บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการประมาณค่าอุปสงค์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของแต่ละประเภทโดยแบ่งเป็น สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี การประมาณค่าเส้นต้นทุนผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นสิ่งที่เราต้องการศึกษาและประมาณค่าในการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการใช้นโยบายภาษีในระดับต่างๆ ซึ่งการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการใช้นโยบายภาษีนั้น สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ การวิเคราะห์ที่อยู่บนกรอบแนวคิดของดุลยภาพทั่วไป (General Equilibrium Analysis) และการวิเคราะห์ที่อยู่บนกรอบแนวคิดดุลยภาพบางส่วน (Partial Equilibrium Analysis) โดยการวิเคราะห์โดยใช้ดุลยภาพทั่วไปจะสามารถวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในหลายๆส่วนของระบบเศรษฐกิจหรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ขณะที่การวิเคราะห์โดยใช้ดุลยภาพบางส่วนจะพิจารณาเฉพาะอุตสาหกรรมที่ศึกษาเท่านั้น และเนื่องจากข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่อนข้างจำกัด ทำให้การศึกษาโดยใช้แนวคิดดุลยภาพทั่วไปเป็นไปได้ยาก จึงเลือกศึกษาอยู่บนกรอบแนวคิดดุลยภาพบางส่วน และได้กำหนดข้อสมมติในการศึกษา ดังนี้

เนื่องจากการศึกษานี้ต้องการที่จะวิเคราะห์เฉพาะผลกระทบจากการใช้นโยบายภาษีทางด้านอุปสงค์เท่านั้น จึงได้สมมติให้อุปทานของสารเคมีทางการเกษตรมีความยืดหยุ่นของเส้นอุปทานต่อราคาเท่ากับอนันต์ ซึ่งหมายความว่าเราสามารถนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรเข้ามาได้อย่างไม่จำกัด

3.1 แบบจำลองอุปสงค์การใช้สารเคมีทางการเกษตร

แบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะสร้างสมการเพื่อประมาณค่าอุปสงค์การใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยแบ่งเป็นกรณีสารกำจัดศัตรูพืช จะประกอบด้วยสมการอุปสงค์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และกรณีปุ๋ยเคมีจะประกอบไปด้วยสมการอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งจะประยุกต์จากทฤษฎีอุปสงค์ โดยที่สามารถแสดงที่มาและสมมติฐานของความสัมพันธ์ของสมการต่างๆที่อยู่ในระบบสมการ ดังนี้

3.1.1 สมการอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช (Qp)

อุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช โดยจะกำหนดตัวแปรอธิบายและสมมติฐานของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$Qp = f(Pp, FPI, AGDP, ALF) \quad [3.1]$$

3.1.1.1 ราคาสารกำจัดศัตรูพืช (Pp) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช ตามกฎอุปสงค์ที่ว่า เมื่อราคาสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการในสินค้านั้นของผู้บริโภคก็จะลดลง

3.1.1.2 ดัชนีราคาผลผลิตทางการเกษตร (FPI) ใช้เป็นตัวแทนของราคาผลผลิตทางการเกษตรที่เกษตรกรได้รับจากการขายผลผลิต โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช ตามกฎของอุปทานที่ว่าเมื่อผู้ผลิตรู้ว่าจะขายสินค้าได้ในราคาที่สูง ก็จะผลิตสินค้าจำนวนมาก ความต้องการในปัจจัยการผลิตก็จะมากตามด้วย

3.1.1.3 รายได้ประชาชาติภาคเกษตรกรรมของประชากรไทย (AGDP) ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงถึงอำนาจซื้อสินค้าในภาคเกษตรกรรมของประชากรไทย โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเมื่อประชากรมีกำลังซื้อเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถซื้อสินค้าได้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่าสารกำจัดศัตรูพืชเป็นสินค้าที่มีความจำเป็น

3.1.1.4 จำนวนแรงงานในภาคเกษตรกรรม (ALF) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเมื่อปัจจัยการผลิตทางด้านแรงงานมีจำนวนที่เพิ่มขึ้น การใช้ปัจจัยการผลิตอื่นก็ต้องเพิ่มตาม ถ้าการผลิตนั้นจำเป็นต้องใช้แรงงานในการผลิตประกอบกันกับการใช้ปัจจัยการผลิตอื่น

3.1.2 สมการอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี (Qf)

