บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล ทำให้ทราบถึงผลกระทบของสารเติมแต่ง สารเสริมแรง การเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลต่างกันที่ใช้ในกระบวนการผลิต ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสมบัติของพลาสติก ทั้งทางด้านสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล ดังนี้ คือ ผลกระทบที่มีต่อค่าความถ่วงจำเพาะ ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง โมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงดึง ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด โมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด และความแข็งของวัสดุ

5.1 ผลกระทบที่มีต่อค่าความถ่วงจำเพาะ

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว และการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกเสริมแรงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากความหนาแน่นของเส้นใยแก้ว (E - Glass) เท่ากับ 2.54 กรัมต่อลูกบาศ์กเซนติเมตร ค่าความถ่วงจำเพาะของสารเสริมสภาพพลาสติก เท่ากับ 0.986 ค่าความถ่วงจำเพาะของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ 64 มีค่าประมาณ 1.4 จะเห็นได้ว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของสารเสริมสภาพพลาสติก มีค่าน้อยกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของพีวีซีเรซินทั้งสอง ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกมีค่าลดลง และการใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) จาก 58 เป็น 64 ไม่ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากค่าความถ่วงจำเพาะของพีวีซีเรซินทั้งสองมีค่าเท่ากัน และการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทกลงไป (ความถ่วงจำเพาะของสารปรับปรุงแรงกระแทก เท่ากับ 1.08) ทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกมีค่าลดลง

5.2 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง

จากการทดลอง พบว่าปริมาณใยแก้วและการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่า เส้นใยแก้วมีการหลุดออก (pullout fiber) เส้นใยเกิดการฉีกขาด (fiber breakage) และการเกาะยึดระหว่างเส้นใยแก้วและพลาสติกไม่ดีนัก การกระจายตัวของเส้นใยแก้วบางจุดมีการรวมตัวกันอยู่มาก ดังนั้นเปรียบเสมือนมีความเค้นกระทำอยู่ จึงทำให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงมีค่าลดลงเมื่อมีการใส่เส้นใยแก้ว และจะลดลงเมื่อมีการใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วอย่างไม่เป็นระเบียบ (Random) ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงลดลง

สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง เนื่องจากสารเสริมสภาพพลาสติกที่เติมลงไป ทำให้แรงปฏิกิริยา (Interaction Force) ระหว่างลูกโซ่ของโพลิเมอร์มีค่าลดลง ความแข็งแรงของโครงสร้างภายในพลาสติกมีค่าน้อยลง ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง มีค่าลดลง

สำหรับสารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น 64 ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากสารปรับปรุงแรงกระแทก เป็นสารเติมแต่งที่เติมลงในพลาสติก เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก รวมทั้งมีการใช้ในปริมาณที่น้อย ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น 64 นั้นไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง จากการพิจารณาภาพถ่าย SEM พบว่า บริเวณพื้นที่ผิวหน้าตัดของรอยขาดมีลักษณะคล้ายกัน และพีวีซีเรซินทั้งสองนี้เป็นพีวีซีชนิดแข็งที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง

จากรายงานการวิจัยของบริษัท B. F. Goodrich เป็นงานวิจัยที่มีการใส่โคโพลิเมอร์ระหว่าง อัลฟ่าเมทิล สไตรีน (Alpha - Methyl Styrene : AMS) สไตรีน (Styrene : S) และ อไครโลนิไตร์น (Acrylonitrile : AN) และเส้นใยแก้วที่ถูกเคลือบด้วยสารช่วยจับยึดประเภทอะมิโนไซเลนและฟิล์มฟอร์มเมอร์ที่ถูกเลือกจากกลุ่มโพลิเมอร์ที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ และ emulsifiable epoxide polymer ลงไปในพีวีซีเรซิน มีผลช่วยให้การเกาะยึดกันระหว่างโพลิเมอร์ด้วยกัน และระหว่างเส้นใยแก้วกับโพลิเมอร์ดีขึ้น ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงดีขึ้น

5.3 ผลกระทบที่มีต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณเส้นใยแก้ว ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากภาพถ่าย Scanning Electron Microscope พบว่า การเกาะยึดระหว่างเส้นใยแก้วและพลาสติก มีการเกาะยึดกันอย่างหลวมๆ เส้นใยแก้วมีการฉีกขาด และหลุดออกจากเนื้อพลาสติก รวมทั้งการจัดเรียงตัวอย่างกระจัดกระจายของเส้นใยแก้ว เป็นสาเหตุที่ทำให้เมื่อใส่เส้นใยแก้วลงไป จึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงลดลง

สำหรับการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ลงไป ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสารเสริมสภาพพลาสติก เป็นสารเติมแต่งที่เติมลงไปในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความเป็นพลาสติก ได้แก่ ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความง่ายต่อการขึ้นรูปของพลาสติกโดยตรง ดังนั้นเมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติกทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น 64 ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 เป็นพีวีซีประเภทกึ่งแข็งกึ่งนิ่ม (Semi Rigid) มีความยืดหยุ่น หรือนิ่มกว่าพีวีซีที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 ซึ่งเป็นพีวีซีประเภทแข็ง (Rigid PVC)

การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากสารปรับปรุงแรงกระแทก มีส่วนทำให้พลาสติกมีสภาพความเป็นพลาสติกลดลง ดังนั้นค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกมีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก

5.4 ผลกระทบที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง

จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของเส้นใยแก้ว ทำให้ทนต่อแรงที่มากระทำมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้น การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก ทำให้แรงปฏิกิริยาระหว่างลูกโซ่ของโพลิเมอร์มีค่าลดลง ดังนั้นความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลงตามไปด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) 64 ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงลดลง เนื่องจากพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 เป็นพลาสติกประเภท Semi Rigid มีความยืดหยุ่นหรือนิ่มกว่าพีวีซีที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 จึงส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง

สำหรับการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง

5.5 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณเส้นใยแก้ว ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อมีการเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้ว ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกมีค่าน้อยกว่าเมื่อไม่ได้เสริมแรงด้วยใยแก้ว ดังนี้เนื่องจากการเติมเส้นใยแก้ว จะเพิ่มความเปราะให้แก่วัสดุผสม ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกลดลง และเทอร์โมพลาสติกตามธรรมชาติ ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกมีค่าสูง รวมทั้งการเกาะยึดกันระหว่างเส้นใยแก้ว และเนื้อเรซินไม่ดี ทำให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกน้อยกว่า แต่เมื่อพิจารณาการใส่เส้นใยแก้วที่ปริมาณต่างกัน พบว่า เมื่อใส่ใยแก้วจนถึง 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยแก้วมีการกระจายในพลาสติก แต่จะเริ่มลดลงเมื่อมีเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก เนื่องจากปริมาณของสารเสริมสภาพพลาสติกมีปริมาณน้อย จึงไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก และการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากสารปรับปรุงแรงกระแทกเป็นสารเติมแต่งที่เติมลงไปในกระบวนการผลิต เพื่อช่วยเพิ่มสภาพการรับแรงกระแทกได้ดีขึ้น

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) 64 มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้น เนื่องจากพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 มีสภาพความเป็นพลาสติกมากกว่า จึงสามารถดูดซับแรงกระแทกได้ดีกว่า

5.6 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด

ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

5.6.1 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

จากการทดลองพบว่า ปริมาณเส้นใยแก้ว, สารเสริมสภาพพลาสติก, สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยมีค่าใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากผลกระทบที่มาจากปริมาณเส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนพีวีซีเรซินมีค่าน้อยมาก

5.6.2 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

จากการทดลอง พบว่า ในกรณีที่ไม่เติมสารเสริมสภาพพลาสติก ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse มีค่าใกล้เคียงกัน แต่กรณีที่เติมสารเสริมสภาพพลาสติกและไม่เติมเส้นใยแก้ว พบว่า ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกดมีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่เติมสารเสริมสภาพพลาสติก เนื่องจากการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ทำให้วัสดุผสมมีความแข็งแรงของวัสดุลดลง ดังนั้นจึงทนต่อแรงกดได้น้อยลง แต่เมื่อมีเส้นใยแก้วเป็นสารเสริมแรง ทำให้มีความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าปริมาณเส้นใยแก้วจะเป็นเท่าใด

ในกรณีที่ใช้พีวีซีเรซินต่างกัน พบว่าปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซินไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เนื่องจากผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนพีวีซีเรซินมีค่าน้อยมาก

ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal มีค่ามากกว่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เนื่องจากการจัดเรียงของเส้นใยแก้ว ดังนั้นเมื่อมีแรงมากระทำ ส่งผลให้เกิดการแตกหักง่ายกว่าในแนว Longitudinal

5.7 ผลกระทบที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด

พิจารณาผลกระทบที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

5.7.1 ผลกระทบที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

จากการทดลองพบว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีแรงมากระทำเส้นใยแก้วจะช่วยรับแรงกดที่มากระทำ ทำให้โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกดเพิ่มมากขึ้น สำหรับการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างภายในพลาสติกเสริมแรงลดลง ทำให้โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกดลดลง แต่ในกรณีที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

5.7.2 ผลกระทบที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

จากการทดลอง พบว่าปริมาณเส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน ให้ผลการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันกับโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal แต่ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse มีค่าน้อยกว่า เนื่องมาจากค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal มีค่ามากกว่า ในแนว Transverse

5.8 ผลกระทบที่มีต่อค่าความแข็งของวัสดุ

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณเส้นใยแก้ว ส่งผลให้ค่าความแข็งของวัสดุเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากเมื่อใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ความแข็งของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความแข็งของเส้นใยแก้ว ทำให้บริเวณผิวของวัสดุผสมหยาบกว่าวัสดุที่ไม่เสริมแรง สำหรับการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ส่งผลให้ค่าความแข็งของวัสดุมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้เนื่องจากสารเสริมสภาพพลาสติก มีคุณสมบัติในการเพิ่มความเป็นพลาสติก ดังนั้นจึงทำให้ค่าความแข็งของวัสดุลดลงไป สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซินที่มีคาดัชนีบ่งบอกน้ำหนัก (K) เท่ากับ 58 เป็น 64 ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุ

สำหรับพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่กรณีที่พีวีซีเรซินมีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) ต่างกัน และไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติกการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลให้ค่าความแข็งของวัสดุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย