁₀	810 ^h ₊₁₀
6	P	1010 ^{ce} ₊₂₀	975 ^f ₊₁₅	840 ^g ₊₁₀	750 ^h ₊₃₀
	E	1010 ^{ce} ₊₂₀	910 ^f ₊₁₀	860 ^g ₊₂₀	735 ^h ₊₁₅

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 25 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบคที่อุณหภูมิ 95 °ซ
นาน 20 นาที

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความหนืดอุณหภูมิ 95 °ซนาน 20 นาที (BU) [*]			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	880 ^a ₊₁₀	960 ^{bc} ₊₁₀	960 ^c ₊₃₀	940 ^{bc} ₊₁₀
	E	880 ^a ₊₁₀	970 ^{bc} ₊₁₀	995 ^c ₊₁₅	990 ^{bc} ₊₅₀
14	P	940 ^{bd} ₊₂₀	925 ^d ₊₁₅	960 ^{bc} ₊₁₀	985 ^c ₊₅
	E	940 ^{bd} ₊₂₀	940 ^d ₊₁₀	970 ^{bc} ₊₁₀	975 ^c ₊₁₅
10	P	965 ^{ce} ₊₁₅	930 ^d ₊₁₀	965 ^{bde} ₊₅	850 ^f ₊₁₀
	E	965 ^{ce} ₊₁₅	935 ^d ₊₅	950 ^{bde} ₊₁₀	820 ^f ₊₂₀
6	P	950 ^{bde} ₊₁₀	940 ^{cd} ₊₂₀	990 ^c ₊₁₀	840 ^f ₊₁₀
	E	950 ^{bde} ₊₁₀	970 ^{cd} ₊₁₀	965 ^c ₊₂₅	865 ^f ₊₁₅

- 1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%
- 3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene
E = ถุงพลาสติกประเภท eval film
- 4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 26 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค เมื่อ เย็นลงถึง 50 °ซ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความหนืดเมื่อ เย็นลงถึง 50 °ซ (BU) [*]			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	1190 ^a ±10	1110 ^b ±10	1095 ^b ±25	1040 ^c ±40
	E	1190 ^a ±10	1120 ^b ±10	1115 ^b ±5	1100 ^c ±10
14	P	1115 ^d ±15	1080 ^e ±20	1080 ^e ±20	1070 ^f ±30
	E	1115 ^d ±15	1080 ^e ±20	1075 ^e ±15	1055 ^f ±15
10	P	1120 ^g ±20	1080 ^h ±10	1050 ^h ±10	970 ⁱ ±10
	E	1120 ^g ±20	1060 ^h ±10	1060 ^h ±10	990 ⁱ ±50
6	P	1085 ^j ±5	1035 ^k ±55	1040 ^k ±40	970 ^l ±10
	E	1085 ^j ±5	1070 ^k ±30	1055 ^k ±35	990 ^l ±30

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 27 แสดงค่าตัวเลขอิทธิพล (Factorial effect) ของตัวแปร เกี่ยวกับสมบัติที่ทำการตรวจสอบ
 แม่ยั้งฝรั่ง เคนนี เบค เมื่อ เก็บแม่ยั้งครบตามกำหนดเวลา

SOV ¹	Factorial effect				
	สมบัติที่ตรวจสอบ				
	ความสามารถในการ เกาะเกี่ยวน้ำ	อุณหภูมิแม่ยั้งสูง	ความหนืดที่ 95 °ซ	ความหนืดที่ 95 °ซ นาน 20 นาที	ความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ
A	+ 506.8	-203.5	+12140.0	+ 1140.0	+ 4220.0
B	+18.0	-4.5	+ 40.0	+ 200.0	+ 120.0
C	-232.6	+18.5	-11518.0	-860.0	-5080.0
AB	-15.0	+ 4.5	+ 880.0	+500.0	+ 60.0
AC	+ 52.6	+34.5	-6380.0	+8520.0	-1440.0
BC	+23.6	-4.5	+360.0	+100.0	+ 480.0
ABC	+3.0	+4.5	-1680.0	+1080.0	+ 560.0

- 1 A = ระดับความขึ้นของแม่ยั้ง
 B = ชนิดของภาชนะบรรจุ
 C = ระยะเวลาการ เก็บรักษา

2 คำนวณตามที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข. 3.2

ตารางที่ 28 แสดงคุณสมบัติของแมงมันฝรั่งสปุนดำในการ เกาะ เกี่ยวน้ำ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความสามารถในการ เกาะ เกี่ยวน้ำ (%) [*]			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	59.89 ^a _{+0.03}	58.58 ^b _{+0.13}	56.66 ^c _{+0.34}	55.11 ^d _{+0.11}
	E	59.89 ^a _{+0.03}	58.57 ^e _{+0.24}	57.69 ^f _{+0.09}	57.08 ^g _{+0.03}
14	P	56.28 ^d _{+0.18}	55.78 ^h _{+0.18}	53.33 ⁱ _{+0.08}	52.23 ^j _{+0.23}
	E	56.28 ^d _{+0.18}	55.81 ^k _{+0.18}	54.60 ^l _{+0.02}	54.10 ^m _{+0.10}
10	P	53.48 ⁿ _{+0.23}	51.67 ^o _{+0.21}	50.08 ^p _{+0.03}	49.51 ^q _{+0.26}
	E	53.48 ⁿ _{+0.23}	52.80 ^r _{+0.10}	52.13 ^s _{+0.12}	50.49 ^t _{+0.16}
6	P	51.40 ^u _{+0.20}	50.85 ^v _{+0.10}	50.13 ^w _{+0.13}	48.52 ^x _{+0.34}
	E	51.40 ^u _{+0.20}	50.32 ^v _{+0.09}	50.73 ^w _{+0.07}	49.18 ^y _{+0.18}

- *ค่าเฉลี่ยที่มี อักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความ เชื่อมั่น 95%
- P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene
E = ถุงพลาสติกประเภท eval film
- การคำนวณดูในภาคผนวก ข. 3.1

ตารางที่ 29 แสดงอุณหภูมิแข็งสุดของแป้งมันฝรั่งสพุนค้ำ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	อุณหภูมิแข็งสุด (°ซ) [*]			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	69.50 ^a _{+0.50}	69.50 ^a _{+0.50}	69.50 ^a _{+0.50}	69.50 ^a _{+0.50}
	E	69.50 ^a _{+0.50}	69.75 ^a _{+0.25}	69.75 ^a _{+0.25}	70.00 ^a _{+0.00}
14	P	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}
	E	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}
10	P	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}
	E	70.50 ^b _{+0.50}	70.50 ^b _{+0.50}	70.75 ^b _{+0.75}	71.25 ^b _{+0.25}
6	P	71.00 ^c _{+0.00}	71.00 ^c _{+0.00}	71.50 ^c _{+0.50}	71.50 ^c _{+0.50}
	E	71.00 ^c _{+0.00}	71.00 ^c _{+0.00}	71.25 ^c _{+0.25}	71.50 ^c _{+0.50}

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 30 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งสປุ่นค้ำที่อุณหภูมิ 95 °ซ

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °ซ (BU) *			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	815 ^a ±5	650 ^b ± 10	630 ^c ±10	595 ^d ± 5
	E	815 ^a ±5	690 ^b ± 10	640 ^c ±20	535 ^d ± 5
14	P	580 ^e ±15	535 ^f ± 5	495 ^g ±5	435 ^h ± 5
	E	580 ^e ±10	515 ^f ± 5	475 ^g ±5	375 ^h ± 5
10	P	565 ^d ±5	505 ⁱ ± 5	440 ^j ±0	370 ^k ± 10
	E	565 ^d ±5	510 ⁱ ± 10	475 ^j ±5	345 ^k ± 5
6	P	555 ^d ±25	475 ^j ± 5	410 ^l ±10	370 ^k ± 10
	E	555 ^d ±25	465 ^j ± 5	430 ^l ±10	350 ^k ± 10

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 31 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งสพุน้ำที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที

ความชื้น (%)	ชนิด ภาชนะ บรรจุ	ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 20 นาที (BU) *			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	1080 ^a ± 80	960 ^b ± 60	945 ^{bc} ± 50	920 ^{de} ± 10
	E	1080 ^a ± 80	985 ^b ± 45	950 ^{bc} ± 70	830 ^{de} ± 30
14	P	890 ^{de} ± 10	900 ^{de} ± 10	870 ^e ± 50	735 ^f ± 5
	E	890 ^{de} ± 10	845 ^{de} ± 5	840 ^e ± 40	670 ^f ± 10
10	P	910 ^{dc} ± 10	835 ^e ± 15	755 ^g ± 15	610 ^h ± 10
	E	910 ^{dc} ± 10	860 ^e ± 10	800 ^g ± 10	620 ^h ± 20
6	P	880 ^{de} ± 20	825 ^g ± 5	725 ^f ± 5	590 ^h ± 50
	E	880 ^{de} ± 20	790 ^g ± 10	735 ^f ± 5	630 ^h ± 10

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 32 แสดงความหนืดของแป้งมันฝรั่งสปุนดำ เมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ

ความชื้น (%)	ชนิด ลักษณะ บรรจุ	ความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °ซ (BU) *			
		ระยะเวลา (เดือน)			
		0	1	2	3
18	P	1280 ^a ± 60	1240 ^b ± 60	1240 ^c ± 40	1190 ^d ± 10
	E	1280 ^a ± 60	1250 ^b ± 50	1230 ^c ± 70	1190 ^d ± 50
14	P	1270 ^e ± 50	1220 ^f ± 60	1210 ^g ± 50	1180 ^h ± 20
	E	1270 ^e ± 50	1245 ^f ± 55	1210 ^g ± 70	1110 ^h ± 110
10	P	1260 ^e ± 40	1230 ^f ± 30	1210 ^g ± 30	1140 ^h ± 20
	E	1260 ^e ± 40	1240 ^f ± 40	1220 ^g ± 20	1080 ^h ± 60
6	P	1240 ⁱ ± 40	1220 ^j ± 20	1210 ^k ± 30	1050 ^l ± 90
	E	1240 ⁱ ± 40	1210 ^j ± 30	1160 ^k ± 80	1060 ^l ± 80

1 * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph ความเข้มข้นแป้ง 5%

3 P = ถุงพลาสติกประเภท polyethylene

E = ถุงพลาสติกประเภท eval film

4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.3.1

ตารางที่ 33 แสดงค่าตัวเลขอิทธิพล (factorial effect) ของตัวแปรเกี่ยวกับสมบัติที่ทำการตรวจสอบ
 แม่กิ่งฝรั่งสนุนดำ เมื่อเก็บแม่กิ่งครบตามกำหนดเวลา

SOV ¹	Factorial effect				
	สมบัติที่ตรวจสอบ				
	ความสามารถในการ เกาะเกี่ยวน้ำ	อุณหภูมิแม่กิ่งสูง	ความหนืดที่ 95 °ซ	ความหนืดที่ 95 °ซ นาน 20 นาที	ความหนืดเมื่อเย็นลง ถึง 50 °ซ
A	+ 414.8	-78.5	+10990.0	+10850.0	+3170.0
B	+ 22.2	+ 3.5	-210.0	-230.0	-130.0
C	-173.2	+15.5	-10630.0	-12250.0	-6930.0
AB	+ 20.0	+ 5.5	-230.0	-910.0	+ 370.0
AC	-59.8	-18.5	-1370.0	+ 4470.0	+3990.0
BC	+ 42.2	+ 3.0	-930.0	-490.0	-930.0
ABC	+ 29.4	+ 5.5	-1350.0	-3170.0	-130.0

- 1 A = ระดับความชื้นของแม่กิ่ง
 B = ชนิดภาชนะบรรจุ
 C = ระยะเวลาการเก็บรักษา

2 คำนวณตามที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข. 3.2

7. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ทำวัน เส้น

จากการศึกษารูปร่างและขนาดเม็ดแป้งมันฝรั่ง เคนนี เบคและสปุนต้าด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM-35CF กำลังขยาย 480 เท่า แสดงในรูปที่ 23 และ 25 ส่วนแป้งถั่วเขียวศึกษาด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM T-20 กำลังขยาย 750 เท่า ดังรูปที่ 51 การเตรียมตัวอย่างใช้วิธีการเดียวกัน สภาวะอื่น ๆ ในการทดลอง เช่นเดียวกัน ต่างกันที่ กำลังขยาย เพราะแป้งถั่วเขียวขนาดเล็กกว่าการวัดขนาดเม็ดแป้งด้วยกำลังขยาย 480 เท่า ไม่ชัดเจนเท่าที่ควรจึงใช้กำลังขยาย 750 เท่า ส่วนผลการทดลองคุณสมบัติของแป้งแสดงในตารางที่ 34

การศึกษารายละเอียดคุณสมบัติแป้งสุกของแป้งที่ใช้ทำวัน เส้นด้วยอุปกรณ์ DSC ผลการทดลองได้แสดงในรูปที่ 52

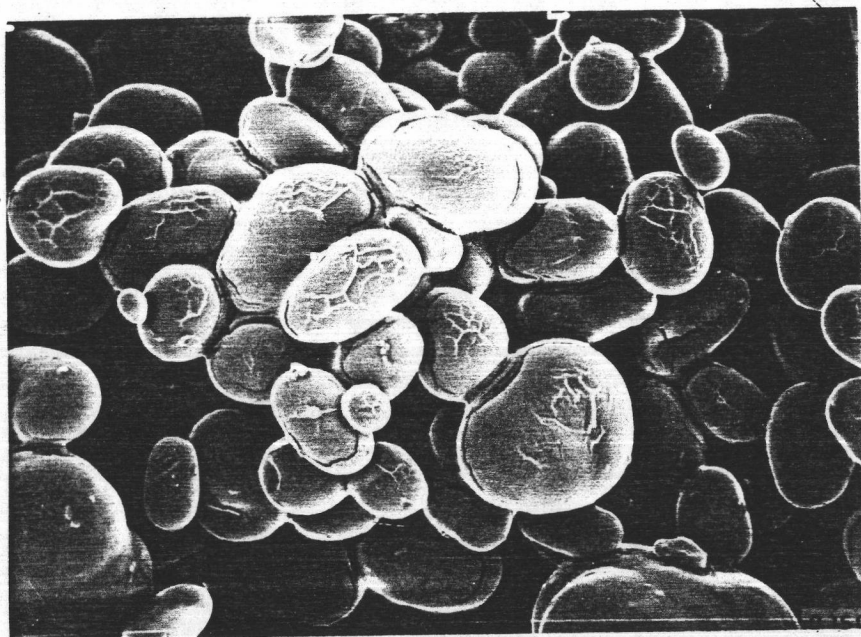
8. ผลการตรวจสอบคุณภาพของวัน เส้นที่ทำจากแป้งต่างกัน

8.1 การตรวจสอบคุณภาพของวัน เส้น (ความชื้น 14%) ในเรื่องขนาดและความเหนียว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ทำการทดลองหาค่าเฉลี่ยครั้งละ 5 จุด ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 35

8.2 อัตราการคืนตัวและปริมาณน้ำในวัน เส้น นำวัน เส้นปริมาณ 3 กรัม ลวกในน้ำเดือดระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 นาที ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ผลการทดลองดังรูปที่ 53 และ 54 ตามลำดับ

8.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของวัน เส้นทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ใช้ผู้ชิม 15 คน วัน เส้นทำการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที ผลการทดลองในเรื่องคะแนนเฉลี่ยแสดงไว้ในรูปที่ 55

ส่วนผลการทดลองในเรื่องความชอบ แสดงไว้ในรูปที่ 56 และผลการทดสอบความแตกต่างในด้านความ เหนียวของวัน เส้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 36 ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่สามารถบอกความแตกต่างได้ตามที่ได้จัดคู่วัน เส้นที่ทำจากแป้งต่างกันไว้ด้วยกัน ส่วนการจัดลำดับความ เหนียวของวัน เส้นผลการทดลองแสดงในตารางที่ 37



รูปที่ 51 ภาพเม็ดแป้งถั่วเขียว กำลังขยาย 750 เท่า
ด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM T-20

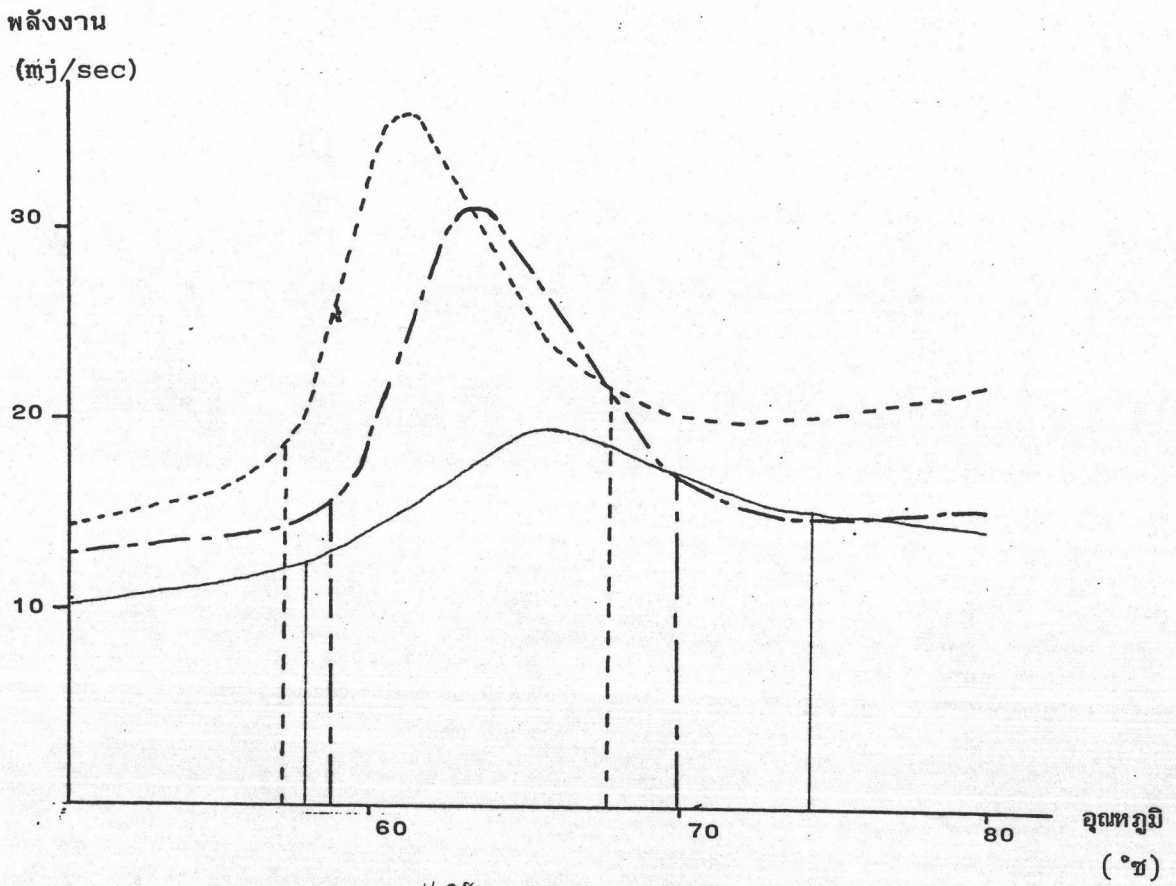
ตารางที่ 34 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของแป้งข้าวเขียว แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบคและสปุนต้า

คุณสมบัติ	ชนิดแป้ง		
	แป้งข้าวเขียว	แป้งมันฝรั่ง	
		เคนนี เบค	สปุนต้า
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมโครเมตร)	20.49 \pm 5.00	30.00 \pm 10.00	50.00 \pm 15.00
ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ (%)	52.16 \pm 0.50	59.89 \pm 0.03	70.35 \pm 0.19
ปริมาณอะไมโลส (%)	17.54 \pm 0.25	23.18 \pm 0.13	21.12 \pm 0.02
อุณหภูมิแป้งสุก ($^{\circ}$ ซ)	71.00* \pm 0.50	69.50** \pm 0.50	68.00** \pm 0.30
ความหนืดที่ 95 $^{\circ}$ ซ (BU)	320.00* \pm 40.00	815.00** \pm 5.00	1395.00** \pm 15.00
ความหนืดที่ 95 $^{\circ}$ ซ นาน 20 นาที (BU)	370.00* \pm 30.00	1080.00** \pm 80.00	880.00** \pm 10.00
ความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 $^{\circ}$ ซ (BU)	820.00* \pm 40.00	1280.00** \pm 60.00	1190.00** \pm 10.00

วัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph

* ความเข้มข้นแป้ง 6%

** ความเข้มข้นแป้ง 5%



X รูปที่ 52 แสดงอุณหภูมิแข็งสุดแล้วพลังงานที่ใช้ในการสุกของแป้งข้าว
 แ่งมันฝรั่ง เคนนี เบคและสปุนต้า ด้วย DSC

- แป้งข้าวเขียว
- แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค
- .-.- แป้งมันฝรั่งสปุนต้า

สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

แป้ง 10 มิลลิกรัม น้ำ 20 ไมโครลิตร

heating rate 10 °ซ/นาที

chart speed 40 มิลลิเมตร/นาที

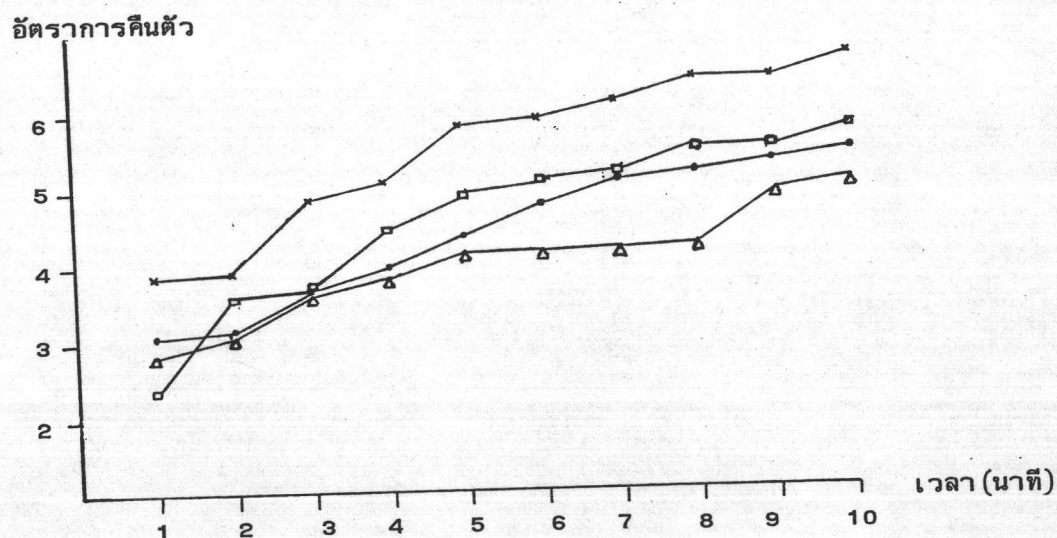
range 50 มิลลิจูล/นาที

nitrogen 50 มิลลิลิตร/นาที

ตารางที่ 35 แสดงขนาดและความเหนียวของวุ้นเส้น (ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์)

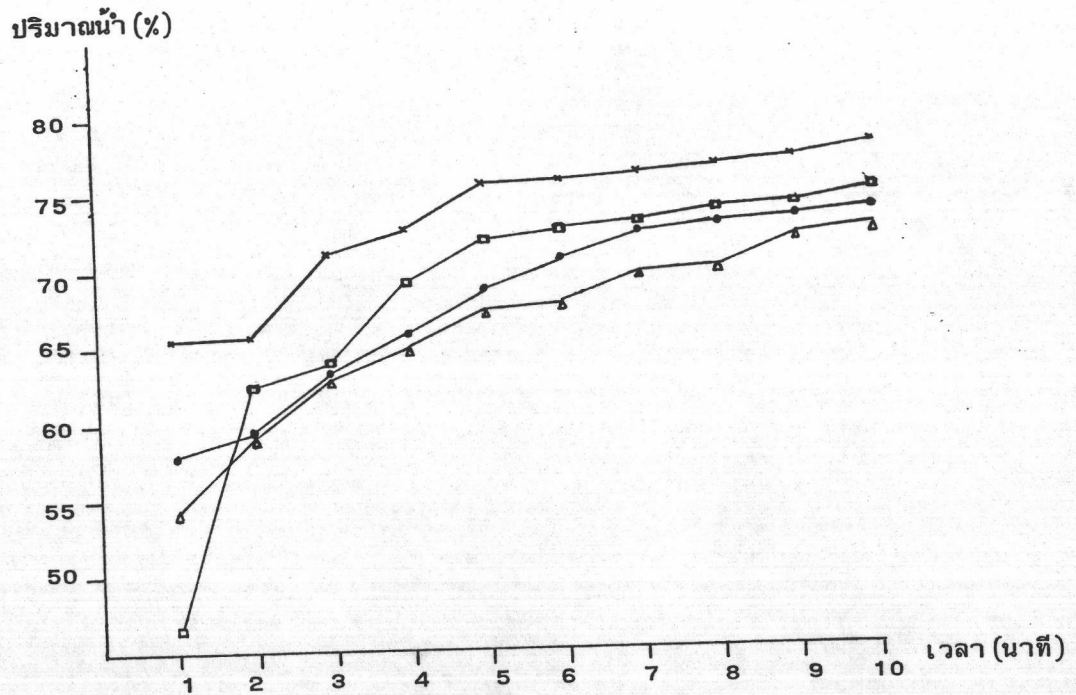
คุณสมบัติ	ชนิดของวุ้นเส้น (ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์)			
	ก	ข	ค	ง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	$0.69^a \pm 0.03$	$0.68^a \pm 0.02$	$0.70^a \pm 0.01$	$0.70^a \pm 0.02$
ความเหนียว* (ปอนด์/ มิลลิเมตร)	$6.80^b \pm 0.08$	$7.50^{bc} \pm 0.41$	$5.77^a \pm 0.37$	$6.10^{ab} \pm 0.08$

- 1 *ความเหนียว ตรวจสอบด้วยเครื่องมือ Warner-Bratzler เป็นแรงต้านต่อแรงกด
- 2 ก = วุ้นเส้นทำจากแป้งถั่วเขียวล้วน
 ข = วุ้นเส้นทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (เคนนี่ เบค) = 1:1
 ค = วุ้นเส้นทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (สปุนต้า) = 1:1
 ง = วุ้นเส้นที่จำหน่ายในท้องตลาด แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (นำเข้าจากต่างประเทศ)
 = 2:1
- 3 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 4 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.4



รูปที่ 53 กราฟแสดงอัตราการกินตัวของวัน เส้นที่ผ่านการลวกในน้ำเดือด
ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- Δ = วัน เส้นที่ทำจากแ่งตัวเขียว
- = วัน เส้นที่ทำจากแ่งตัวเขียว:แ่งมันฝรั่ง เคนนี เบค=1:1
- = วัน เส้นที่ทำจากแ่งตัวเขียว:แ่งมันฝรั่งสปุนดำ=1:1
- x = วัน เส้นที่จำหน่ายในท้องตลาด แ่งตัวเขียว:แ่งมันฝรั่ง (ซีอ)
= 2:1



รูปที่ 54 กราฟแสดงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในวุ้นเส้นหลังจากผ่านการลวก

ในน้ำเดือดที่เวลาต่าง ๆ กัน

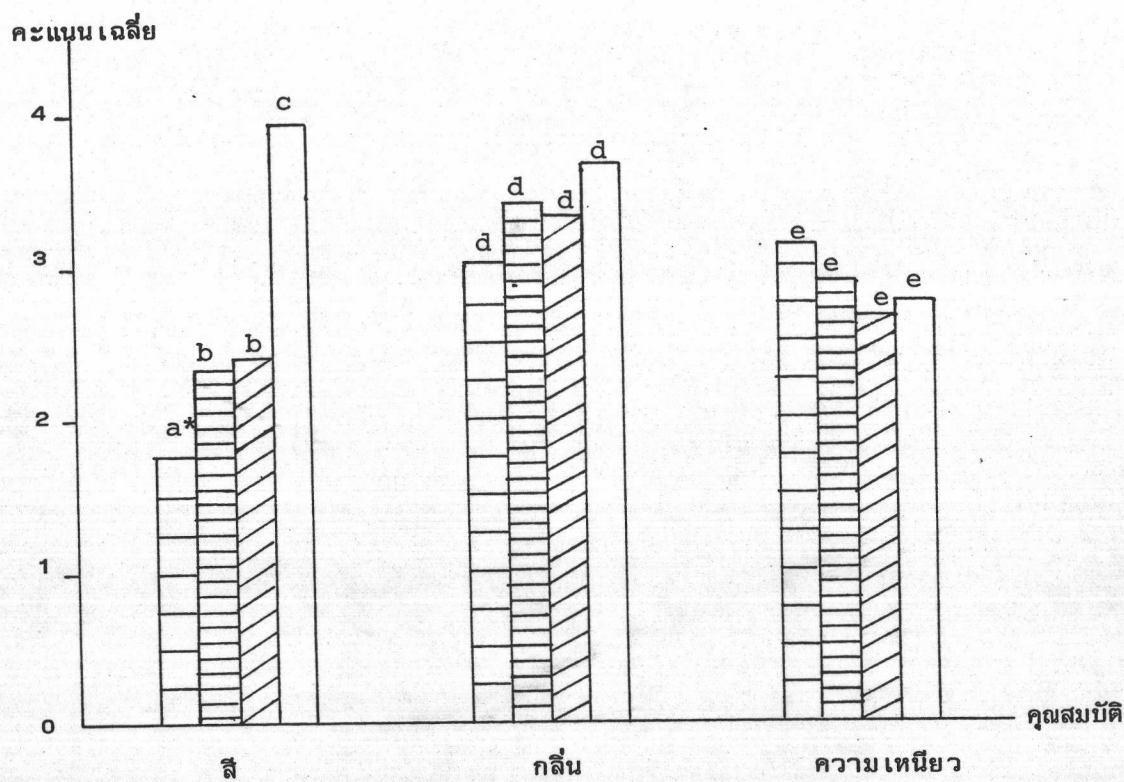
Δ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว

● = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค = 1:1

□ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งสปูนดำ = 1:1

x = วุ้นเส้นที่กำหนดในท้องตลาด แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (ซีอ)

= 2:1

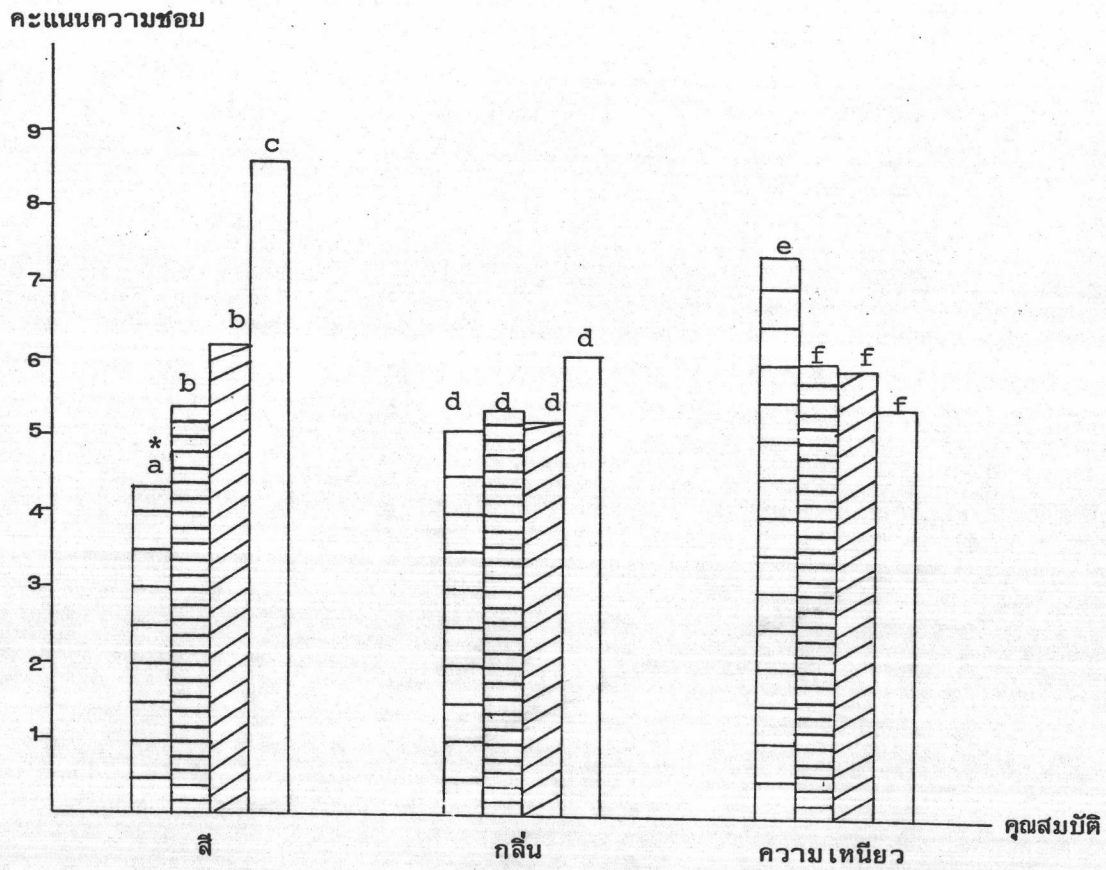


รูปที่ 55 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของวุ้นเส้นที่ผ่านการลวกในน้ำเดือด 3 นาที ประเมินผลโดยการชิม

- ▨ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว
- ▤ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค = 1:1
- ▧ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งสปุนดำ = 1:1
- = วุ้นเส้นที่จำหน่ายในท้องตลาด แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (ซีอิ๊ว) = 2:1

1* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 การคำนวณดูในภาคผนวก ข.4



รูปที่ 56 กราฟแสดงคะแนนความชอบ เฉลี่ยของวุ้น เส้นที่ผ่านการลวกในน้ำเดือด 3 นาที ประเมินผลโดยการชิม

- = วุ้น เส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว
- = วุ้น เส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง เคนนี เบค = 1:1
- = วุ้น เส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งสปุนค้า=1:1
- = วุ้น เส้นที่กำหนดในท้องตลาด แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง(ซีอ) = 2:1

1* คะแนน เฉลี่ยที่มีอักษร เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2 การคำนวณดูในภาคผนวก ข. 4

ตารางที่ 36 แสดงจำนวนผู้ทดสอบที่สามารถบอกความแตกต่างในด้านความเหนียวของ
วุ้นเส้นหลังจากผ่านการลวกในน้ำเดือด 3 นาที

จำนวนผู้ทดสอบที่บอกคุณลักษณะ				
ความเหนียว เหมือนกันทั้ง 3 ตัวอย่าง	ความเหนียวเหมือนกัน 2 ตัวอย่าง			ความเหนียวไม่ เหมือนกันทั้ง 3 ตัวอย่าง
	ก กับ ค *	ก กับ ข *	ข กับ ค *	
1	-	4	2	8

ตารางที่ 37 แสดงการประเมินผลการชิมโดยวิธีจัดลำดับความเหนียวของวุ้นเส้นหลังจาก
ผ่านการลวกในน้ำเดือด 3 นาที พร้อมผลการหา

คุณลักษณะ ที่พิจารณา	ลำดับความเหนียว**			F คำนวณ	F ตาราง (0.05)
	1	2	3		
ความเหนียว	ข	ก	ค	*** 13.1528	3.37

*ก = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว

ข = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (เคนนี่ เบค) = 1:1

ค = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่ง (สปุนต้า) = 1:1

**ลำดับความเหนียวจากมากไปหาน้อย

***การจัดลำดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

(การคำนวณดูในภาคผนวก ข.5)