858

การออกแบบเครื่องมือ เพื่อกำจัดการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรีย และฟังกัส ในระบบการเตรียมส่วนประกอบโลหิต และแยกส่วนประกอบของพลาสมา

นายเอกชัย จิตต์รุ่งเรืองสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-347-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I10699816

DESIGN OF EQUIPMENT TO ELIMINATE BACTERIA AND FUNGUS CONTAMINATION IN THE SYSTEM OF BLOOD COMPONENT PREPARATION AND PLASMA FRACTIONATION

MR. EAKKACHAI JITRUNGROUNGSUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

GRADUATE SCHOOL

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1995

ISBN 974-632-347-4

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

เอกชัย จิตต์รุ่งเรืองสุข : การออกแบบเครื่องมือ เพื่อกำจัดการปนเปื้อน ด้วยแบคทีเรียและฟังกัส ในระบบการเตรียม ส่วนประกอบโลหิต และแยกส่วนประกอบของพลาสมา (DESIGN OF EQUIPMENT TO ELIMINATE BACTERIA AND FUNGUS CONTAMINATION IN THE SYSTEM OF BLOOD COMPONENT PREPARATION AND PLASMA FRACTIONATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์,นาวาตรี ชลัช ชวกุล รน., 140 หน้า, ISBN 974-632-347-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและทดสอบเครื่องมือเพื่อกำจัดการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียและฟังกัส ในระบบการเตรียมส่วนประกอบโลหิต และแยกส่วนประกอบของพลาสมาซึ่งต้องการความสะอาดของสถานที่เป็นอย่างมาก และเพื่อป้องกันการติดเชื้อของผลิตภัณฑ์และวัสดุระหว่างผลิต โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซนที่ใช้ในการกำจัดแบคทีเรียและฟังกัส โดยใช้หลอดอุลตราไวโอเลต ที่มีความยาวคลื่นของแสงต่ำกว่า 200 นาโนเมตร และวิเคราะห์ ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมในการผลิตของเครื่องมือนี้เปรียบเทียบกับวิธีการรมด้วยฟอร์มาลีนทำปฏิกิริยากับด่างทับทิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะของความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียและฟังกัสของเครื่องมือในช่วงต้นของระยะเวลาการฉีดพ่น มีอัตราที่สูงกว่าช่วงระยะเวลาการฉีดพ่นที่มากขึ้น

2. ระยะเวลาการฉีดพ่นก๊าซโอโซนของเครื่องมือ ที่เหมาะสมต่อการกำจัดแบคทีเรีย และฟังกัส สำหรับสภาวะและขนาดของห้องตัวอย่างที่ทำการวิจัย คือ 4.0 ชั่วโมง โดยมีความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียและฟังกัสได้ 84.7% และ83.0% ตามลำดับ

3. จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่า การใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดแต่ละครั้งเมื่อเทียบกับการรมห้องด้วยวิธีเดิมได้ถึง 5.94 เท่า นอกจากนี้ การใช้เครื่องมือนี้ยังมีความสะดวกต่อการนำไปใช้งานมากกว่าและไม่มีสารเคมีที่จะตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน อีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C315843 : MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: DESIGN OF EQUIPMENT/ELIMINATE OF BACTERIA AND FUNGUS CONTAMINATION
EAKKACHAI JITRUNGROUNGSUK : DESIGN OF EQUIPMENT TO ELIMINATE BACTERIA AND FUNGUS CONTAMINATION IN THE SYSTEM OF BLOOD COMPONENT PREPARATION AND PLASMA FRACTIONATION. THESIS ADVISOR : PROF. AMPIKA KRAIRIT, MR.CHALAT CHAVAKUL, 140PP. ISBN 974-632-347-4

This thesis was to design and test an equipment to eliminate bacteria and fungus contamination in the system of blood component preparation and plasma fractionation for protecting the disinfection of products and work-in process materials. The main task was to construct a set of ultraviolet lamp-ozone generated bulbs to eliminate bacteria and fungus. The wave length of the ultraviolet light is limited to less than 200 nm. Engineering economic analysis was also conducted to compare ozone fumigation method and the existing chemical method.

The results are as follows :

1. Bacteria and fungus elimination rate is higher at the beginning of the fumigation process than that at later time.

2. The appropriate fumigation time for the tested room and conditions is 4 hours. The efficiencies to eliminate bacteria and fungus are 84.7% and 83.0%, respectively.

3. Engineering economic analysis shows a cost reduction of 5.94 times of the original procedure. Furthermore, the new method offers much easier and more convenient process.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา INDUSTRIAL ENGINEERING ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา INDUSTRIAL ENGINEERING ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมทั้งได้ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนอย่างดียิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นาวาตรี ชลัช ชวกุล รน. อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และที่ปรึกษาฝ่ายวิศวกรรม ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ที่ได้ให้คำปรึกษา ประสานงาน และความช่วยเหลือด้านทุนอุดหนุนของเครื่องมือ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ นพ. ชัยเวช นุชประยูร ผู้อำนวยการศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัยและให้ความสะดวกอย่างมากต่อผู้วิจัย ตลอดจนการอนุมัติทุนของสภากาชาดบางส่วน สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและความสะดวกต่อการวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พญ.สร้อยสอางค์ พิกุลสด ผู้ช่วยผู้อำนวยการศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย นางสาวประภาศรี แก้วกิติโรจน์ และนางรัชนี พลเทียร ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นบางอย่าง และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ตลอดเวลาที่ทำการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

เอกชัย จิตต์รุ่งเรืองสุข

ผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญรูป.....ฏ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....ฒ

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและแนวทางเหตุผล.....1

วัตถุประสงค์.....4

ขอบเขตการศึกษา.....4

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....5

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

บทที่ 2 การศึกษากระบวนการผลิตพลาสมาและสารแปรรูปโลหิตและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการผลิตพลาสมาสดแห้งและสารแปรรูปโลหิต

1. กระบวนการผลิตพลาสมาสดแห้ง.....11

2. กระบวนการผลิตสารแปรรูปโลหิต.....14

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ก๊าซโอโซนและคุณสมบัติ.....20

2. หลักการของเครื่องผลิตก๊าซโอโซน.....23

3. การประยุกต์ใช้งานของก๊าซโอโซน.....27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. ต้นทุน.....28

5. การฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี.....28

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือ.....32

การสร้างเครื่องมือ.....43

บทที่ 4 การดำเนินการทดลอง

การเตรียมการทดลอง.....46

แบบแผนการทดลอง.....51

ขั้นตอนการทดลอง.....56

บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ผลการทดลอง.....59

การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....73

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัสและแบคทีเรีย ด้วยก๊าซโอโซนของเครื่องมือ.....73

2. การวิเคราะห์หาช่วงของระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการกำจัดเชื้อฟังกัสและแบคทีเรีย.....73

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....77

4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องมือที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้.....83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย.....85

การวิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....87

รายการอ้างอิง.....89

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ.....93

ภาคผนวก ข ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน.....101

ภาคผนวก ค กราฟของก๊าซโอโซน.....103

ภาคผนวก ง ผลการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS.....105

ภาคผนวก จ ผลของการทดลองหาความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียและฟังกัส โดยวิธีรมด้วยฟอร์มาลีนทำปฏิกิริยากับด่างทับทิม.....123

ประวัติผู้เขียน.....125

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังออกซิเดชั่นของตัวออกซิไดซ์ต่าง ๆ.....21

2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซโอโซน.....22

2.3 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดอุลตราไวโอเลต ที่มีความยาวคลื่นแสงต่ำกว่า 200 นาโนเมตร.....23

2.4 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตก๊าซโอโซนด้วยวิธี SILENT SPARK.....25

2.5 การเปรียบเทียบด้านต่าง ๆ ระหว่าง PHOTOZONE กับ SPARK SOURCE OZONE..26

2.6 สารเคมีและกลไกที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี.....29

2.7 ผลของสารฆ่าเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคและสปอร์ ของแบคทีเรีย.....30

3.1 สัญลักษณ์ คำอธิบาย และรายละเอียดประกอบไดอะแกรมแผนผังการเดินสาย.....36

3.2 รายการอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบเป็นเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน.....41

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซนและความเข้มข้น ของก๊าซโอโซนที่ใช้.....52

4.2 การแจกแจงจำนวนทดลองและจำนวนถาดเพาะเชื้อแต่ละชนิดที่ใช้จากค่าตัวแปร ของเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นก๊าซโอโซน.....55

5.1 ผลการทดลองจากการทดสอบด้วยซับโบรอด เดกซ์โตรส อาการ์.....60

5.2 ผลการทดลองจากการทดสอบด้วยบลัด อาการ์.....61

5.3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนฟังกัสที่พบของสภาวะก่อนและหลังการบำบัด โดยการฉีดพ่นก๊าซโอโซนที่ทดสอบด้วยซับโบรอด เดกซ์โตรส อาการ์.....62

5.4 ค่าเฉลี่ยของจำนวนฟังกัสที่พบของสภาวะก่อนและหลังการบำบัด โดยการฉีดพ่นก๊าซโอโซนที่ทดสอบด้วยบลัด อาการ์.....63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.5 ผลของความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัสที่ทดสอบ ด้วยซับโบรอด เดกซ์โตรส อาการ์ ที่สัมพันธ์กับระยะเวลาในการฉีดพ่นก๊าซโอโซน.....64

5.6 ผลของความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัสที่ทดสอบ ด้วยบลัด อาการ์ ที่สัมพันธ์กับระยะเวลาในการฉีดพ่นก๊าซโอโซน.....65

5.7 ระยะเวลาที่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำการฉีดพ่นก๊าซโอโซนจนถึงเวลาที่สามารถเข้าไปทำงานได้.....75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังผลิตภัณฑ์จากโลหิต	3
2.1	แผนผังกรรมวิธีผลิตพลาสมาสดแห้ง	12
2.2	กระบวนการผลิตสารแปรรูปโลหิตขั้นต้น	16
2.3	กระบวนการผลิตอิมมูโนโกลบิน	17
2.4	กระบวนการเตรียมแอลบูมิน	19
2.5	รูปเครื่องมืออย่างง่ายของเครื่องผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดอุลตราไวโอเลต	24
3.1	ไดอะแกรมแผนผังการเดินสายของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	35
3.2	แบบแสดงด้านหน้าของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	39
3.3	แบบแสดงด้านข้างของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	40
3.4	ภาพแสดงด้านหน้าของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	44
3.5	ภาพแสดงด้านข้างของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	44
3.6	ภาพแสดงด้านหลังของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	45
3.7	ภาพแสดงด้านหน้าและด้านข้างของเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน	45
4.1	ตัวอย่างของวุ้นเพาะเชื้อที่เตรียมได้จากซับโบรอด เดกซ์โตรส อาการ์ และบลัด อาการ์ เบส	50
4.2	ภาพแสดงขนาดของห้องตัวอย่างและตำแหน่งที่วางถาดเพาะเชื้อ สำหรับการทดลองตรวจหาเชื้อแบคทีเรียและฟังกัส	54
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดฟังกัสกับระยะเวลาการฉีดพ่นก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3	67
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดฟังกัสกับระยะเวลาการฉีดพ่นก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3 (เฉลี่ย)	68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียกับระยะเวลาการฉีดพ่น ก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3 69

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียกับระยะเวลาการฉีดพ่น ก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3 (เฉลี่ย).....70

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดฟังกัสกับระยะเวลาการฉีดพ่น ก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3 (เฉลี่ยและขยายส่วนสเกล).....71

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียกับระยะเวลาการฉีดพ่น ก๊าซโอโซน ของการทดลอง ชุดที่ 1,2 และ 3 (เฉลี่ยและขยายส่วนสเกล).....72

5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของการทดลองกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ที่ได้จากการทดลองด้วยซับโบรอด เดกซ์โตรส อาการ์ เมื่อทดสอบด้วย FIXED EFFECT MODEL.....79

5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของการทดลองกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ที่ได้จากการทดลองด้วยบลัด อาการ์ เมื่อทดสอบด้วย FIXED EFFECT MODEL....82

ค.1 กราฟแสดงการสลายตัวของก๊าซโอโซนเปรียบเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนไป.....103

ค.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ได้จากการคำนวณกับที่เกิดขึ้นจริง.....104

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

°ฟ.	หมายถึง	หน่วยวัดระดับอุณหภูมิเป็น "องศาฟาเรนท์ไฮต์"
°ซ., °C.	หมายถึง	หน่วยวัดระดับอุณหภูมิเป็น "องศาเซลเซียส"
ม.	หมายถึง	หน่วยวัดความยาวเป็น "เมตร"
มม.	หมายถึง	หน่วยวัดความยาวเป็น "มิลลิเมตร"
ลบ.ม.	หมายถึง	หน่วยวัดปริมาตรเป็น "ลูกบาศก์เมตร"
ลบ.ฟุต	หมายถึง	หน่วยวัดปริมาตรเป็น "ลูกบาศก์ฟุต"
ลบ.ซม.	หมายถึง	หน่วยวัดปริมาตรเป็น "ลูกบาศก์เซนติเมตร"
กก.	หมายถึง	หน่วยชั่งน้ำหนักเป็น "กิโลกรัม"
พีพีเอ็ม.	หมายถึง	หน่วยเปรียบเทียบอัตราส่วนเป็น "ส่วนในล้านส่วน"
KW-HR.	หมายถึง	หน่วยวัดกำลังงานไฟฟ้าเป็น "กิโลวัตต์-ชั่วโมง" (Kilo-Watt-Hour)
A	หมายถึง	หน่วยวัดค่ากระแสไฟฟ้าเป็น "แอมแปร์" (Ampare)
mA	หมายถึง	หน่วยวัดค่ากระแสไฟฟ้าเป็น "มิลลิแอมแปร์" (milli-Ampare)
V	หมายถึง	หน่วยวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น "โวลท์" (Voltage)
W.	หมายถึง	หน่วยวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเป็น "วัตต์" (Watt)
KW.	หมายถึง	หน่วยวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเป็น "กิโลวัตต์" (Kilo-Watt)
HRS.	หมายถึง	หน่วยวัดเวลาเป็น "ชั่วโมง" (Hours)
LB.	หมายถึง	หน่วยชั่งน้ำหนักเป็น "ปอนด์" (Pound)
pH	หมายถึง	หน่วยวัดความเป็นกรด-ด่างของสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

EFFTN	หมายถึง	ความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย และ/หรือ เชื้อฟังกัส โดยคิดเป็นร้อยละ ซึ่งเป็นค่ากำหนดของตัวแปรตามสำหรับการรันโปรแกรม SPSS (EFFECTIVENESS)
FMTIME	หมายถึง	ระยะเวลาในการฉีดพ่นก๊าซโอโซนของเครื่องมือ เป็นค่ากำหนดของตัวแปรอิสระ สำหรับการรันโปรแกรม SPSS (FUMIGATION TIME)
σ^2	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
$\bar{\sigma}^2$	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย