

บทบาทของภาคเกษตรในความผันผวนของเศรษฐกิจไทย¹

(Role of Agricultural Sector in Thailand's Aggregate

Business Cycle Volatility)

จิรวัดน์ เจริญสถาพรกุล²

บทคัดย่อ

จากสัดส่วนผลผลิตสาขาเกษตรต่อผลผลิตมวลรวมอาจกล่าวได้ว่าในปัจจุบันภาคเกษตรไทยแสดงบทบาทน้อยในการส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของวัฏจักรธุรกิจที่ได้จากข้อมูลจริง (Stylized fact) บอกเราว่าวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรนั้นมีความผันผวนมากกว่าสาขาอื่นๆในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งนำไปสู่งานวิจัยชิ้นนี้ที่จะค้นหาสาเหตุความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตร ขั้นตอนการทำงานหลักของการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจแบบ 2 ภาคเศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคเกษตรกรรมและภาคที่ไม่ใช่เกษตรกรรม ซึ่งการที่แบบจำลองกำหนดให้ตัวแทนผู้บริโภค (Representative consumer) บริโภคทั้งสินค้าเกษตร และสินค้าที่ไม่ใช่เกษตรนั้นเป็นการชี้ให้เห็นถึงบทบาทของภาคเกษตรในแบบจำลองความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจ หลังจากนั้นผู้วิจัยกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองและการทดลองแบบจำลอง จากผลการจำลองสถานการณ์พบว่าเศรษฐกิจที่จำลองขึ้นนั้นค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลจริงในประเด็นสำคัญๆ ซึ่งสะท้อนว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทางเทคโนโลยีเป็นสาเหตุให้เกิดความผันผวนดังกล่าว

คำสำคัญ: ความผันผวนของสาขาเกษตร, แบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่แท้จริง

¹ งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประจำปี 2551

² อาจารย์ ดร. ประจำสำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

Abstract

Agriculture's share of Thailand's economic growth, as measured by its share of total GDP, has declined over time. Agricultural output throughout this period has shown greater fluctuations over the course of the business cycle than has non-agricultural output. This paper explores the reasons for this volatility using a two-sector real business cycle model of the economy, where a representative consumer consumes both agricultural and non agricultural goods. After calibrations and simulations are performed, the replicated economy roughly conforms to observational data in important dimensions. The model implies that the agricultural business cycle fluctuations are driven by shocks to technologies.

Key words: Agricultural Sector Volatility, Real Business Cycle Model

ความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลผลผลิตประชาชาติในช่วงปี 1976-2004 กล่าวได้ว่า ปัจจุบันภาคเกษตรกรรมมีบทบาทต่ออัตราการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทยน้อยลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับภาคเศรษฐกิจสาขาอื่นๆ เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ เป็นต้น โดยในช่วงปี 1996-2000 และปี 2001-2004 ผลผลิตประชาชาติภาคเกษตรกรรมมีอัตราการเติบโตเพียงร้อยละ 2.35 และ 2.64 ตามลำดับ ส่งผลให้ผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตรคิดเป็นสัดส่วนต่อผลผลิตประชาชาติมวลรวมเพียงร้อยละ 9.85 และ 10.00 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในประเด็นด้านความผันผวนของผลผลิตประชาชาติตามแนวทางของทฤษฎีวิวัตรธุรกิจที่แท้จริง ซึ่งเป็นแนวคิดเศรษฐศาสตร์มหภาคแนวคลาสสิกใหม่ (New classical economics) ซึ่งการแสดงความผันผวนลักษณะนี้จะเรียกว่าเป็นการแสดง Stylized fact ของวิวัตรธุรกิจอย่างหนึ่ง โดยผู้วิจัยจะแยกองค์ประกอบแนวโน้มออกตามแนวทางของ Hodrick-Prescott เพื่อคำนวณหาองค์ประกอบวัฏจักร (Cyclical component) วิวัตรธุรกิจของประเทศไทยจำแนกตามสาขาเกษตร และที่ไม่ใช่สาขาเกษตร หลังจากนั้นเมื่อเรานำมาคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เราจะได้ Stylized fact ของความผันผวน

ในวัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติ ซึ่งพบว่า วัฏจักรธุรกิจของผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตรมีความผันผวนมากกว่าผลผลิตประชาชาติสาขาที่ไม่ใช่เกษตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1

Stylized fact ของวัฏจักรธุรกิจประเทศไทยจำแนกตามสาขา

ตัวแปรวัฏจักรธุรกิจ	Stylized fact				
	Standard deviation (%)	Autocorrelations			Correlations
		Lag1	Lag2	Lag3	
ผลผลิตประชาชาติ	3.66	0.55	0.38	0.16	1.00
ผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร	4.19	0.89	0.71	0.50	0.99
ผลผลิตประชาชาติที่ไม่ใช่สาขาเกษตร	3.85	0.39	-0.05	0.05	0.51

ที่มา: จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลรายไตรมาสช่วงปี 1997 ถึง ปี 2007 ของสภาพัฒนาฯ

นอกจากนี้ Stylized fact ที่สำคัญอีก 2 ประเภท ได้แก่ Autocorrelation ซึ่งเป็นค่าที่แสดงสหสัมพันธ์ของวัฏจักรธุรกิจระหว่างช่วงเวลาปัจจุบันกับย้อนหลัง 1, 2 และ 3 ช่วงเวลา ค่านี้มีนัยถึง Persistence ในแต่ละวัฏจักร สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlations) ระหว่างวัฏจักรผลผลิตรวมกับผลผลิตรายสาขา แสดงให้เห็นว่าวัฏจักรของตัวแปรนั้นๆ เคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกับผลผลิตรวม (Procyclical) หรือตรงกันข้ามกับผลผลิต (Countercyclical) ผลการคำนวณพบว่า สัมประสิทธิ์ของ Autocorrelation นั้น วัฏจักรธุรกิจมีรูปแบบที่ค่อนข้างคล้ายกัน โดยมีสหสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาปัจจุบันกับย้อนหลัง 1 ช่วงเวลาสูงกว่าโดยเปรียบเทียบกับย้อนหลัง 2 และ 3 ช่วงเวลา ส่วนสหสัมพันธ์พบว่า วัฏจักรธุรกิจทั้งสาขาเกษตรและที่ไม่ใช่สาขาเกษตรมีลักษณะเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกับวัฏจักรผลผลิตรวม (Procyclical) อย่างไรก็ตามวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรแนบแน่นกับวัฏจักรผลผลิตมวลรวมมากกว่าสาขาที่ไม่ใช่เกษตร

ดังนั้นในปัจจุบันภาคเกษตรกรรมไทยไม่ใช่เครื่องยนต์หลักในการขับเคลื่อนอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ แต่ต้นเหตุของความผันผวนของเศรษฐกิจในระยะสั้นนั้น ภาคเกษตร

ยังคงมีบทบาทอยู่มากกว่าภาคเศรษฐกิจที่ไม่ใช่เกษตร ประเด็นนี้นำไปสู่คำถามวิจัยของการศึกษาครั้งนี้ว่าอะไรเป็นต้นเหตุของความผันผวนในวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกรอบความคิด

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา งานวิจัยในประเทศไทยทางด้านแบบจำลองเศรษฐกิจมหภาคตามแนวทางสำนักคลาสสิกใหม่ ในกลุ่มของแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่แท้จริงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยนับเริ่มจากงานของ เชาว์ เก่งชน (2537) Thitipong (1995) Tanapong (1999) และ จิรวัดน์ (2542) อาศัยแบบจำลองพื้นฐาน เพื่ออธิบาย Stylized Fact ของความผันผวนของเศรษฐกิจไทย ต่อมามีการขยายแบบจำลองไปสู่การศึกษาผลกระทบของนโยบายการเงินและการคลังในงานของ Pawin (2000) และ Chaleampong (2003) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามงานวิจัยด้านความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจที่แท้จริงที่แบ่งภาคเศรษฐกิจออกเป็นสาขาเกษตรและไม่ใช่อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแนวทางการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ยังไม่พบการศึกษาที่ใกล้เคียงในประเทศไทย

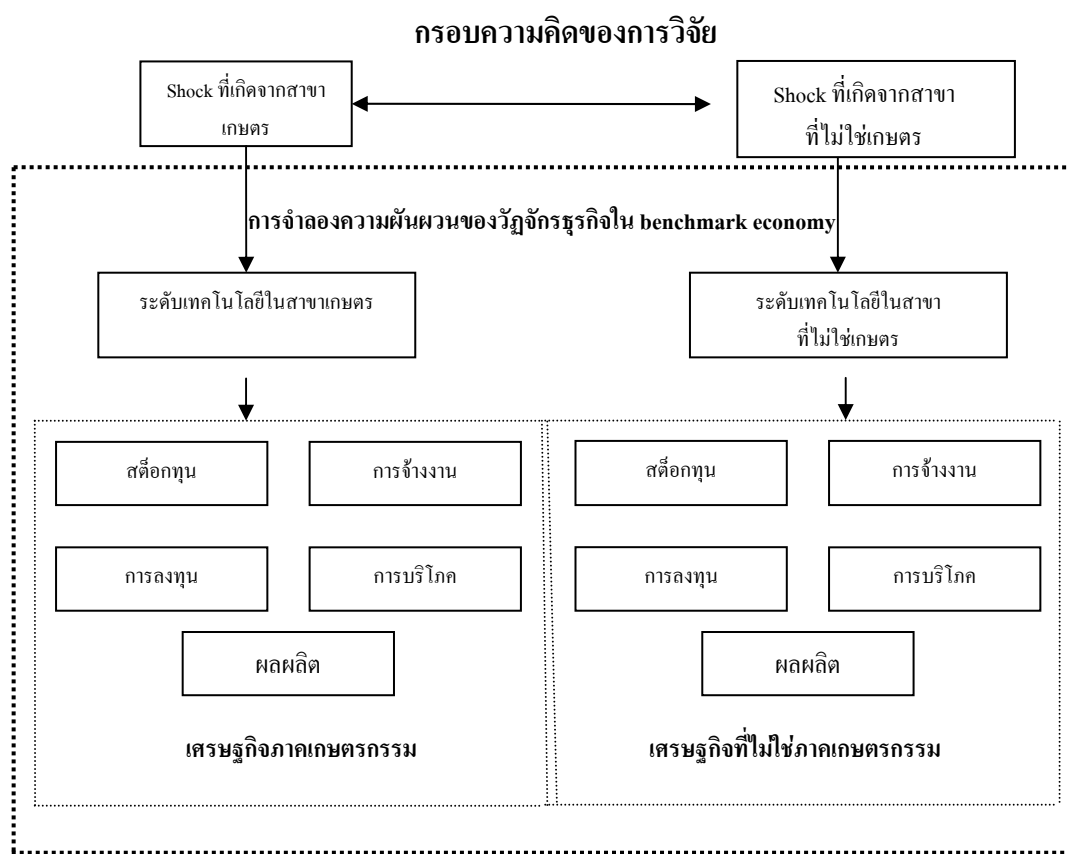
งานวิจัยด้านแบบจำลองเศรษฐกิจมหภาคที่แบ่งเป็น 2 สาขาดังกล่าวในประเทศไทยนั้นแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) Macroeconometrics model ซึ่งธนาคารแห่งประเทศไทย และสำนักงานเศรษฐกิจการคลังพัฒนาแบบจำลองลักษณะนี้ แบบจำลองยังคงอาศัยแนวคิดทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มหภาคของสำนักเคนส์เป็นหลัก แต่ได้พัฒนาในประเด็นของเครื่องมือทางเศรษฐมิติให้อยู่ในเชิงพลวัต (Dynamics approach) มากขึ้น นั่นคือ นำ Error Correction Model มาใช้สร้างแบบจำลอง (2) Computable General Equilibrium Model (CGE Model) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเป็นผู้บุกเบิก แนวคิดของ CGE เป็นลักษณะของแบบจำลองเศรษฐกิจมหภาคที่มีแนวคิดจากเศรษฐศาสตร์จุลภาค แต่งานในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้สร้างในเชิงพลวัต การสร้างแบบจำลองลักษณะนี้ต้องอาศัยคลังข้อมูล (Data base) ที่ค่อนข้างซับซ้อน ที่เราเรียกกันว่า Social Accounting Matrix สำหรับงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทในประเทศไทยก็ได้อาศัยแนวคิดของทั้งสองลักษณะไปตอบโจทย์วิจัยในเรื่องของผลกระทบของนโยบายการเงินและนโยบายการคลังที่มีต่อตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค ซึ่งงานในลักษณะนี้ก็พบค่อนข้างมากแล้ว แต่ผู้วิจัยจะไม่ขอนำเสนอในที่นี้

สำหรับงานวิจัยของต่างประเทศในเรื่องความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจที่ให้ความสำคัญกับสาขาเกษตรนั้นยังคงพบน้อยมาก ผู้วิจัยได้สำรวจพบว่ามีเพียง 2 งาน ได้แก่ Da-Rocha และ

Restuccia (2002) และ Da-Rocha และ Restuccia (2006) ซึ่งศึกษาในกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศในกลุ่ม OECD ผลการจำลองแบบ (Simulation) พบว่าค่อนข้างสอดคล้องกับ Stylized fact ทางวัฏจักรธุรกิจของกลุ่มประเทศดังกล่าว กล่าวได้ว่าแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่มี 2 ภาค เศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคเกษตรกรรมและที่ไม่ใช่ภาคเกษตรกรรมที่ได้พัฒนามานั้นสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ทางวัฏจักรธุรกิจในทั้ง 2 กลุ่มประเทศได้ดี งานทั้งสองนี้ก็เป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัย พยายามนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้กับกรณีความผันผวนของเศรษฐกิจไทย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่าการศึกษาที่จะตอบวัตถุประสงค์ของ โครงการวิจัยได้ เราจะเดินตามแนวคิดของทฤษฎีวัฏจักรธุรกิจที่แท้จริง โดยหลักการคือความผัน วนของวัฏจักรธุรกิจตัวแปรเศรษฐกิจมหภาคมีต้นเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทาง เทคโนโลยีทั้งสาขาเกษตร (Agricultural shock) และที่ไม่ใช่สาขาเกษตร (Non-agricultural shock) รายละเอียดแสดงตามรูปภาพที่ 1

ภาพที่ 1



แบบจำลองวัฏจักรธุรกิจ 2 ภาคเศรษฐกิจ

นักเศรษฐศาสตร์กลุ่ม RBC อาศัยทฤษฎีบทเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์สวัสดิการที่เรียกว่า Second welfare theorem มาอธิบายดุลยภาพของแบบจำลอง โดยเชื่อว่าระบบเศรษฐกิจมี Social planner ซึ่งประพฤติดัวเหมือนนักบุญ (Benevolent) มาเป็นผู้จัดสรรทรัพยากรและแจกจ่ายผลผลิตให้แก่ประชาชนในสังคม โดยนักบุญผู้นี้จะจัดสรรจนกระทั่งทำให้หน่วยเศรษฐกิจ (Economic agent) มีความสุขสูงสุดตลอดชั่วชีวิตของเขาภายใต้ทรัพยากรที่จำกัดและผันผวนเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทางเทคโนโลยี (Technological shock) ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยปรับสภาพแวดล้อมภายในระบบเศรษฐกิจ (Economic environment) หรือแบบจำลองถูกแบ่งออกเป็น 2 สาขา ได้แก่ สาขาเกษตรและสาขาที่ไม่ใช่สาขาเกษตร ซึ่งอาศัยแบบจำลองของ Da-Rocha and Restuccia (2006) โดยเรายังคงอาศัย Second welfare theorem แต่ในเศรษฐกิจที่จำลองขึ้นจะประกอบไปด้วย 2 ภาค ซึ่ง Social planner ต้องเผชิญกับ Technological shock ที่มีต้นกำเนิดมาจากสาขาเกษตรและที่ไม่ใช่สาขาเกษตร ทั้งนี้เมื่อ Social planner แก้ปัญหาการแสวงหาความพอใจสูงสุดภายใต้ Shock ดังกล่าวแล้ว แบบจำลองจะแสดงระดับที่เป็นเลิศของตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค ซึ่งเป็นค่าที่ตัวแปรเบี่ยงเบนออกจาก Steady state เรากล่าวได้ว่าคำตอบของการแก้ปัญหาลักษณะในเชิงพลวัตนี้ (Dynamic optimization) ก็คือวัฏจักรธุรกิจของตัวแปรเศรษฐกิจมหภาคนั่นเอง

ความมีจำกัดของทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจ: แบบจำลองกำหนดให้ภาคเกษตรแทนด้วย **a** ในขณะที่ภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ที่ไม่ใช่เกษตรแทนด้วย **n** จากการที่ทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจมีจำกัดสะท้อนว่าผลผลิตรวมจะมีปริมาณอยู่จำนวนหนึ่ง โดยหน่วยเศรษฐกิจจะนำไปใช้ได้ไม่เกินจำนวนนี้ กล่าวคือผลรวมระหว่างการบริโภคสินค้าที่ไม่ใช่เกษตร ($C_{n,t}$) และการลงทุนรวมของเศรษฐกิจ (X_t) จะต้องไม่เกินผลผลิตที่เกิดขึ้นในสาขาที่ไม่ใช่เกษตร ($Y_{n,t}$)

$$C_{n,t} + X_t \leq Y_{n,t} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ซึ่งการลงทุนสัมพันธ์กับการสะสมทุนของระบบเศรษฐกิจดังนี้

$$K_{t+1} = X_t + (1-\delta)K_t \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ δ หมายถึงอัตราการเสื่อมของปัจจัยทุนซึ่งมีค่าคงที่ในทุกช่วงเวลา นอกจากนี้จากการที่ผลผลิตการเกษตรมีจำกัดเพียง $Y_{a,t}$ และชัดเจนว่าผลผลิตเหล่านี้ไม่สามารถนำไปใช้ในการลงทุนได้ ดังนั้นสินค้าเกษตรจะถูกนำไปใช้ในการบริโภคเท่านั้น โดยหน่วยเศรษฐกิจอาจจะไม่จำเป็นต้องบริโภคสินค้าเหล่านี้ทั้งหมด ทั้งนี้เราสามารถแสดงได้ตามสมการข้างล่างนี้

$$C_{a,t} \leq Y_{a,t} \quad \dots\dots\dots(3)$$

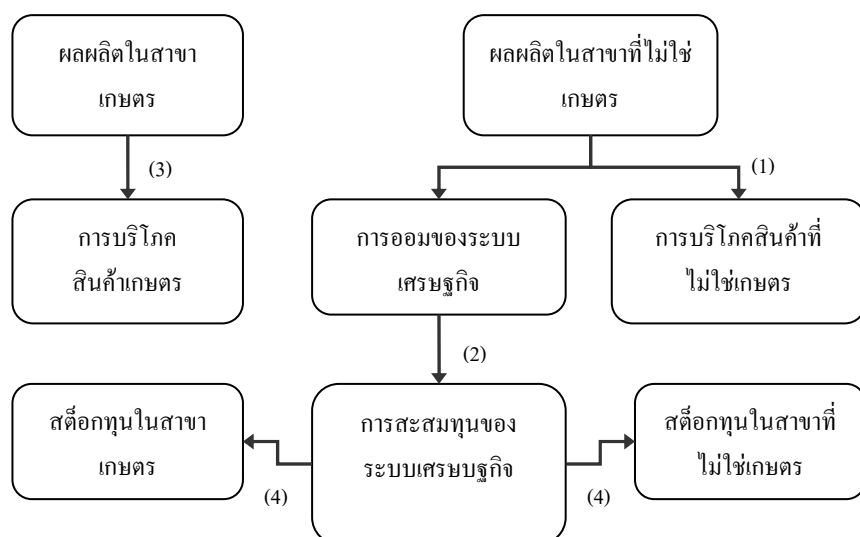
สต็อกทุนทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจถูกแบ่งไปใช้ในภาคการผลิตเกษตร และภาคการผลิตอื่นๆ หรือ

$$K_{a,t} + K_{n,t} \leq K_t \quad \dots\dots\dots(4)$$

ด้วยเงื่อนไขของแบบจำลองตามสมการ (1) ถึง (4) ที่กำหนดในข้างต้นทำให้ระดับผลผลิตในภาคการผลิตทั้งสองมีความสัมพันธ์กับการบริโภคสินค้าในแต่ละภาคการผลิต การออมของระบบเศรษฐกิจ และการสะสมทุนในภาคการผลิตทั้งสอง แสดงโดยรูปภาพที่ 2

ภาพที่ 2

ความมีจำกัดของทรัพยากรในแบบจำลอง



การผลิตในระบบเศรษฐกิจ: ระบบเศรษฐกิจประกอบด้วยสองภาคการผลิต ได้แก่ ภาคเกษตร และภาคการผลิตอื่นๆ ผู้ผลิตในภาคการผลิตทั้งสองเผชิญกับเทคนิคการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale) ระดับเทคโนโลยีการผลิต $Z_{i,t}$ โดย $i \in \{a,n\}$ ถูกกระทบด้วยปัจจัยภายนอก $\varepsilon_{i,t}$ โดย $i \in \{a,n\}$ ปัจจัยภายนอกซึ่งกระทบกระบวนการผลิต (Technological shock) ส่งผลต่อระดับเทคโนโลยีการผลิตในภาคการผลิตทั้งสองด้วยลักษณะพลวัตแบบ First-order autoregressive ดังนี้

$$Z_{t+1} = \rho Z_t + \varepsilon_{t+1} \quad \dots\dots\dots(5)$$

โดยนิยามให้ $\mathbf{z}_t \equiv \begin{pmatrix} Z_{n,t} \\ Z_{a,t} \end{pmatrix}$ และ $\boldsymbol{\varepsilon}_t \equiv \begin{pmatrix} \varepsilon_{n,t} \\ \varepsilon_{a,t} \end{pmatrix}$ ซึ่ง $\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim N\left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_{nn}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{aa}^2 \end{pmatrix}\right)$

การผลิตผลผลิตในภาคเกษตรอาศัยปัจจัยทุน ($K_{a,t}$) แรงงาน ($H_{a,t}$) และที่ดิน (T) ในการผลิต กระบวนการผลิตดังกล่าวอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันการผลิตดังนี้

$$Y_{a,t} = \gamma_a^t \lambda_a e^{z_{a,t}} K_{a,t}^\beta H_{a,t}^\phi T^{1-\beta-\phi} \quad \dots\dots\dots(6)$$

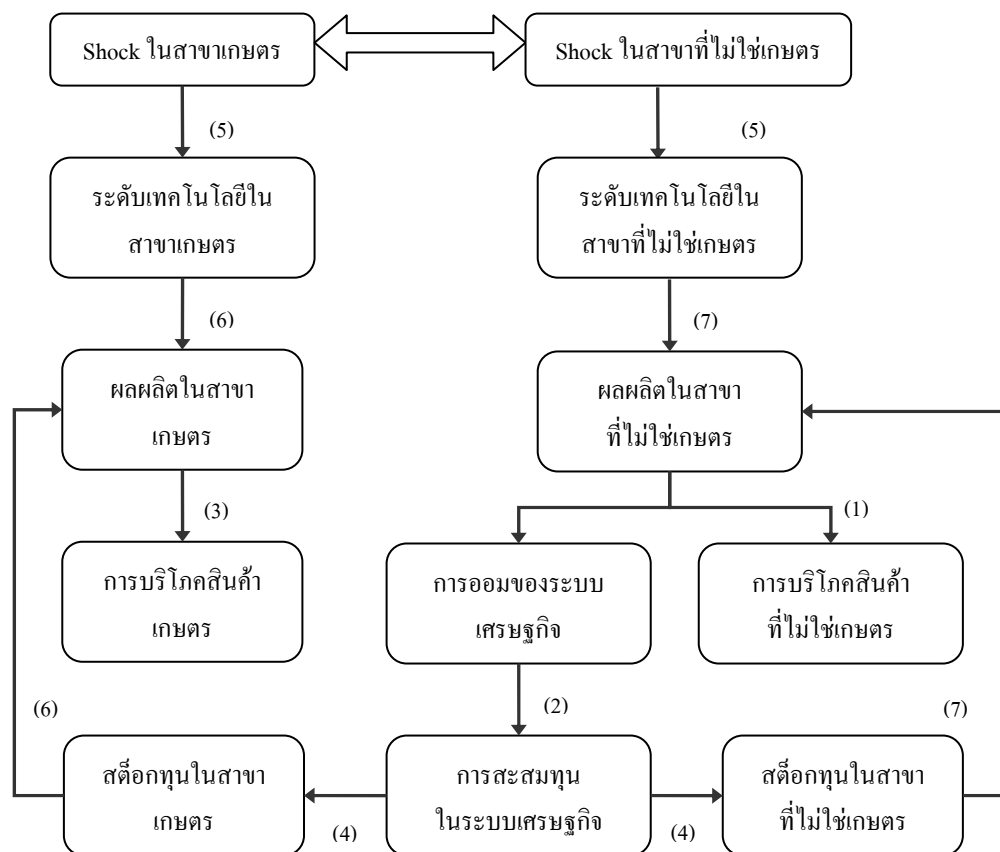
การผลิตสินค้าในภาคการผลิตอื่นๆ อาศัยปัจจัยทุน ($K_{n,t}$) และปัจจัยแรงงาน ($H_{n,t}$) ในการผลิต กระบวนการผลิตดังกล่าวอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันการผลิตดังนี้

$$Y_{n,t} = \gamma_n^t \lambda_n e^{z_{n,t}} K_{n,t}^\theta H_{n,t}^{1-\theta} \quad \dots\dots\dots(7)$$

ทั้งนี้สำหรับ $i \in \{a,n\}$ นิยามให้ $\gamma_i \geq 1$, หมายถึง อัตราการเติบโตของผลิตภาพ (Exogenous growth rate of productivity) ซึ่งในงานวิจัยของเรานี้กำหนดให้ $\gamma_i^t = 1$ และ λ_i หมายถึง Time Invariant Technology Parameter

กล่าวโดยสรุปในแต่ละช่วงเวลา ระบบเศรษฐกิจเผชิญกับปัจจัยภายนอกซึ่งกระทบระดับเทคโนโลยีการผลิตในภาคการผลิตทั้งเกษตรและภาคที่ไม่ใช่เกษตร ผลจากปัจจัยรบกวนภายนอกดังกล่าวเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจแสดงโดยรูปภาพที่ 3

ภาพที่ 3
การผลิตของระบบเศรษฐกิจในแบบจำลอง



ประชากรและความสุข: แบบจำลองกำหนดให้หน่วยครัวเรือนในระบบเศรษฐกิจมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ นั่นคือเราสามารถเลือกผู้บริโภคมาหนึ่งคนเป็นตัวแทน (Representative consumer) และเรากำหนดให้ประชากรมีอายุขัยเท่ากับอนันต์ โดยเริ่มต้นแบบจำลองกำหนดให้จำนวนประชากรมีค่าเท่ากับหนึ่ง การเติบโตของประชากรในระบบเศรษฐกิจคงที่ในอัตรา n และความสุขของตัวแทนผู้บริโภคอธิบายด้วยการบริโภคต่อจำนวนประชากร (C_t/L_t) และการพักผ่อนต่อจำนวนประชากร ($1 - l_t$) ดังนั้นความพอใจโดยรวมที่ตัวแทนผู้บริโภคได้รับตลอดอายุขัยเท่ากับ

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u\left(\frac{C_t}{L_t}, l_t\right) L_t = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u\left(\frac{C_t}{L_t}, l_t\right) \quad \dots\dots\dots(8)$$

เมื่อนิยามให้ $\beta \in [0,1]$ หมายถึง อัตราคิดลด และ $\beta \equiv \beta\eta^3$ ทั้งนี้อัตราผลตอบแทนในแต่ละช่วงเวลา แสดงด้วยสมการข้างล่าง

$$u\left(\frac{C_t}{L_t}, l_t\right) = b \log\left(\frac{C_t}{L_t}\right) + (1-b) \log l_t \quad \dots\dots\dots(9)$$

ผู้บริโภคสามารถเลือกบริโภคสินค้าเกษตรและที่ไม่ใช่สินค้าเกษตร กล่าวคือระดับการบริโภคมวลรวมเกิดขึ้นจาก

$$C_t = (aC_{n,t}^\alpha + (1-a)C_{a,t}^\alpha)^{\frac{1}{\alpha}} \quad \dots\dots\dots(10)$$

ในทำนองเดียวกันระดับการพักผ่อนคำนวณจากระยะเวลาที่เหลือจากการทำงานในภาคเกษตรและภาคการผลิตอื่นๆ โดยแรงงานของแต่ละครัวเรือนมีเวลาเท่ากับหนึ่ง และสมมติอีกว่าแรงงานไม่สามารถแบ่ง (Indivisibility) เวลาเพื่อไปทำงานในทั้งสองสาขาได้ การกำหนดข้อสมมติตัวแปรการทำงานในลักษณะนี้ เนื่องจากเรามีข้อจำกัดในการหาข้อมูลเมื่อต้องทำ Calibration และข้อสมมตินี้ก็ไม่มีบิดเบือนจากโลกความเป็นจริงมากนัก เนื่องจากความผันผวนในชั่วโมงการทำงานนั้นย่อมมีน้อยกว่าความผันผวนในจำนวนแรงงานที่มีงานทำ อย่างไรก็ตามการกำหนดสัดส่วนชั่วโมงการทำงานที่คงที่เข้าไปในแบบจำลองโดยตรงเลยก็ไม่เหมาะสม เนื่องจากมันจะทำให้ Commodity space ไม่มีคุณสมบัติ Convex ฉะนั้น Da-Rocha and Restuccia จึงแนะนำให้ปรับรูปสมการในลักษณะของแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจ ในลักษณะของ Rogerson's lotteries กล่าวคือกำหนดให้ชั่วโมงการทำงานต่อครัวเรือนในแต่ละสาขาการผลิตแทนด้วย $\bar{h}_i$ และโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่แรงงานจะทำงานในแต่ละภาคการผลิตแทนด้วย $\pi_{i,t}$ ซึ่ง $i \in \{a,n\}$ ตามลำดับ ส่งผลให้เราสามารถแสดงการพักผ่อนต่อจำนวนประชากรของหน่วยครัวเรือนด้วยสมการข้างล่าง

$$l_t = (1 - \bar{h}_n)^{\pi_{n,t}} (1 - \bar{h}_a)^{\pi_{a,t}} \quad \dots\dots\dots(11)$$

³ เนื่องจากจำนวนประชากรในช่วงเวลาเริ่มต้นเท่ากับ 1 หรือ $L_0 = 1$ เพราะฉะนั้น $L_t = \eta^t L_0 = \eta^t$

การปรับมูลค่าของปัจจัยทางเศรษฐกิจ: กำหนดให้จำนวนประชากรในระบบเศรษฐกิจมีการเติบโตตลอดเวลา เพราะฉะนั้นเพื่อพิจารณามูลค่าทางเศรษฐกิจโดยเฉลี่ยซึ่งประชากรหนึ่งคนในระบบเศรษฐกิจสร้างขึ้น ดังนั้นการวัดมูลค่าของปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ จึงวัดอยู่ในรูปมูลค่าแท้จริงต่อจำนวนประชากร ด้วยเหตุดังกล่าวในเบื้องต้นจึงทำการปรับมูลค่าของปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ ภายในแบบจำลองด้วย L_t^4 จากเงื่อนไขในสมการที่ (1) เมื่อประยุกต์เข้ากับฟังก์ชันการผลิตสินค้าอื่นๆ ซึ่งไม่ได้จัดอยู่ในภาคเกษตรตามสมการที่ (7) และการสะสมทุนในสมการ (4) ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$C_{n,t} + K_{t+1} \cdot (1-\delta) K_t \leq \lambda_n e^{z_{n,t}} K_{n,t}^\theta H_{n,t}^{1-\theta} \quad \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อหารตลอดสมการดังกล่าวด้วย L_t แล้ว

$$\frac{C_{n,t}}{L_t} + \frac{K_{t+1}}{L_t} \cdot (1-\delta) \frac{K_t}{L_t} \leq \frac{\lambda_n e^{z_{n,t}} K_{n,t}^\theta H_{n,t}^{1-\theta}}{L_t^\theta L_t^{1-\theta}}$$

ทั้งนี้เพื่อปรับให้ K_{t+1} อยู่ในรูปมูลค่าแท้จริงต่อประชากรในช่วงเวลา $t+1$ จึงคูณและหารเทอมดังกล่าวด้วย η เป็นผลให้ $\frac{K_{t+1}}{L_t} = \frac{\eta K_{t+1}}{\eta L_t}$ และเนื่องจากที่กล่าวไปข้างต้นว่ากำหนดให้จำนวนประชากรเติบโตในอัตราคงที่เท่ากับ η ทุกช่วงเวลา ฉะนั้น $\eta L_t = L_{t+1}$ ทำให้ $\frac{K_{t+1}}{L_t} = \frac{\eta K_{t+1}}{L_{t+1}} = \eta K_{t+1}$ เมื่อนิยามให้ $k_{t+1} \equiv \frac{K_{t+1}}{L_{t+1}}$ โดยกำหนดให้ $h_{n,t} \equiv \pi_{n,t} \bar{h}_n$ ซึ่ง π_n หมายถึงความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะทำงานในสาขาที่ไม่ใช่เกษตร ดังนั้น (12) จึงสามารถแสดงในรูป

$$c_{n,t} + \eta k_{t+1} \cdot (1-\delta) k_t \leq \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^\theta (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} \quad \dots\dots\dots(13)$$

⁴ ทั้งนี้ปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ ซึ่งได้นิยามไว้ในข้างต้นหากได้รับการปรับมูลค่าแล้วจะแสดงด้วยอักษรตัวเอนเล็ก

⁵ เนื่องด้วยฟังก์ชันการผลิตมีคุณสมบัติ Convex ใน Input Requirement Set เงื่อนไขในรูปสมการที่ (1) จึงสามารถปรับให้อยู่ในรูปสมการได้ (Binding Constraint)

ในทำนองเดียวกันเงื่อนไขของสมการ (3) เมื่อประยุกต์เข้ากับนิยามการผลิตสินค้าเกษตรในสมการ (6) ได้ผลลัพธ์ดังนี้⁶

$$C_{a,t} = \lambda_a e^{z_{a,t}} K_{a,t}^\mu H_{a,t}^\phi T^{1-\mu-\phi} \quad \dots\dots\dots(14)$$

กล่าวคือนิยามให้ $h_{a,t} \equiv \pi_{a,t} \bar{h}_a$ ซึ่ง π_a หมายถึงความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคระบุว่าจะทำงานในสาขาเกษตร และ $\bar{h}_a$ หมายถึงจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แรงงานทำงานในสาขาเกษตร ดังนั้นสมการ (14) จึงแสดงใหม่ในรูป

$$C_{a,t} = \lambda_a e^{z_{a,t}} k_{a,t}^\mu (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi} \quad \dots\dots\dots(15)$$

และภายหลังการปรับมูลค่าของสมการ (4) สามารถแสดงใหม่ดังนี้

$$k_{a,t} + k_{n,t} \leq k_t \quad \dots\dots\dots(16)$$

จากฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในสมการ (9) และนิยามของการบริโภคมวลรวมในสมการ (10) เมื่อประยุกต์เข้าด้วยกันและปรับมูลค่าปัจจัยต่างๆ ให้อยู่ในรูปมูลค่าแท้จริงต่อจำนวนประชากรแล้ว เราจะได้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของตัวแทนผู้บริโภคในระบบเศรษฐกิจเป็นไปตามสมการข้างล่าง

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u\left(\frac{C_t}{L_t}, l_t\right) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{b}{e} \ln(ac_{n,t}^e + (1-a)c_{a,t}^e) + (1-b)(\pi_{n,t} \ln(1-\bar{h}_n) + \pi_{a,t} \ln(1-\bar{h}_a)) \right)$$

ภายใต้รูปแบบระบบเศรษฐกิจที่จำลองขึ้นนี้การจัดสรรทรัพยากรเกิดจากการตัดสินใจของ Social Planner ด้วยแนวคิดของ Second Welfare Theorem การจัดสรรทรัพยากรดังกล่าวก่อให้เกิด

⁶ เนื่องจากฟังก์ชันการผลิตในสมการมีคุณสมบัติ Convex ใน Input Requirement Set เงื่อนไขในรูปอสมการจึงสามารถปรับให้อยู่ในรูปสมการได้

Pareto Optimal เช่นเดียวกับการจัดสรรทรัพยากรด้วยกลไกราคา เมื่อกำหนดให้ Social Planner มีเป้าหมายในการแสวงหาสวัสดิการของสังคมสูงสุด ด้วยการจัดสรรปัจจัยทางเศรษฐกิจอันประกอบด้วย

$$\{c_{a,t}, c_{n,t}, k_{t+1}, k_{n,t}, \pi_{a,t}, \pi_{n,t}\}_{t=0}^{\infty}$$

แล้วปัญหาการตัดสินใจของ Social Planner คือ เลือกเพื่อให้ตัวแทนผู้บริโภคมีความสุขสูงสุดตลอดชั่วชีวิต กล่าวคือการแก้ปัญหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization problem) เขียนได้ดังนี้

$$\text{Maximize } \{c_{a,t}, c_{n,t}, k_{t+1}, k_{n,t}, \pi_{a,t}, \pi_{n,t}\}_{t=0}^{\infty} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{b}{s} \ln(ac_{n,t}^s + (1-a)c_{a,t}^s) + (1-b)(\pi_{n,t} \ln(1-\bar{h}_n) + \pi_{a,t} \ln(1-\bar{h}_a)) \right)$$

ภายใต้ข้อจำกัด⁷ $c_{n,t} + \eta k_{t+1} - (1-\delta)k_t - \lambda_n e^{x_{n,t}} k_{n,t}^{\theta} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta}$

$$c_{a,t} = \lambda_a e^{x_{a,t}} k_{a,t}^{\mu} (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^{\phi} t^{1-\mu-\phi}$$

$$k_{a,t} + k_{n,t} = k_t$$

$$z_{t+1} = \rho z_t + \epsilon_{t+1}, \quad c_{a,t}, c_{n,t}, k_{t+1}, k_{n,t}, \pi_{a,t}, \pi_{n,t} > 0 \text{ สำหรับ } \forall t$$

จากข้างต้นเราจะเห็นว่าระบบเศรษฐกิจจะเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในระยะยาว เนื่องจากถูกรบกวนด้วย Technology shock ทำให้ Social planner จัดสรรทรัพยากรภายใต้ระบบที่อยู่ในลักษณะพลวัต โดย Social planner จะจัดสรรเงินกระทั่งตัวแทนผู้บริโภค (Representative consumer) มีความสุขตลอดชั่วอายุขัยที่เป็นนิรันดร์ ซึ่งเราจะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหาผลเลิศในเชิงพลวัต (Dynamic optimization) ของตัวแทนผู้บริโภค สำหรับในบทที่ 3 นี้ผู้วิจัยจะนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน⁸ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดค่าของตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค ณ Steady state หรือดุลยภาพในระยะยาว⁹

⁷ ทั้งนี้ข้อจำกัดในการตัดสินใจของ Social Planner สามารถแสดงอสมการเหล่านี้ในรูปสมการได้ เนื่องจากแผนความพอใจของหน่วยครัวเรือนมีคุณสมบัติ Convex

⁸ ปรับปรุงมาจากงานของ จิรวัดน์ (2542)

⁹ ดูรายละเอียดการหาดุลยภาพในระยะยาวจากภาคผนวก

ขั้นที่ 2 ปรับปัญหาให้อยู่ในรูปที่เราจะเรียกว่า The optimal linear regulator problem โดยแทนสมการเงื่อนไขที่ไม่ใช่สมการเส้นตรงลงในฟังก์ชันอรรถประโยชน์ จากนั้นใช้การขยายอนุกรมลำดับที่สองรอบๆค่า Steady state ตามวิธีการของ Taylor โดยเราต้องคำนวณหาอนุพันธ์ลำดับที่ 1 และ 2 เทียบกับ $\mathbf{k}, \mathbf{z}_n, \mathbf{z}_a, \mathbf{k}_n, \pi_n, \pi_a$ และ $\mathbf{x}_t$ ตามลำดับ รวมทั้งสร้างเมตริกซ์ตามแนวทางของ Taylor ตลอดจนสร้างเวกเตอร์ของตัวแปร State ($\mathbf{x}_t$) และเวกเตอร์ของตัวแปร Control ($\mathbf{u}_t$)

ขั้นที่ 3 สร้างสมการ Bellman โดยสมมติว่า Value function $V(\mathbf{x}_t)$ อยู่ในลักษณะสมการกำลังสองของเวกเตอร์ตัวแปร State นั่นคือ $V(\mathbf{x}_t) = \mathbf{x}_t' \mathbf{P} \mathbf{x}_t + d$ จากนั้นแทนสมการ Transition เวกเตอร์ตัวแปร State ลงในสมการ Bellman และจากเงื่อนไขจำเป็น เมื่อเราหาอนุพันธ์เทียบกับ Control เวกเตอร์จะได้ Optimal control $\mathbf{u}_t^*$ ที่แสดงถึงเวกเตอร์ของตัวแปร Control มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ เวกเตอร์ของตัวแปร State

ขั้นที่ 4 จากสมการ Ricatti จะทำซ้ำ (Iteration) เพื่อกำหนด Optimal value function $\mathbf{P}$

ขั้นที่ 5 นำเมตริกซ์ $\mathbf{P}$ แทนลงใน Optimal control จากนั้นแทน Optimal control ลงในสมการ Transition เราจะได้ State space representation ซึ่งเราจะนำไปใช้ในการจำลองแบบ

ผลการศึกษา

เมื่อผู้วิจัยได้แบบจำลองเชิงทฤษฎี (Theoretical model) ที่แสดงผ่าน State space representation แล้วผู้วิจัยจะเริ่มทำการทดลอง (Experiment) เพื่อนำไปสู่คำตอบของงานวิจัย ซึ่งถ้าผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะทางสถิติของวัฏจักรธุรกิจค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลจริงย่อมแสดงว่าแบบจำลองที่มีสาขาเกษตรรวมอยู่ด้วยนั้นมีความเหมาะสมในการอธิบายปรากฏการณ์ของความผันผวนของเศรษฐกิจไทย และจะนำเราไปสู่ข้อสรุปว่าการที่วัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรมีความผันผวนสูงกว่าวัฏจักรธุรกิจที่ไม่ใช่สาขานั้น เนื่องจาก Technology shock ตลอดจนเป็นการยืนยันว่าภาคเกษตรมีบทบาทสำคัญในการอธิบายเรื่องความผันผวนของเศรษฐกิจไทย

ขั้นตอนการทดลองเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับประเทศไทย การกระทำเช่นนี้เราเรียกว่า Calibration อย่างไรก็ตามค่าพารามิเตอร์ที่ใช้บางค่าจำเป็นต้องยืมมาจากงานวิจัยในกรณีของสหรัฐอเมริกา หลังจากนั้นผู้วิจัยจะจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยแบ่งเป็น 2 กรณี

กรณีแรกผู้วิจัยกำหนดให้เกิด Technology shock ทั้งในสาขาเกษตรและไม่ใช่เกษตรกระทบต่อแบบจำลองเป็นระยะเวลา 30 ช่วงเวลา แล้วสังเกตความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจไทยว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากข้อมูลจริง (Stylized fact) ในส่วนแรก นอกจากนี้การทดลองในกรณีที่สองผู้วิจัยกำหนดให้ Technology shock ทั้งในสาขาเกษตรและไม่ใช่เกษตรกระทบต่อแบบจำลองในระยะเวลาแรกเท่านั้น แล้วสังเกตว่าวัฏจักรธุรกิจที่เกิดจากแบบจำลองนี้มีการลู่เข้า (Convergence) สู่ ณ Steady state อย่างไร ซึ่งในการจำลองสถานการณ์และสุดท้ายผู้วิจัยจะแสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis) สำหรับพารามิเตอร์บางตัวเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ (Calibration): ค่าพารามิเตอร์ γ, η และ $1 - \theta$ ได้มาจากค่าเฉลี่ยของตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค ซึ่งนำมาจากบัญชีรายได้ประชาชาติของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ส่วน $\bar{h}_n$ และ $1 - \phi - \mu$ ผู้วิจัยได้ยืมมาจากงานวิจัยในอดีตของสหรัฐอเมริกา ส่วนค่าพารามิเตอร์ λ_n และ T Normalization ให้เท่ากับ 1 สำหรับค่าพารามิเตอร์อีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ δ, β, λ_a และ b ผู้วิจัยกำหนดให้สอดคล้องกับตัวแปรที่เราตั้งเป้าหมายไว้ เช่น อัตราค่าเสื่อมราคาจะสอดคล้องกับสัดส่วนการลงทุนต่อผลผลิตประชาชาติ (ตารางที่ 2)

ค่าเมตริกซ์ ρ ในสมการที่ (5) ของบทที่ 2 ผู้วิจัยจะประมาณโดยอาศัยแบบจำลอง Vector Autoregressive หรือ VAR model เริ่มต้นด้วยการคำนวณอนุกรมเวลาระดับเทคโนโลยีในสาขาเกษตรและไม่ใช่สาขาเกษตร $\mathbf{z}_t \equiv \begin{pmatrix} z_{n,t} \\ z_{a,t} \end{pmatrix}$ ตามแนวทางของ Da-Rocha and Restuccia (2006) กล่าวคือ

$$z_{i,t} = \log(\text{RGDP}_{i,t}) - \log(p_{i,t}) - \theta_i \log(L_{i,t})$$

ซึ่ง $i \in \{a, n\}$ และ RGDP_i หมายถึงผลผลิตประชาชาติที่แท้จริง (ณ ราคาคงที่ปี 1988) ในแต่ละสาขา p_a หมายถึงราคาเปรียบเทียบระหว่าง GDP Deflator ในสาขาเกษตรและ GDP Deflator ขณะที่ p_n ถูก Normalize ให้เท่ากับ 1 L_i หมายถึงการจ้างงานในแต่ละสาขา และ θ_a หมายถึง

ϕ ส่วน θ_n หมายถึง $1 - \theta$ เมื่อได้ $\mathbf{z}_t$ แล้ว นำมาประมาณตามสมการ $\mathbf{z}_{t+1} = \rho \mathbf{z}_t + \varepsilon_{t+1}$ เราจะได้เมตริกซ์ $\hat{\rho}$ ดังนี้

$$\hat{\rho} = \begin{bmatrix} 0.851 & 0.403 \\ (0.077) & (0.133) \\ 0.084 & 0.497 \\ (0.047) & (0.081) \end{bmatrix}$$

ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard error) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ และเมตริกซ์ความแปรปรวนของ Residual แสดงได้ตามสมการข้างล่าง

$$V = \begin{bmatrix} 0.001997 & 0.000653 \\ 0.000653 & 0.005863 \end{bmatrix}$$

สังเกตว่า $\hat{\rho}_{n,a} \neq 0$ ซึ่งสะท้อนถึง Spillover Effect ของเทคโนโลยีระหว่างสาขาเกษตรและไม่ใช่อุตสาหกรรม สำหรับ $V_{n,n}$ และ $V_{a,a}$ แสดงให้เห็นว่า Technology shock ในอุตสาหกรรมมีความแปรปรวนสูงกว่าในสาขาที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมโดยเปรียบเทียบ นอกจากนี้ $V_{n,a}$ และ $V_{a,n}$ มินัยว่า Technology shock ระหว่างสาขาก็มีสหสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 2
การกำหนดค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	นิยามเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์	แหล่งที่มาของข้อมูล	ค่า
$\bar{h}_n$	จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แรงงานทำงานในสาขาที่ไม่ใช่เกษตร	Da-Rocha and Restuccia (2006)	0.5
η	อัตราการเติบโตเฉลี่ย ของประชากรตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004	สำนักงานสถิติแห่งชาติ (ตารางผนวก ข. 1)	0.02
$1 - \theta$	สัดส่วน Compensation of Employees in Non-Agriculture เฉลี่ย ตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004	สภาพัฒน์ฯ (สศช.) (ตารางผนวก ข. 2)	0.89
ϕ	สัดส่วน Compensation of Employees in Agriculture เฉลี่ยตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004	สภาพัฒน์ฯ (ตารางผนวก ข. 2)	0.07
$1 - \phi - \mu$	สัดส่วนค่าเช่าที่ดินทางการเกษตรต่อรายได้ที่ปัจจัยการผลิตได้รับ	Da-Rocha and Restuccia (2006)	0.1
s_a	สัดส่วนผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตรต่อผลผลิตประชาชาติเฉลี่ยตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004	สภาพัฒน์ฯ (ตารางผนวก ข. 3)	0.17
λ_n	Time Invariant Technology Parameter	Normalization	1
T	ที่ดิน	Normalization	1
α	Preference parameter	Normalization	0.5
พารามิเตอร์	กำหนดเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์	แหล่งที่มาของข้อมูล	ค่า
δ	สัดส่วนเฉลี่ยการลงทุนต่อผลผลิตประชาชาติเฉลี่ยตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004 = 28%	สภาพัฒน์ฯ (ตารางผนวก ข. 4)	0.56
β	สัดส่วนสต็อกทุนต่อผลผลิตประชาชาติเฉลี่ยตั้งแต่ปี 1970 – ปี 2004 = 3.42	สภาพัฒน์ฯ (ตารางผนวก ข. 5)	0.99
$\bar{h}_a$	จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แรงงานทำงานในสาขาเกษตร	Da-Rocha and Restuccia (2006)	0.36
λ_a	สัดส่วนการจ้างงานในสาขาเกษตรต่อการจ้างงานรวมเฉลี่ย $\pi_a = 0.55$	สำนักงานสถิติแห่งชาติ (ตารางผนวก ข. 6)	0.83
b	สัดส่วนการจ้างงานต่อกำลังแรงงานเฉลี่ย = 95%	สำนักงานสถิติแห่งชาติ (ตารางผนวก ข. 7)	0.52
e	ความยืดหยุ่นของอัตราการทดแทนระหว่างการบริโภคสินค้าเกษตรและสินค้าที่ไม่ใช่เกษตร	Da-Rocha and Restuccia (2006)	0.52

ผลการจำลองสถานการณ์: จากค่าพารามิเตอร์ในหัวข้อที่แล้ว ผู้วิจัยนำมาเพื่อใช้ในการทดลอง¹⁰แบบจำลองวัฏจักรธุรกิจ 2 สาขา โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกผู้วิจัยต้องใช้ Mathematica Program เพื่อคำนวณค่าอนุพันธ์ลำดับที่ 1 และ 2 หลังจากนั้นนำไปใช้ในการสร้าง Jacobian และ Hessian Matrix ในขั้นที่สอง ซึ่งผู้วิจัยใช้ Matlab Program และสำหรับในการจำลองสถานการณ์นั้น เราสั่งให้โปรแกรมสร้างตัวแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนคงที่เท่ากับ 1 และนำเมทริกซ์ V ที่แยกองค์ประกอบด้วยวิธี Choleski แล้วมาคูณ ซึ่งจะทำให้ตัวแปรสุ่มนี้คือ Technological shock ในสาขาที่ไม่ใช่เกษตรและสาขาเกษตรของประเทศไทย ทั้งนี้กำหนดให้ shock กระทบกับเศรษฐกิจทุกๆช่วงเวลาใน 100 ช่วงเวลา ผลการจำลองสถานการณ์แสดงในตารางที่ 3

เมื่อพิจารณาผลการจำลองเทียบกับข้อมูลจริง หรือ Stylized fact โดยภาพรวม สามารถกล่าวได้ว่าการจำลองสถานการณ์แสดงผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลจริงของประเทศไทย ดังนั้นแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่เพิ่มเงื่อนไขให้ตัวแทนผู้บริโภค (Representative consumer) สามารถเลือกบริโภคระหว่างสินค้าเกษตรและสินค้าที่ไม่ใช่เกษตร ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาของไทย กล่าวคือแบบจำลองนี้ย่อมมีความน่าเชื่อถือในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจมหภาคของประเทศไทย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ภาคเกษตรกรรมมีบทบาทสำคัญในการอธิบายความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจไทย ซึ่งในกรณีของความผันผวนนั้น แบบจำลองก็แสดงให้เห็นชัดว่าวัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติในสาขาเกษตรมีความผันผวนสูงกว่าสาขาอื่นๆ ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อมูลจริงของประเทศไทย รวมทั้งความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติที่จำลองได้ก็สอดคล้องกับสถานการณ์จริงของไทย กล่าวคือ เศรษฐกิจไทยมีความผันผวนประมาณร้อยละ 3 ฉะนั้นเราสามารถตอบคำถามของงานวิจัยว่าต้นเหตุความผันผวนมาจาก Technological shock หรือความผันผวนของ Solow residual อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้อาจแสดงให้เห็นเป็นประจักษ์ว่าผลผลิตสาขาเกษตรผันผวนมากกว่าผลผลิตรวม

สำหรับประเด็นเรื่องสหสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรธุรกิจในช่วงเวลาปัจจุบันและช่วงเวลาย้อนหลัง 1 2 และ 3 ช่วงเวลา (Autocorrelation) ซึ่งเป็นการแสดงถึง Persistence ของวัฏจักรนั้น พบว่าแบบจำลองแสดงผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลจริงในประเด็นที่ว่าวัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติทั้งภาพรวม สาขาเกษตร และที่ไม่ใช่สาขาเกษตรมีสหสัมพันธ์แนบแน่นอยู่กับใน

¹⁰ Mathematica code และ Matlab code แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก.

ช่วงเวลาย้อนหลังไป 1 ช่วงเวลา มากกว่าช่วงเวลาที่เหลือ อย่างไรก็ตามทิศทางของสหสัมพันธ์กับช่วงเวลาย้อนหลัง 2 และ 3 ช่วงเวลานั้น แบบจำลองไม่สามารถจำลองสถานการณ์ได้สอดคล้องกับความจริงของเศรษฐกิจไทย ขณะที่ค่าจำลองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรธุรกิจผลผลิตสาขาเกษตรและสาขาที่ไม่ใช่เกษตรเทียบกับผลผลิตรวม พบว่าสอดคล้องกับ Stylized fact ในประเด็นที่ว่าวัฏจักรทั้งสองมีลักษณะเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกับผลผลิตรวม กล่าวคือ ทั้งสาขาเกษตรและไม่ใช่สาขาเกษตรต่างก็เป็น Procuclical ทั้งคู่

ผู้วิจัยทำการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองเชิงพลวัต (Dynamic responses) เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่เราจำลองขึ้นมานั้นในระยะยาวแล้วลู่เข้าหา (Converge) ค่าของตัวแปร ณ Steady state หรือไม่ โดยเรากำหนดให้เกิด Technological shock ทางบวกในช่วงเวลาแรกเท่านั้น แล้วสังเกตการตอบสนองของตัวแปร ผลการทดลองพบว่าตัวแปรระดับเทคโนโลยีหรือก็คือ Solow residual ทั้งสองสาขาตอบสนองในทางบวก และในช่วงเวลาต่อมาผลของ Shock ก็สลับเนื่องมาเรื่อยๆ แต่ก็ลู่กลับเข้าสู่ Steady state ในที่สุด (รูปภาพที่ 4) สำหรับตัวแปรผลผลิตประชาชาติก็แสดงการตอบสนองเช่นเดียวกันกับ Solow residual (รูปภาพที่ 5) นอกจากนี้ผู้วิจัยนำเสนอการตอบสนองเชิงพลวัตของตัวแปรเศรษฐกิจมหภาคที่สำคัญ ได้แก่ สต็อกทุน การจ้างงาน การบริโภค และการลงทุน ซึ่งการตอบสนองของตัวแปรทุกตัวนั้นลู่เข้าค่า Steady state ในที่สุด (รูปภาพที่ 6) ดังนั้นแบบจำลองที่เราจำลองขึ้นมานี้สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มหภาคสำนักวัฏจักรธุรกิจ ซึ่งกล่าวว่าความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจนั้นเป็นเพียงการตอบสนองในระยะสั้น แต่จะลู่เข้าหาดุลยภาพในระยะยาว ผลการศึกษานี้ก็เป็นการยืนยันว่าแบบจำลองที่มีทั้งสาขาเกษตรด้วยนั้นมีความน่าเชื่อถือในการอธิบายปรากฏการณ์ของความผันผวนของเศรษฐกิจไทย

งานส่วนสุดท้ายของการทดลองก็คือ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลลัพธ์ที่ได้ โดยผู้วิจัยทดลองเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ โดยเลือกทดลองเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ 2 ตัว ได้แก่ **a** และ **e** ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้ปรากฏในสมการการเลือกระหว่างการบริโภคสินค้าเกษตรและที่ไม่ใช่สินค้าเกษตร นั่นคือระดับการบริโภคมวลรวมเกิดขึ้นจาก $C_t = (aC_{at}^\alpha + (1-a)C_{nt}^\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}$ โดยที่ **a** หมายถึง Preference parameter และเราสมมติว่ามีการกระจายแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5 (Normalization) ซึ่งเราใช้เป็นตัวแทนของพารามิเตอร์นี้ได้ ส่วน **e** หมายถึงค่าความยืดหยุ่นของอัตราการทดแทนระหว่างการบริโภคสินค้าเกษตรและสินค้าที่ไม่ใช่เกษตร โดยผู้วิจัยได้ข้มนำนี้มาจากงานวิจัยในอดีต

เมื่อผู้วิจัยทดลองเปลี่ยนค่า Preference parameter (**a**) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์นี้เปลี่ยนแปลงไป 3 สถานการณ์ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ถึง 0.7 ซึ่งแต่ละสถานการณ์ผู้วิจัยจะทำการจำลอง 20 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการจำลองแบบ ผลการจำลองสถานการณ์ค่อนข้างอ่อนไหวต่อพารามิเตอร์ตัวนี้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเมื่อผู้วิจัยปรับค่านี้ไปเป็น 0.7 จะส่งผลให้คุณลักษณะทางสถิติของวัฏจักรธุรกิจของสาขาที่ไม่ใช่เกษตรเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 4) โดยวัฏจักรธุรกิจของผลผลิตสาขาที่ไม่ใช่เกษตรกลับกลายเป็นเคลื่อนไหวในลักษณะที่มีทิศทางตรงข้ามกับวัฏจักรธุรกิจของผลผลิตรวม (Countercyclical) (ตารางที่ 4) ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่าค่า Preference parameter (**a**) ที่กำหนดให้เท่ากับ 0.5 ก็เหมาะสมพอสมควรสำหรับค่าความยืดหยุ่นของอัตราการทดแทนระหว่างการบริโภคสินค้าเกษตรและสินค้าที่ไม่ใช่เกษตร (**e**) ผู้วิจัยทดลองกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์นี้เปลี่ยนแปลงไปถึง 6 สถานการณ์ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ถึง 0.7 ผลการจำลองสถานการณ์พบว่าผลลัพธ์ไม่มีความแตกต่างจากสถานการณ์เดิมมากนัก ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่าการที่การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ค่าพารามิเตอร์ **e** มาจากงานวิจัยในอดีตก็ไม่ก่อให้เกิดผลที่บิดเบือนสำหรับการศึกษาวัฏจักรธุรกิจของประเทศไทย (ตารางที่ 5)

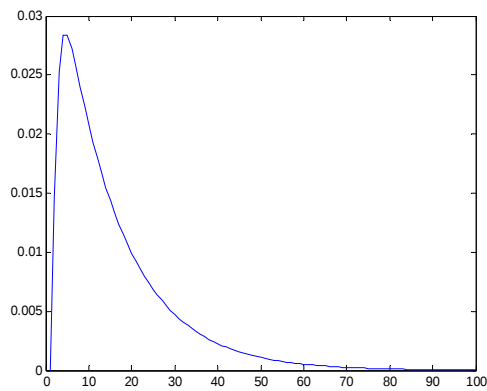
ตารางที่ 3

คุณลักษณะทางวัฏจักรธุรกิจระหว่าง Stylized fact และ Benchmark economy

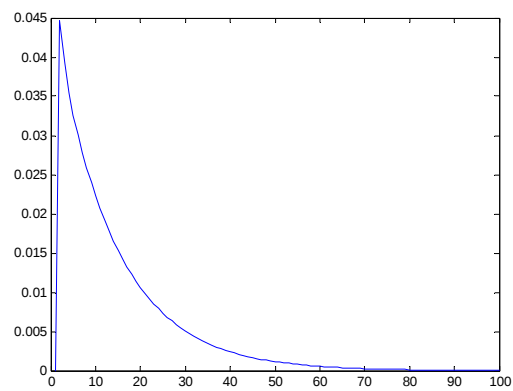
ตัวแปรวัฏจักรธุรกิจ	Stylized fact				
	Standard deviation (%)	Autocorrelation			Correlation
		Lag1	Lag2	Lag3	
ผลผลิตประชาชาติ	3.66	0.55	0.38	0.16	1.00
ผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร	4.19	0.89	0.71	0.50	0.99
ผลผลิตประชาชาติที่ไม่ใช่สาขาเกษตร	3.85	0.39	-0.05	0.05	0.51
ตัวแปรวัฏจักรธุรกิจ	Benchmark economy				
	Standard deviation (%)	Autocorrelation			Correlation
		Lag1	Lag2	Lag3	
ผลผลิตประชาชาติ	9.80 (1.19)	0.43 (0.09)	0.06 (0.11)	-0.18 (0.08)	1.00
ผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร	7.13 (0.82)	0.38 (0.09)	0.04 (0.10)	-0.17 (0.08)	0.99 (0.00)
ผลผลิตประชาชาติที่ไม่ใช่สาขาเกษตร	3.01 (0.40)	0.47 (0.08)	0.06 (0.11)	-0.21 (0.10)	0.92 (0.02)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการจำลองแบบ 20 ครั้ง

ภาพที่ 4 การตอบสนองเชิงพลวัตของ Solow residual ที่มีต่อ Positive technological shock

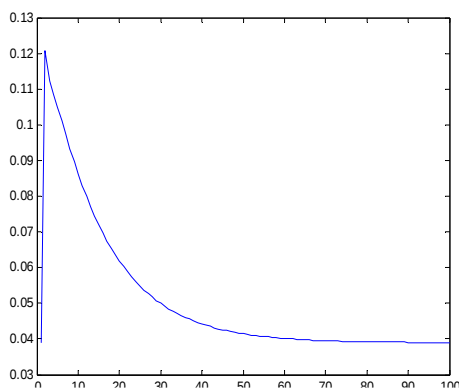


ก. การตอบสนองเชิงพลวัตตัวแปรเทคโนโลยีหรือ Solow residual ในสาขาเกษตร

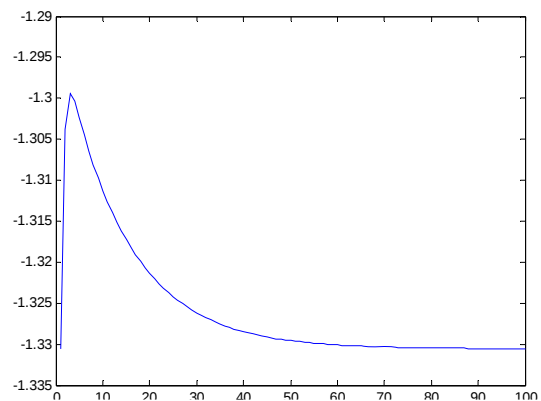


ข. การตอบสนองเชิงพลวัตตัวแปรเทคโนโลยีหรือ Solow residual ในสาขาที่ไม่ใช่เกษตร

ภาพที่ 5 การตอบสนองเชิงพลวัตของผลผลิตประชาชาติที่มีต่อ Positive technological shock

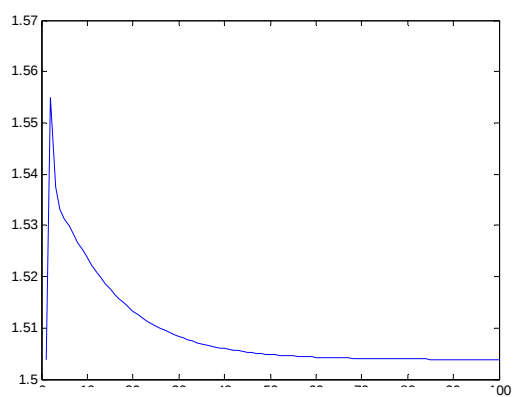


ก. การตอบสนองเชิงพลวัตของผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร

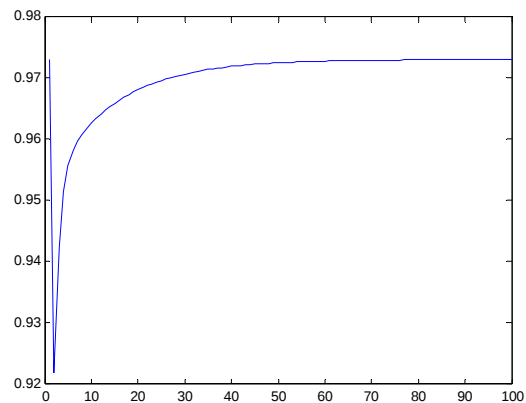


ข. การตอบสนองเชิงพลวัตของผลผลิตประชาชาติสาขาที่ไม่ใช่เกษตร

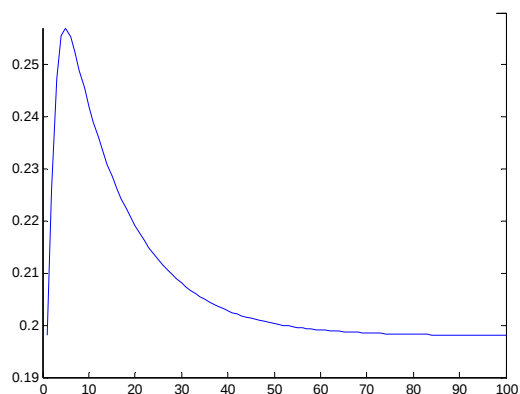
ภาพที่ 6 การตอบสนองเชิงพลวัตของตัวแปรเศรษฐกิจอื่นๆ ที่มีต่อ Positive technological shock



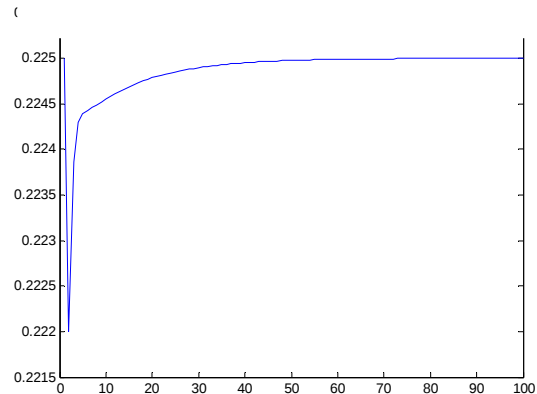
ก. การตอบสนองเชิงพลวัตของสต็อกทุนสาขาเกษตร



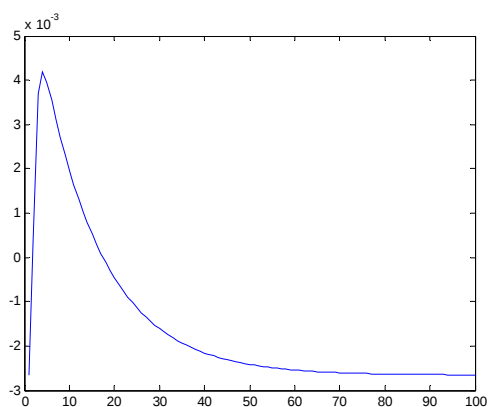
ข. การตอบสนองเชิงพลวัตของสต็อกทุนสาขาที่ไม่ใช่เกษตร



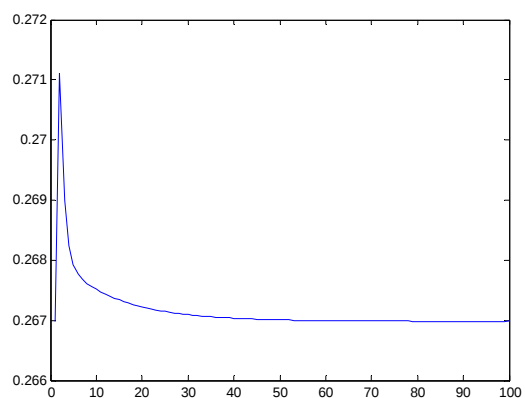
ค. การตอบสนองเชิงพลวัตของชั่วโมงการทำงานในสาขาเกษตร



ง. การตอบสนองเชิงพลวัตของชั่วโมงการทำงานในสาขาที่ไม่ใช่เกษตร



จ. การตอบสนองเชิงพลวัตของการลงทุนในระบบเศรษฐกิจ



ฉ. การตอบสนองเชิงพลวัตของการบริโภคสินค้าอื่นๆ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ α

วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติ	α		
	0.5	0.6	0.7
Standard deviation	10.03 (1.19)	9.43 (1.15)	13.22 (4.70)
Autocorrelation			
Lag1	0.45 (0.09)	0.49 (0.07)	0.17 (0.18)
Lag2	0.07 (0.10)	0.11 (0.12)	0.06 (0.14)
Lag3	-0.18 (0.08)	-0.16 (0.10)	-0.12 (0.13)
Correlation	1.00	1.00	1.00
วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร	α		
	0.5	0.6	0.7
Standard deviation	7.25 (0.81)	9.82 (1.11)	19.82 (4.21)
Autocorrelation			
Lag1	0.40 (0.10)	0.40 (0.09)	0.16 (0.13)
Lag2	0.05 (0.10)	0.08 (0.13)	0.07 (0.09)
Lag3	-0.17 (0.08)	-0.14 (0.10)	-0.07 (0.11)
Correlation	0.99 (0.00)	0.95 (0.02)	0.67 (0.30)
วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติสาขาที่ไม่ใช่เกษตร	α		
	0.5	0.6	0.7
Standard deviation	3.10 (0.39)	3.08 (0.41)	12.61 (2.58)
Autocorrelation			
Lag1	0.48 (0.08)	-0.15 (0.09)	-0.11 (0.15)
Lag2	0.07 (0.11)	-0.17 (0.11)	0.03 (0.13)
Lag3	-0.20 (0.10)	-0.13 (0.08)	-0.08 (0.10)
Correlation	0.92 (0.02)	0.04 (0.09)	-0.13 (0.30)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการจำลองแบบ 20 ครั้ง

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ e

วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติ	e					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Standard deviation	10.41 (1.08)	10.62 (1.03)	10.58 (1.24)	10.10 (1.40)	10.04 (0.76)	9.61 (0.89)
Autocorrelation						
Lag1	0.42 (0.07)	0.44 (0.07)	0.44 (0.07)	0.44 (0.09)	0.44 (0.08)	0.43 (0.08)
Lag2	0.04 (0.09)	0.09 (0.11)	0.10 (0.10)	0.07 (0.11)	0.04 (0.10)	0.06 (0.12)
Lag3	-0.17 (0.11)	-0.16 (0.11)	-0.16 (0.11)	-0.18 (0.11)	-0.16 (0.09)	-0.14 (0.09)
Correlation	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตร	e					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Standard deviation	7.51 (0.73)	7.70 (0.72)	7.72 (0.90)	7.40 (1.00)	7.25 (0.59)	6.99 (0.64)
Autocorrelation						
Lag1	0.37 (0.07)	0.39 (0.07)	0.38 (0.07)	0.37 (0.10)	0.38 (0.09)	0.38 (0.08)
Lag2	0.04 (0.09)	0.07 (0.11)	0.07 (0.09)	0.05 (0.11)	0.01 (0.10)	0.03 (0.12)
Lag3	-0.17 (0.11)	-0.16 (0.11)	-0.16 (0.11)	-0.17 (0.10)	-0.16 (0.09)	-0.15 (0.09)
Correlation	0.99 (0.00)	0.99 (0.00)	0.99 (0.00)	0.99 (0.00)	0.99 (0.00)	0.99 (0.00)
วัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติสาขาที่ไม่ใช่เกษตร	e					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Standard deviation	3.06 (0.37)	3.13 (0.35)	3.12 (0.38)	3.04 (0.43)	3.13 (0.23)	2.92 (0.31)
Autocorrelation						
Lag1	0.51 (0.07)	0.53 (0.08)	0.52 (0.07)	0.49 (0.08)	0.48 (0.07)	0.46 (0.07)
Lag2	0.13 (0.10)	0.13 (0.11)	0.13 (0.11)	0.08 (0.12)	0.07 (0.09)	0.08 (0.10)
Lag3	-0.15 (0.08)	-0.17 (0.10)	-0.17 (0.10)	-0.19 (0.11)	-0.17 (0.09)	-0.13 (0.09)
Correlation	0.96 (0.01)	0.95 (0.01)	0.94 (0.02)	0.92 (0.02)	0.92 (0.02)	0.93 (0.02)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการจำลองแบบ 20 ครั้ง

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากค่าสถิติทางวัฏจักรธุรกิจของประเทศไทย พบว่าวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรมีความผันผวนมากกว่าสาขาอื่นๆ ปรากฏการณ์นี้เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยค้นหาต้นเหตุที่ทำให้ภาคเกษตรกรรมไทยมีลักษณะดังที่กล่าว โดยนำแบบจำลองของ Da-Rocha and Restuccia (2006) มาประยุกต์ใช้กับกรณีของประเทศไทย ซึ่งแบบจำลองนี้มีลักษณะเฉพาะ คือ เป็นแบบจำลองที่กำหนดให้หน่วยเศรษฐกิจบริโภคสินค้าที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ สินค้าเกษตร และไม่ใช้สินค้าเกษตร แบบจำลองนี้อาศัยทฤษฎีบทเกี่ยวกับสวัสดิการที่เรียกว่า Second welfare theorem มาอธิบายดุลยภาพของแบบจำลอง โดยเชื่อว่าระบบเศรษฐกิจมี Social planner ซึ่งประพจน์ตัวเสมือนนักบุญมาเป็นผู้จัดสรรทรัพยากรและแจกจ่ายผลผลิตให้แก่ประชาชนในสังคม โดยนักบุญผู้นี้จะจัดสรรจนกระทั่งทำให้หน่วยเศรษฐกิจมีความสุขสูงสุดตลอดชั่วชีวิตของเขาภายใต้ทรัพยากรที่จำกัดและผันผวนเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทางเทคโนโลยี (Technological shock) อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ดุลยภาพในระยะยาวค่อนข้างซับซ้อน จากนั้นผู้วิจัยใช้วิธี Stochastic dynamic programming method เพื่อหาแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจ และนำไปทดลอง

การทดลองเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ เราเรียกขบวนการนี้ว่า Calibration จากนั้นผู้วิจัยใช้โปรแกรม Matlab และ Mathematica ในการจำลองสถานการณ์ว่า Technology shock ทั้งจากสาขาเกษตรและที่ไม่ใช่สาขาเกษตรกระทบกับเศรษฐกิจตลอดเวลาในช่วง 100 ช่วงเวลา และทำการจำลองสถานการณ์ แล้วนำมาหาค่าทางสถิติเพื่อแสดงคุณลักษณะทางวัฏจักรธุรกิจผลผลิตประชาชาติของไทย โดยความผันผวนแสดงด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สหสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาแสดงผ่านตัวสถิติ Autocorrelation ส่วนทิศทางการเคลื่อนไหวระหว่างวัฏจักรผลผลิตประชาชาติกับผลผลิตสาขาเกษตรนั้นแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นี้ค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลจริงที่กล่าวไปในตอนต้น กล่าวคือเมื่อจำลองสถานการณ์ให้ Technological shock กระทบกับแบบจำลองแล้วส่งผลให้วัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรมีความผันผวนมากโดยเปรียบเทียบ ซึ่งก็สอดคล้องกับ Stylized fact ของไทย จากนั้นเมื่อทดลองแบบจำลองด้วยการทำ Impulse response กล่าวคือกำหนดให้ Technological shock เกิดขึ้นในช่วงเวลาแรกเท่านั้น ผลการทดลองพบว่า วัฏจักรธุรกิจเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาแรก หลังจากนั้นวัฏจักรจะค่อยๆ ลู่ (Convergence) เข้าหา Steady state ในที่สุด ดังนั้นงานวิจัยมีข้อค้นพบว่า ภาคเกษตรไทยมีบทบาทที่แสดงให้เห็นว่ามีความผันผวนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมเศรษฐกิจ โดย

Technological shock เป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เศรษฐกิจสาขาเกษตรมีความผันผวนสูง ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยในกรณีของประเทศสหรัฐและกลุ่มประเทศ OECD ตลอดจนสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีทางวัฏจักรธุรกิจที่ว่าความผันผวนของเศรษฐกิจมีสาเหตุทางด้านอุปทานเป็นหลัก ซึ่งก็หมายถึง Technological shock นั่นเอง

สำหรับข้อเสนอแนะนั้น โดยทั่วไปแล้วงานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์มหภาคมักจะต้องส่งท้ายด้วยข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เช่นรัฐบาลควรดำเนินนโยบายอย่างไร รัฐบาลควรจัดการกับปัญหานี้อย่างไร แต่งานวิจัยชิ้นนี้ไม่สามารถทำเช่นนั้นได้ แม้ว่าผู้วิจัยจะมีข้อค้นพบว่าวัฏจักรธุรกิจสาขาเกษตรมีความผันผวนสูง และจากแบบจำลองก็กล่าวได้ว่าสาขาเกษตรมีบทบาทที่สำคัญต่อความผันผวนของเศรษฐกิจมวลรวม อย่างไรก็ตามความผันผวนนี้อยู่ภายใต้ระดับความเป็นเล็ของหน่วยเศรษฐกิจ (Economic agent) หรือสามารถอ้างถึง Second Welfare Theorem ดังนั้นถ้ารัฐบาลยอมรับหรือเชื่อในแนวคิดของทฤษฎีวัฏจักรธุรกิจ ก็รัฐบาลควรให้ความสำคัญในการแก้ปัญหาเรื่องสินค้าสาธารณะและการทำให้ระบบภาษีเกิดความเป็นธรรมในสังคม อย่างไรก็ตามในประเด็นหลังนี้ ข้อค้นพบของงานวิจัยก็ไม่ได้แน่น และกล่าวถึงบทบาทของรัฐบาลเลยในแบบจำลอง กล่าวคือผลงานวิจัยไม่อาจโยงถึงนโยบายได้ชัดเจนนัก นอกจากนี้หากรัฐบาลยังคงเชื่อตามแนวทางของนักเศรษฐศาสตร์สำนักเคนส์ (Keynesian view) รัฐบาลก็อาจจะเข้าไปมีบทบาทในการแก้ปัญหาความผันผวนของเศรษฐกิจในระยะสั้นผ่านนโยบายการเงินและการคลัง

สำหรับคุณค่าที่ได้รับจากข้อค้นพบในงานวิจัยชิ้นนี้ ก็คือแบบจำลองที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้กับกรณีประเทศไทย ซึ่งนับเป็นการพบพรมแดนความรู้อีกด้านของทางด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค ดังนั้นในอนาคตนักเศรษฐศาสตร์จะสามารถนำไปต่อยอดในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความผันผวนของเศรษฐกิจ ตลอดจนอาจนำแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปพัฒนาให้เหมาะสมกับกรณีศึกษาของไทยให้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากข้อบกพร่องประการหนึ่งของงานชิ้นนี้ คือ ผู้วิจัยสมมติว่าตัวแปรที่ดินในฟังก์ชันการผลิตผลผลิตเกษตรมีการกระจายแบบปกติจึงสามารถนำค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 (Normalization) เป็นตัวแทนได้ อย่างไรก็ตามการสมมติเช่นนี้เป็นการละเลยปัจจัยการผลิตที่สำคัญในทางการเกษตร แต่งานวิจัยนี้ปรารถนาที่จะลดความซับซ้อนของแบบจำลองลง เนื่องจากแบบจำลองในเชิงพลวัตต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงในการจัดการกับปัญหา ดังนั้นถ้ามีการเพิ่มเงื่อนไขบางอย่างเข้าไปก็เป็นการทำทายงานวิจัยในอนาคต นอกจากนี้ข้อเสนอแนะอื่นๆ จะคล้ายกับงานในอดีตที่อยู่ในเส้นทางเดินของแบบจำลองวัฏจักรธุรกิจ ได้แก่ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ ซึ่งพารามิเตอร์สำหรับกรณีประเทศไทยยังค่อนข้างมีจำกัดอยู่มาก การศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งพารามิเตอร์ที่จำเป็นเหล่านั้นก็อาจจะเป็นงานวิจัยที่ต่อเนื่องไปได้

บรรณานุกรม

- เขาวี เก่งชน. (2537). “แบบจำลองดุลยภาพของวัฏจักรธุรกิจที่มีการใช้เงินกับข้อมูลเศรษฐกิจมหภาคจริง: การศึกษาเบื้องต้น”. วารสารเศรษฐศาสตร์จุฬาลงกรณ์, 6(2), หน้า: 231-244.
- จิรวัดน์ เจริญสถาพรกุล. (2542). วัฏจักรธุรกิจที่แท้จริงระหว่างประเทศ: กรณีศึกษาประเทศไทยและประเทศใหญ่ (อเมริกา, ญี่ปุ่น). เศรษฐศาสตร์มหบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Benhabib, J., R. Rogerson, and R. Wright. (1991). “Homework in Macroeconomics: Household Production and Aggregate Fluctuations” **Journal of Political Economy**, 99 pp: 1166-1187.
- Chaleampong Kongcharoen. (2003). **Optimal fiscal policy in a business cycles model: a case study of Thailand**. Master of Art Thesis in Economics, Thammasat University.
- Choe, Y. C. (1989). **A Survey of Macroeconomics and Agriculture**. Master’s Thesis, Faculty of Agricultural Economics, Michigan State university.
- Da Rocha, J.M. and D. Restuccia. (2006). “The role of agriculture in aggregate business cycles fluctuation”. **Review of Economic Dynamics**. 9: pp. 455–482.
- _____. (2002). **Aggregate Employment Fluctuations and Agricultural Share**. Manuscript, University of Toronto.
- Hansen, L.P., and Sargent T.J. (1997). **Recursive Models of Dynamic Linear Economics**. Manuscript.
- Pawin Siriprapanukul. (2000). **Effects of monetary policies in RBC model with banking sector**. Master of Art Thesis in Economics, Thammasat University.
- Tanapong Potipiti. (1999). **The dynamic responses to shocks: a comparison of a closed and an open economy**. Master of Art Thesis in Economics, Thammasat University.
- Thitipong Jurapornsiridee. (1995). **Real Business Cycle: The Case of Thailand**. Master of Art Thesis in Economics, Thammasat University.

ภาคผนวก ก.

การหาดุลยภาพระยะยาว หรือ Steady state

จากสมการข้อจำกัดด้านสต็อกทุนเรารู้ว่า $k_{a,t} = k_t - k_{n,t}$ นำไปแทนในสมการการบริโภคสินค้าเกษตรจะได้ว่า $c_{a,t} = \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^\mu (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi}$ จากระเบียบวิธี Lagrangian function เป้าหมายเพื่อการตัดสินใจของ Social Planner แสดงด้วย

$$L = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{b}{e} \ln(a c_{n,t}^e + (1-a) c_{a,t}^e) + (1-b) (\pi_{n,t} \ln(1-\bar{h}_n) + \pi_{a,t} \ln(1-\bar{h}_a)) \right) \\ + \psi_{n,t} (\lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^\theta (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} - \eta k_{t+1} + (1-\delta) k_t - c_{n,t}) \\ + \psi_{a,t} (\lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^\mu (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi} - c_{a,t})$$

โดยนิยามให้ $\psi_{i,t}$ แสดงถึงอรรถประโยชน์หน่วยสุดท้ายของรายได้ที่ได้รับจากภาคการผลิต i เมื่อ $i \in \{a, n\}$ ตามลำดับ First-order Conditions จากการจัดสรรปัจจัยทางเศรษฐกิจอันประกอบด้วย

$\{c_{a,t}, c_{n,t}, k_{t+1}, k_{n,t}, \pi_{a,t}, \pi_{n,t}\}_{t=0}^{\infty}$ แสดงได้ดังนี้

$$\frac{\partial L}{\partial c_{a,t}} : \beta \left(\frac{b}{e} \frac{a(1-a) c_{a,t}^{e-1}}{(a c_{n,t}^e + (1-a) c_{a,t}^e)} - \psi_{a,t} \right) = 0 \quad \dots\dots(17)$$

$$\frac{\partial L}{\partial c_{n,t}} : \beta \left(\frac{b}{e} \frac{a(1-a) c_{n,t}^{e-1}}{(a c_{n,t}^e + (1-a) c_{a,t}^e)} - \psi_{n,t} \right) = 0 \quad \dots\dots(18)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_{t+1}} : \beta^2 \left(\psi_{n,t} \mu \lambda_n e^{z_{n,t}} (k_{n,t})^{\mu-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^\phi t^{1-\mu-\phi} + \psi_{n,t} (1-\delta) \right) - \beta \psi_{n,t} \eta = 0 \quad \dots\dots(19)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_{n,t}} : \beta \left(\psi_{n,t} \theta \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^{\theta-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} - \psi_{a,t} \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^{\mu-1} (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi} \right) = 0 \quad \dots\dots(20)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \pi_{a,t}} : \beta \left((1-b) \ln(1-\bar{h}_a) + \psi_{a,t} \phi \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^\mu (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^{\phi-1} t^{1-\mu-\phi} \bar{h}_a \right) = 0 \quad \dots\dots(21)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \pi_{n,t}} : \beta \left((1-b) \ln(1-\bar{h}_n) + \psi_{n,t} (1-\theta) \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^{\theta-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{\theta-1} \bar{h}_n \right) = 0 \quad \dots\dots(22)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \psi_{a,t}} : \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^\mu (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi} - c_{a,t} = 0 \quad \dots\dots(23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \psi_{n,t}} : \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^\theta (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} - \eta k_{t+1} + (1-\delta) k_t - c_{n,t} = 0 \quad \dots\dots(24)$$

เมื่อเรานำสมการที่ (18) หาคด้วยสมการที่ (17) จะได้ผลลัพธ์คือ

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{c_{n,t}^{\alpha-1}}{c_{a,t}^{\alpha-1}} = \frac{\psi_{n,t}}{\psi_{a,t}} \quad \dots\dots\dots(25)$$

ในขณะที่สมการที่ (23) และสมการที่ (24) ทำให้สามารถแสดงผลผลิตหน่วยสุดท้ายจากการใช้ปัจจัยทุนในภาคการผลิตต่างๆ และผลผลิตหน่วยสุดท้ายจากการใช้ปัจจัยแรงงานในภาคการผลิตต่างๆ ในรูป

$$\begin{aligned} \mu \frac{Y_{a,t}}{k_{a,t}} &= \mu \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^{\mu-1} (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^{\phi} t^{1-\mu-\phi} \\ &\Rightarrow \phi \bar{h}_a \frac{Y_{a,t}}{\pi_{a,t} \bar{h}_a} = \phi \bar{h}_a \lambda_a e^{z_{a,t}} (k_t - k_{n,t})^{\mu-1} (\pi_{a,t} \bar{h}_a)^{\phi-1} t^{1-\mu-\phi} \\ \theta \frac{Y_{n,t}}{k_{n,t}} &= \theta \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^{\theta-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} \Rightarrow (1-\theta) \bar{h}_n \frac{Y_{n,t}}{\pi_{n,t} \bar{h}_n} = (1-\theta) \bar{h}_n \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^{\theta-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} \end{aligned}$$

เป็นผลให้สมการ (20) (21) และ (22) ถูกแสดงด้วย

$$\frac{\mu}{\theta} \left(\frac{y_{a,t}/k_{a,t}}{y_{n,t}/k_{n,t}} \right) = \frac{\psi_{n,t}}{\psi_{a,t}} \quad \dots\dots\dots (26)$$

$$(1-b) \ln(1-\bar{h}_a) + \psi_{a,t} \phi \frac{Y_{a,t}}{\pi_{a,t} \bar{h}_a} - 0 \quad \dots\dots\dots(27)$$

$$(1-b) \ln(1-\bar{h}_n) + \psi_{n,t} (1-\theta) \frac{Y_{n,t}}{\pi_{n,t} \bar{h}_n} - 0 \quad \dots\dots\dots(28)$$

ในทำนองเดียวกันสมการที่ (19) สามารถแสดงด้วย

$$\mu \left(\frac{y_{a,t}}{k_{a,t}} \right) = \frac{\psi_{n,t}}{\psi_{a,t}} (\xi + \delta) \quad \dots\dots\dots(29)$$

โดยนิยามให้ $\xi \equiv \frac{\eta}{\beta} - 1$ กล่าวโดยสรุปแล้วเมื่อพิจารณาสมการ (26) รวมกับสมการ (29) ได้ผลลัพธ์

$$\begin{aligned} \mu \left(\frac{y_{a,t}}{k_{a,t}} \right) &= \mu \left(\frac{y_{a,t}/k_{a,t}}{y_{n,t}/k_{n,t}} \right) \left(\frac{\xi + \delta}{\theta} \right) \Rightarrow \frac{y_{n,t}}{k_{n,t}} = \left(\frac{\xi + \delta}{\theta} \right) \\ \text{แต่เราทราบว่า } \frac{y_{n,t}}{k_{n,t}} &= \lambda_n e^{z_{n,t}} k_{n,t}^{\theta-1} (\pi_{n,t} \bar{h}_n)^{1-\theta} \text{ ตามข้างต้นทำให้} \\ k_{n,t} &= \left(\left(\frac{\xi + \delta}{\lambda_n \theta} \right) e^{-z_{n,t}} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} (\pi_{n,t} \bar{h}_n) \quad \dots\dots\dots(30) \end{aligned}$$

และหากพิจารณาสมการ (25) ร่วมกับสมการ (26) ถึงสมการ (28) ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\frac{a}{1-a} \frac{c_{n,t}^{s-1}}{c_{a,t}^{s-1}} = \frac{\mu}{\theta} \left(\frac{y_{a,t}/k_{a,t}}{y_{n,t}/k_{n,t}} \right) \quad \text{.....(31)}$$

$$\left(\frac{\pi_{a,t} \ln(1-h_{a,t})}{\phi y_{a,t}} \right) \left(\frac{a c_{n,t}^s + (1-a) c_{a,t}^s}{(1-a) c_{a,t}^{s-1}} \right) + \frac{b}{1-b} = 0 \quad \text{.....(32)}$$

$$\left(\frac{\pi_{n,t} \ln(1-h_{n,t})}{(1-\theta) y_{n,t}} \right) \left(\frac{a c_{n,t}^s + (1-a) c_{a,t}^s}{a c_{n,t}^{s-1}} \right) + \frac{b}{1-b} = 0 \quad \text{.....(33)}$$

กล่าวโดยสรุปคือเงื่อนไขในการจัดสรรทรัพยากรของ Social Planner (ภายใต้ดุลยภาพแบบ Interior Solution) ได้ผลลัพธ์ตามสมการที่ (30) ถึงสมการที่ (33) ณ Steady State ทางเดินเวลาของปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ มีค่าคงที่ ประกอบกับในสถานการณ์ดังกล่าวระบบเศรษฐกิจไม่ถูกรบกวนด้วยปัจจัยภายนอก และกำหนดให้ $\mathbf{z}_{i,t} = \mathbf{0}$ โดย $i \in \{a,n\}$ สำหรับ $\forall t$ เพราะฉะนั้นด้วยสมการ (30) ถึงสมการที่ (33) ดุลยภาพในระยะยาวหรือที่เราเรียกว่า Steady State ของระบบเศรษฐกิจแสดงดังนี้

Euler condition สำหรับการสะสมสต็อกทุน

$$k_n = \left(\frac{\xi + \delta}{\lambda_n \theta} \right)^{1-\theta} (\pi_n \bar{h}_n) \quad \text{..... (34)}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างอรรถประโยชน์ส่วนเพิ่มของการบริโภคและอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มของสต็อกทุนในสาขาเกษตรกรรมและที่ไม่สาขาเกษตรกรรม

$$\frac{a}{1-a} \frac{c_n^{s-1}}{c_a^{s-1}} = \frac{\mu}{\theta} \left(\frac{y_a/k_a}{y_n/k_n} \right) \quad \text{.....(35)}$$

Static choice ระหว่างการบริโภคสินค้าเกษตร การบริโภคสินค้าที่ไม่ใช่เกษตรและการพักผ่อน

$$\left(\frac{\pi_a \ln(1-h_a)}{\phi y_a} \right) \left(\frac{a c_n^s + (1-a) c_a^s}{(1-a) c_a^{s-1}} \right) + \frac{b}{1-b} = 0 \quad \text{.....(36)}$$

$$\left(\frac{\pi_n \ln(1-h_n)}{(1-\theta) y_n} \right) \left(\frac{a c_n^s + (1-a) c_a^s}{a c_n^{s-1}} \right) + \frac{b}{1-b} = 0 \quad \text{.....(37)}$$

ข้อจำกัดด้านทรัพยากร

$$c_n + (\eta + \delta - 1)(k_n + k_a) = y_n \quad \dots\dots\dots(38)$$

$$c_a = y_a \quad \dots\dots\dots(39)$$

ฟังก์ชันการผลิตในสาขาเกษตรกรรมและที่ไม่ใช่สาขาเกษตรกรรม

$$y_a = \lambda_a k_a^\mu (\pi_a \bar{h}_a)^\phi t^{1-\mu-\phi} \quad \dots\dots\dots(40)$$

$$y_n = \lambda_n k_n^\theta (\pi_n \bar{h}_n)^{1-\theta} \quad \dots\dots\dots(41)$$

ดังนั้นเรามี 8 สมการและ 8 ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า ได้แก่ $\{c_a, c_n, k, k_n, t, \pi_a, \pi_n, y_a, y_n\}$

ซึ่งสามารถแก้ระบบสมการหาคำตอบได้

นิยามเพิ่มเติมว่าสัดส่วนของผลผลิตสาขาเกษตรต่อผลผลิตประชาชาติรวม

$$s_a \equiv \frac{p_a y_a}{p_a y_a + y_n} \text{ ซึ่ง } p_a = \frac{(1-\alpha)\epsilon_a^{s-1}}{\alpha c_n^{s-1}} \text{ และจากสมการที่ (35) (36) (37) (40) และ (41) ทำ}$$

ให้เราสามารถเขียนสัดส่วนของผลตอบแทนการจัดสรรระหว่างสินค้าเกษตรและสินค้าที่ไม่ใช่

เกษตรในรูปของตัวแปร s_a ซึ่งเราสามารถเก็บข้อมูลได้และสัดส่วนของการจ้างงานต่อประชากร

ในแต่ละสาขา π_a และ π_n ดังนี้

$$(1-\mu) = \frac{1-s_a}{s_a} \frac{\pi_a}{\pi_n} (1-\theta) \frac{\ln(1-\bar{h}_a)}{\ln(1-\bar{h}_n)} \quad \dots\dots\dots(42)$$

$$k_a = \frac{s_a}{1-s_a} \frac{\mu}{\theta} k_n \quad \dots\dots\dots(43)$$

$$\lambda_n = \frac{s_a y_n}{p_a y_a (1-s_a)} \quad \dots\dots\dots(44)$$

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลสำหรับหาค่าพารามิเตอร์

ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์นั้น ตารางผนวก ก. 1, 6, 7 และตารางผนวก ก. 2, 3, 4, 5 นำมาจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และบัญชีรายได้ประชาชาติของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตามลำดับ โดยข้อมูลที่น่าเสนอนี้เป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา

ผนวก ข. 1 อัตราการเติบโตของประชากร

ปี	จำนวนประชากร(ล้านคน)	อัตราการเติบโตของประชากร	อัตราการเติบโตของประชากรเฉลี่ย
1970-1990	46.54	0.02	0.02
1991-2000	59.60	0.01	
2001-2004	63.42	0.01	

ผนวก ข. 2 Compensation of Employees

ปี	Total Compensation of Employees	Rest of the World	non-agriculture	agriculture	สัดส่วน non-agriculture
1970-1990	201,420.52	9,327.71	175,340.48	16,752.33	0.87
1991-2000	1,169,986.40	28,101.50	1,096,727.70	45,157.20	0.94
2001-2004	1,744,228.25	27,508.25	1,646,823.25	69,896.75	0.94

ผนวก ข. 3 สัดส่วนผลผลิตประชาชาติสาขาเกษตรต่อผลผลิตประชาชาติรวม

ปี	Agriculture at 1988 Prices	GDP at 1988 Prices	สัดส่วน
1970-1990	188390.06	980639.49	0.21
1991-2000	312771.90	2731506.20	0.12
2001-2004	344794.50	3361486.75	0.10
ค่าเฉลี่ย			0.17

ผนวก ข. 4 สัดส่วนการลงทุนต่อผลผลิตประชาชาติ

ปี	Gross Fixed Capital Formation	Change in Inventories	Investment	GDP at Current Prices	Investment/GDP
1970-1990	200,428.43	8,183.90	208,612.33	756,756.86	0.26
1991-2000	1,314,998.90	8,023.00	1,323,021.90	3,984,200.60	0.34
2001-2004	1,383,111.25	57,376.00	1,440,487.25	5,751,631.00	0.25
ค่าเฉลี่ย					0.28

ผนวก ข. 5 สัดส่วนสต็อกทุนต่อผลผลิตประชาชาติ

ปี	capital stock	GDP at 1988 Prices	สัดส่วนสต็อกทุนต่อผลผลิตประชาชาติ
1970-1990	3,082,073.95	980,639.49	3.26
1991-2000	9,847,525.30	2,731,506.20	3.57
2001-2004	13,059,850.75	3,361,486.75	3.90
ค่าเฉลี่ย			3.42

ผนวก ข. 6 สัดส่วนการจ้างงานในสาขาเกษตรต่อการจ้างงานรวม

ปี	กำลังแรงงาน	การจ้างงานในสาขาเกษตร	การจ้างงานรวม	สัดส่วนการจ้างงานในสาขาเกษตรต่อการจ้างงานรวม
1977-1990	25,156.69	15,710.61	23,887.78	0.65
1991-2000	32,364.09	14,954.69	30,710.53	0.49
2001-2004	34,673.65	13,791.91	33,433.74	0.41

ผนวก ข. 7 สัดส่วนการจ้างงานต่อกำลังแรงงาน

ปี	การจ้างงาน	กำลังแรงงาน	สัดส่วนการจ้างงานต่อกำลังแรงงาน	สัดส่วนการจ้างงานต่อกำลังแรงงานเฉลี่ย
1977-1990	23,887.78	25,156.69	0.95	0.95
1991-2000	30,710.53	32,364.09	0.95	
2001-2004	33,433.74	34,673.65	0.96	

ภาคผนวก ค.

Mathematica และ Matlab Code

1. Mathematica Code: Code ที่แสดงข้างล่างเพื่อหาค่าอนุพันธ์ลำดับที่ 1 และ 2 รอบๆ ค่า ณ Steady state จากนั้นผู้วิจัยจะนำค่าตัวเลขที่ได้ไปใส่ใน Matlab Code

```

cn = (λn * E^zn (kn) ^ θ (πn * hn) ^ (1 - θ)) - (x);
ca = λa * E^za (k - kn) ^ μ (πα * ha) ^ φ * (t ^ (1 - μ - φ));
b = 0.52; a = 0.5; e = 0.52; μ = 0.83; hn = 0.5;
ha = 0.36; φ = 0.07; θ = 0.11; λn = 1; λa = 0.83;
U = (b / e) * Log[a (cn^e) + (1 - a) (ca^e)] +
  (1 - b) * (πn * Log[1 - hn] + πα * Log[1 - ha]);
Uk = ∂k U; Uzn = ∂zn U; Uza = ∂za U; Ukn = ∂kn U;
Uπn = ∂πn U; Uπα = ∂πα U;
Ux = ∂zn U; Ukk = ∂k,k U; Ukzn = ∂k,zn U; Ukza = ∂k,za U;
Ukkn = ∂k,kn U;
Ukπn = ∂k,πn U; Ukπα = ∂k,πα U; Ukx = ∂k,x U;
Uznzn = ∂zn,zn U; Uznza = ∂zn,za U;
Uznkn = ∂zn,kn U; Uznπn = ∂zn,πn U;
Uznπα = ∂zn,πα U; Uznx = ∂zn,x U; Uzaza = ∂za,za U;
Uzakn = ∂za,kn U; Uzaπn = ∂za,πn U;
Uzaπα = ∂za,πα U; Uzax = ∂za,x U; Uknkn = ∂kn,kn U;
Uknπn = ∂kn,πn U; Uknπα = ∂kn,πα U;
Uknx = ∂kn,x U; Uπnπn = ∂πn,πn U; Uπnπα = ∂πn,πα U;
Uπnx = ∂πn,x U; Uπαπα = ∂πα,πα U; Uπαx = ∂πα,x U; Uxx = ∂x,x U;

zn = 0; za = 0; η = 0.02; β = 0.99;
βhat = η * β; ξ =  $\frac{\eta}{\beta_{\text{hat}}}$  - 1; δ = 0.56; πn = 0.45;
kn = (( $\frac{\xi + \delta}{\lambda n + \theta}$ ) ^ (1 - θ)) (πn * hn); πα = 0.55; sa = 0.17;
ka = ( $\frac{s_a}{1 - s_a}$ ) ( $\frac{\mu}{\theta}$ ) kn; t = 1;
ya = (ka ^ μ) ((πα * ha) ^ φ) λa (t ^ 1 - μ - φ) * E^za;
yn = ((πn * hn) ^ (1 - θ)) λn (kn ^ θ) * E^zn; k = kn + ka;
Cn = (( $\frac{\mu}{\theta}$ ) ( $\frac{y_n}{k_n}$ ) ( $\frac{1 - a}{a}$ ) (ca ^ (e - 1))) ^ (1 / (e - 1)); x = yn - Cn

```

```

Fubar = 2*U; Fk = Uk; Fzn = Uzn; Fza = Uza; Fkn = Ukn ; Fпн = Uпн ;
Fла = Uла; Fx = Ux ; Fkk = Ukk; Fkzn = Ukzn;
Fkza = Ukza ; Fkkn = Ukkn ; Fkпн = Ukпн ; Fkла = Uкла; Fkx = Uкx ;
Fznzn = Uznzn ;
Fznza = Uznza ; Fznkn = Uznkn ; Fznпн = Uznпн; Fznла = Uznла; Fznx =
Uznx ; Fzaза = Uzаза ;
Fzakn = Uzакн; Fзапн = Uзапн; Fзала = Uзала; Fзаx = Uзаx; Fknkn =
Uknkn ; Fknпн = Uknпн ;
Fknла = Uknла ; Fknx = Uknx ; Fпнпн = Uпнпн ;
Fпнла = Uпнла; Fпнx = Uпнx ; Fлала = Uлала ; Fлах = Uлах; Fxx = Uxx;

```

2. Matlab Code

```

% นำตัวเลขที่ได้จาก File ของ Mathematica Code มาใส่ โดยกำหนดให้ 1=non-agricultural sector, 2=agricultural sector ,
Ubar=-1.07909; Uk=0.192213; Uz1=0.170032; Uz2=0.348258; Uk1=-0.172992; Upi1=0.00357502; Upi2=-0.169894; Ux=0.170032;
Ukk=-0.109597; Ukl1=-0.0326824; Ukl2=0.033011;Ukk1=0.105902; Ukp1=-0.0646386; Ukp2=0.0042014; Uкx=0.123645;
Uz1z1=0.0603181;Uz1z2=-0.0592151; Uz1k1=0.0395011; Uz1pi1=0.119296; Uz1pi2=-0.00753647; Uz1x=0.415072; Uz2z2=0.0598104;
Uz2k1=-0.039705; Uz2pi1=-0.117114; Uz2pi2=0.00761224; Uz2x=0.224024; Uk1k1=-0.12119; Uk1pi1=0.0781244; Uk1pi2=-0.00505336;
Uk1x=-0.076723; Upi1pi1=-0.511361; Upi1pi2=-0.0149055; Upi1x=0.820921; Upi2pi2=-0.0796199; Upi2x=0.0285122; Uxx=-1.57031;
R=[Ubar Uk Uz1 Uz2; Uk Ukk Ukl1 Ukl2; Uz1 Ukl1 Uz1z1 Uz1z2; Uz2 Ukl2 Uz1z2 Uz2z2];
W=[Uk1 Upi1 Upi2 Ux; Ukk1 Ukp1 Ukp2 Uкx; Uz1k1 Uz1pi1 Uz1pi2 Uz1x; Uz2k1 Uz2pi1 Uz2pi2 Uz2x];
Q=[Uk1k1 Uk1pi1 Uk1pi2 Uk1x; Uk1pi1 Upi1pi1 Upi1pi2 Upi2x; Uk1pi2 Upi1pi2 Upi2pi2 Upi2x; Uk1x Upi1x Upi2x Uxx];
B(4,4)=0; B(2,4)=1; C(4,4)=0; C(3,3)=1; C(4,4)=1; delta=0.56; a11= 1.040101-(0.50*1.040101); a11= 0.850571;
a12= 0.083613; a21= 0.403314; a22= 0.496828; A=[ 1 0 0 0; 0 (1-delta) 0 0; 0 0 a11 a12; 0 0 a21 a22];
%Transsformation to eliminate discounting and cross-products
betahat=0.0198; Rhat= R - (W*inv(Q)*W); Ahat = (betahat^0.5)*(A-(B*inv(Q)*W)); Bhat=(betahat^0.5)*B;
%Doubling algorithm
m = max(size(A)); I = eye(m); P0 = -eye(m); Alpha0 = inv(I+B*inv(Q)*B'*P0)*A; Beta0 = inv(I+B*inv(Q)*B'*P0)*B*inv(Q)*B';
Gamma0 = R-P0+A'*P0*inv(I+B*inv(Q)*B'*P0)*A;
ddalpha = 1; ddgamma = 1; ddbeta = 1; n = 1; tol = 1e-20; maxit = 5000;
while(ddalpha>tol&ddgamma>tol&ddbeta>tol&n<=maxit)
    Alpha = Alpha0*inv(I+Beta0*Gamma0)*Alpha0; Beta = Beta0+Alpha0*inv(I+Beta0*Gamma0)*Beta0*Alpha0';
    Gamma = Gamma0+Alpha0'*Gamma0*inv(I+Beta0*Gamma0)*Alpha0; n = n+1;
    ddalpha = max(max(abs((Alpha-Alpha0)./(1+abs(Alpha0))))); ddbeta = max(max(abs((Beta-Beta0)./(1+abs(Beta0)))));
    ddgamma = max(max(abs((Gamma-Gamma0)./(1+abs(Gamma0))))); end; P = Gamma + P0; Fhat = inv(Q+Bhat'*P*Bhat)*Bhat'*P*Ahat;
x = zeros(4,100); u = zeros(4,100); E = randn(2,100); V = [ 0.001997 0.000653; 0.005863 0.000653];
Vc = chol(V); VcE = Vc'*E; EE = [x(1,:); x(1,:); VcE]; s = 99;
for t = 1:s
    A0 = (betahat^(-0.5))*(Ahat-(Bhat*Fhat)); F = Fhat + (inv(Q)*W); x(:,t+1) = (A0*x(:,t)) + (C*EE(:,t+1)); u(:,t) = -F*x(:,t); end;
khatt = x(2,:); z1hatt = x(3,:); z2hatt = x(4,:); k1hatt = u(1,:); pi1hatt = u(2,:); pi2hatt = u(3,:); xhatt = u(4,:);
kbar = 2.47688; zbar1 = 0; zbar2 = 0; k1bar = 0.973061; pi1bar = 0.45; pi2bar = 0.55; xbar = -0.00265744; I1 = zeros(size(khatt));
kbar = kbar+I1; zbar1 = zbar1+I1; zbar2 = zbar2+I1; k1bar = k1bar+I1; pi1bar = pi1bar+I1; pi2bar = pi2bar+I1; xbar = xbar+I1;
kt = khatt+kbar; z1t = z1hatt+zbar1; z2t = z2hatt+zbar2; k1t = k1hatt+k1bar; pi1t = pi1hatt+pi1bar; pi2t = pi2hatt+pi2bar; xt = xhatt+xbar;

```

```

k2t = kt-k1t; lamda1 = 1; zeta = 0.11; h1bar=0.5; Lny1t = log(lamda1)+ (zeta*log(k1t))+ (1-zeta)*log(pi1t*h1bar)+z1t; lamda2 =0.83;
meu = 0.83; phi = 0.07; h2bar =0.36; t=1; Lny2t = log(lamda2)+ (meu*log(k2t))+ phi*log(pi2t*h2bar)+ (1-meu-phi)*log(t)+z1t;
Lnyt = Lny1t+Lny2t; CLny1t = Lny1t-hpfilter(Lny1t,100); CLny2t = Lny2t-hpfilter(Lny2t,100); CLnyt = Lnyt-hpfilter(Lnyt,100);
Output = [CLny1t CLny2t CLnyt]; SD_Output = 100*std(Output,1); SD_Showoutput = [SD_Output(:,1);SD_Output(:,2);SD_Output(:,3)];
disp('Standard Deviation: Nonagri agri total'); disp(SD_Showoutput);

Cor_y1t = corrcorr(CLny1t, CLnyt); Cor_y2t = corrcorr(CLny2t, CLnyt); Output_Corre = [Cor_y1t(2,1);Cor_y2t(2,1)];
disp('Correlation: Nonagri agri and Agri'); disp(Output_Corre);

Lag_y1t = lagmatrix(CLny1t, [ 0 1 2 3]); Lagr_y1t = [Lag_y1t(4,:);Lag_y1t(5,:);Lag_y1t(6,:);Lag_y1t(7,:); Lag_y1t(8,:);Lag_y1t(9,:);
Lag_y1t(10,:);Lag_y1t(11,:);Lag_y1t(12,:);Lag_y1t(13,:);Lag_y1t(14,:); Lag_y1t(15,:);Lag_y1t(16,:);Lag_y1t(17,:);Lag_y1t(18,:);
Lag_y1t(19,:);Lag_y1t(20,:);Lag_y1t(21,:);Lag_y1t(22,:);Lag_y1t(23,:);Lag_y1t(24,:);Lag_y1t(25,:);Lag_y1t(26,:);Lag_y1t(27,:);
Lag_y1t(28,:);Lag_y1t(29,:);Lag_y1t(30,:);Lag_y1t(31,:);Lag_y1t(32,:);Lag_y1t(33,:);Lag_y1t(34,:);Lag_y1t(35,:);
Lag_y1t(36,:);Lag_y1t(37,:);Lag_y1t(38,:);Lag_y1t(39,:);Lag_y1t(40,:);Lag_y1t(41,:);Lag_y1t(42,:);Lag_y1t(43,:);Lag_y1t(44,:);
Lag_y1t(45,:);Lag_y1t(46,:);Lag_y1t(47,:);Lag_y1t(48,:);Lag_y1t(49,:);Lag_y1t(50,:);Lag_y1t(51,:);Lag_y1t(52,:);Lag_y1t(53,:);
Lag_y1t(54,:);Lag_y1t(55,:);Lag_y1t(56,:);Lag_y1t(57,:);Lag_y1t(58,:);Lag_y1t(59,:);Lag_y1t(60,:);Lag_y1t(61,:);Lag_y1t(62,:);
Lag_y1t(63,:);Lag_y1t(64,:);Lag_y1t(65,:);Lag_y1t(66,:);Lag_y1t(67,:);Lag_y1t(68,:);Lag_y1t(69,:);Lag_y1t(70,:);
Lag_y1t(71,:);Lag_y1t(72,:);Lag_y1t(73,:);Lag_y1t(74,:);Lag_y1t(75,:);Lag_y1t(76,:);Lag_y1t(77,:);Lag_y1t(78,:);Lag_y1t(79,:);
Lag_y1t(80,:);Lag_y1t(81,:);Lag_y1t(82,:);Lag_y1t(83,:);Lag_y1t(84,:);Lag_y1t(85,:);Lag_y1t(86,:);Lag_y1t(87,:);Lag_y1t(88,:);
Lag_y1t(89,:);Lag_y1t(90,:);Lag_y1t(91,:);Lag_y1t(92,:);Lag_y1t(93,:);Lag_y1t(94,:);Lag_y1t(95,:);Lag_y1t(96,:);Lag_y1t(97,:);
Lag_y1t(98,:);Lag_y1t(99,:);Lag_y1t(100,:)]; Auto1_y1t = corrcorr(Lagr_y1t(:,1),Lagr_y1t(:,2));
Auto2_y1t = corrcorr(Lagr_y1t(:,1),Lagr_y1t(:,3)); Auto3_y1t = corrcorr(Lagr_y1t(:,1),Lagr_y1t(:,4));

% Autocorrelation: agri
Lag_y2t = lagmatrix(CLny2t, [ 0 1 2 3]); Lagr_y2t = [Lag_y2t(4,:);Lag_y2t(5,:);Lag_y2t(6,:);Lag_y2t(7,:);Lag_y2t(8,:);Lag_y2t(9,:);
Lag_y2t(10,:);Lag_y2t(11,:);Lag_y2t(12,:);Lag_y2t(13,:);Lag_y2t(14,:);Lag_y2t(15,:);Lag_y2t(16,:);Lag_y2t(17,:);Lag_y2t(18,:);
Lag_y2t(19,:);Lag_y2t(20,:);Lag_y2t(21,:);Lag_y2t(22,:);Lag_y2t(23,:);Lag_y2t(24,:);Lag_y2t(25,:);Lag_y2t(26,:);Lag_y2t(27,:);
Lag_y2t(28,:);Lag_y2t(29,:);Lag_y2t(30,:);Lag_y2t(31,:);Lag_y2t(32,:);Lag_y2t(33,:);Lag_y2t(34,:);Lag_y2t(35,:);Lag_y2t(36,:);
Lag_y2t(37,:);Lag_y2t(38,:);Lag_y2t(39,:);Lag_y2t(40,:);Lag_y2t(41,:);Lag_y2t(42,:);Lag_y2t(43,:);Lag_y2t(44,:);Lag_y2t(45,:);
Lag_y2t(46,:);Lag_y2t(47,:);Lag_y2t(48,:);Lag_y2t(49,:);Lag_y2t(50,:);Lag_y2t(51,:);Lag_y2t(52,:);Lag_y2t(53,:);Lag_y2t(54,:);
Lag_y2t(55,:);Lag_y2t(56,:);Lag_y2t(57,:);Lag_y2t(58,:);Lag_y2t(59,:);Lag_y2t(60,:);Lag_y2t(61,:);Lag_y2t(62,:);
Lag_y2t(63,:);Lag_y2t(64,:);Lag_y2t(65,:);Lag_y2t(66,:);Lag_y2t(67,:);Lag_y2t(68,:);Lag_y2t(69,:);Lag_y2t(70,:);Lag_y2t(71,:);
Lag_y2t(72,:);Lag_y2t(73,:);Lag_y2t(74,:);Lag_y2t(75,:);Lag_y2t(76,:);Lag_y2t(77,:);Lag_y2t(78,:);Lag_y2t(79,:);Lag_y2t(80,:);
Lag_y2t(81,:);Lag_y2t(82,:);Lag_y2t(83,:);Lag_y2t(84,:);Lag_y2t(85,:);Lag_y2t(86,:);Lag_y2t(87,:);Lag_y2t(88,:);Lag_y2t(89,:);
Lag_y2t(90,:);Lag_y2t(91,:);Lag_y2t(92,:);Lag_y2t(93,:);Lag_y2t(94,:);Lag_y2t(95,:);Lag_y2t(96,:);Lag_y2t(97,:);
Lag_y2t(98,:);Lag_y2t(99,:);Lag_y2t(100,:)]; Auto1_y2t = corrcorr(Lagr_y2t(:,1),Lagr_y2t(:,2));
Auto2_y2t = corrcorr(Lagr_y2t(:,1),Lagr_y2t(:,3)); Auto3_y2t = corrcorr(Lagr_y2t(:,1),Lagr_y2t(:,4));

% Autocorrelation: total;
Lag_yt = lagmatrix(CLnyt, [ 0 1 2 3]); Lagr_yt = [Lag_yt(4,:);Lag_yt(5,:);Lag_yt(6,:);Lag_yt(7,:);Lag_yt(8,:);Lag_yt(9,:);Lag_yt(10,:);
Lag_yt(11,:);Lag_yt(12,:);Lag_yt(13,:);Lag_yt(14,:);Lag_yt(15,:);Lag_yt(16,:);Lag_yt(17,:);Lag_yt(18,:);Lag_yt(19,:);Lag_yt(20,:);
Lag_yt(21,:);Lag_yt(22,:);Lag_yt(23,:);Lag_yt(24,:);Lag_yt(25,:);Lag_yt(26,:);Lag_yt(27,:);Lag_yt(28,:);Lag_yt(29,:);Lag_yt(30,:);
Lag_yt(31,:);Lag_yt(32,:);Lag_yt(33,:);Lag_yt(34,:);Lag_yt(35,:);Lag_yt(36,:);Lag_yt(37,:);Lag_yt(38,:);Lag_yt(39,:);Lag_yt(40,:);
Lag_yt(41,:);Lag_yt(42,:);Lag_yt(43,:);Lag_yt(44,:);Lag_yt(45,:);Lag_yt(46,:);Lag_yt(47,:);Lag_yt(48,:);Lag_yt(49,:);Lag_yt(50,:);
Lag_yt(51,:);Lag_yt(52,:);Lag_yt(53,:);Lag_yt(54,:);Lag_yt(55,:);Lag_yt(56,:);Lag_yt(57,:);Lag_yt(58,:);Lag_yt(59,:);Lag_yt(60,:);

```

```

Lag_yt(61,:);Lag_yt(62,:);Lag_yt(63,:);Lag_yt(64,:);Lag_yt(65,:);Lag_yt(66,:);Lag_yt(67,:);Lag_yt(68,:);Lag_yt(69,:);Lag_yt(70,:);
Lag_yt(71,:);Lag_yt(72,:);Lag_yt(73,:);Lag_yt(74,:);Lag_yt(75,:);Lag_yt(76,:);Lag_yt(77,:);Lag_yt(78,:);Lag_yt(79,:);Lag_yt(80,:);
Lag_yt(81,:);Lag_yt(82,:);Lag_yt(83,:);Lag_yt(84,:);Lag_yt(85,:);Lag_yt(86,:);Lag_yt(87,:);Lag_yt(88,:);Lag_yt(89,:);Lag_yt(90,:);
Lag_yt(91,:);Lag_yt(92,:);Lag_yt(93,:);Lag_yt(94,:);Lag_yt(95,:);Lag_yt(96,:);Lag_yt(97,:);Lag_yt(98,:);Lag_yt(99,:);Lag_yt(100,:);
Auto1_yt = corrcoef(Lagr_yt(:,1),Lagr_yt(:,2)); Auto2_yt = corrcoef(Lagr_yt(:,1),Lagr_yt(:,3));
Auto3_yt = corrcoef(Lagr_yt(:,1),Lagr_yt(:,4)); Output_autonon = [Auto1_yt(2,1);Auto2_yt(2,1);Auto3_yt(2,1)];
disp('Autocorrelation Lag1 Lag2 Lag3: Nonagri agri'); disp(Output_autonon); Output_autoagri =
[Auto1_yt(2,1);Auto2_yt(2,1);Auto3_yt(2,1)]; disp('Autocorrelation Lag1 Lag2 Lag3: agri'); disp(Output_autoagri);
Output_autototal = [Auto1_yt(2,1);Auto2_yt(2,1);Auto3_yt(2,1)];
disp('Autocorrelation Lag1 Lag2 Lag3: total'); disp(Output_autototal);

```