อุปสงค์ของปุ๋ยเคมีโดยจะกำหนดตัวแปรอธิบายและสมมติฐานของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$Qf = f(Pf, FPI, AGDP, ALF) \quad [3.2]$$

3.1.2.1 ราคาปุ๋ยเคมี (Pf) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับอุปสงค์ของปุ๋ยเคมี ตามกฎอุปสงค์ที่ว่า เมื่อราคาสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการในสินค้านั้นของผู้บริโภคก็จะลดลง

3.1.2.2 ดัชนีราคาผลผลิตทางการเกษตร (FPI) ใช้เป็นตัวแทนของราคาผลผลิตทางการเกษตรที่เกษตรกรได้รับจากการขายผลผลิต โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี

3.1.2.3 รายได้ประชาชาติภาคเกษตรกรรมของประชากรไทย (AGDP) ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงถึงอำนาจซื้อสินค้าในภาคเกษตรกรรมของประชากรไทย โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากเมื่อประชากรมีกำลังซื้อเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถซื้อสินค้าได้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่าปุ๋ยเคมีเป็นสินค้าที่มีความจำเป็น

3.1.2.4 จำนวนแรงงานในภาคเกษตรกรรม (ALF) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งจะแสดงว่าการผลิตจำเป็นต้องใช้ทั้งปัจจัยทางด้านแรงงานและปุ๋ยเคมีประกอบกัน

โดยรูปแบบฟังก์ชั่นที่ใช้เป็นแบบ Log-Linear ซึ่งสามารถวิเคราะห์ค่าความยืดหยุ่นของแต่ละสมการได้ด้วย รูปแบบฟังก์ชั่นของสมการอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมีจึงมีลักษณะดังสมการที่ [3.3] และสมการที่ [3.4] ตามลำดับ

$$\ln Qp = \ln\beta_0 + \beta_1 \ln Pp + \beta_2 \ln FPI + \beta_3 \ln AGDP + \beta_4 \ln ALF \qquad [3.3]$$

$$\ln Qf = \ln\alpha_0 + \alpha_1 \ln Pf + \alpha_2 \ln FPI + \alpha_3 \ln AGDP + \alpha_4 \ln ALF \qquad [3.4]$$

โดยค่า β_1 ที่ได้ก็คือค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่อราคา ส่วนค่า α_1 ก็จะเป็นค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมีต่อราคา

3.2 แบบจำลองผลกระทบภายนอกของสารเคมีทางการเกษตร

แบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะสร้างสมการเพื่อประมาณค่าผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยแบ่งเป็นผลกระทบภายนอกที่เกิดจากกรณีสารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี

3.2.1 สมการผลกระทบภายนอกของสารกำจัดศัตรูพืช (EXM)

โดยจะกำหนดตัวแปรอธิบายและสมมติฐานของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$EXM = f(Qp) \qquad [3.5]$$

ปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (Qp) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลกระทบภายนอก คือ ยิ่งมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากเท่าไรก็ยิ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมากขึ้น

3.2.2 สมการผลกระทบภายนอกของการใช้ปุ๋ยเคมี (ECF)

โดยจะกำหนดตัวแปรอธิบายและสมมติฐานของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$ECF = f(Qf) \qquad [3.6]$$

ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี (Qf) โดยน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลกระทบภายนอก คือ ยิ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากเท่าไรก็ยิ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมากขึ้น

รูปแบบฟังก์ชั่นของสมการความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบภายนอกกับปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี เป็นดังสมการที่ [3.7] และ [3.8] ตามลำดับ

$$\ln(EXM) = \ln\gamma_0 + \gamma_1 \ln Qp \qquad [3.7]$$

$$\ln(ECF) = \ln\delta_0 + \delta_1 \ln Qf \qquad [3.8]$$

3.3 วิธีการประเมินมูลค่าผลกระทบภายนอก

วิธีการประเมินมูลค่าผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ จากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช และจากการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการประมาณค่าผลกระทบภายนอกของสารกำจัดศัตรูพืชในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งผลกระทบออกเป็น 7 กลุ่มโดยอ้างการแบ่งกลุ่มตาม Erin M.Tegtmeier และ Michael D.Duffy (2004) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลกระทบภายนอกที่เกิดขึ้นจากการผลิตในภาคเกษตรกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ค่าที่ประมาณได้มีมูลค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5,682.9 – 16,889.2 ล้านเหรียญสหรัฐหรือประมาณ 244,137.38 – 725,560.03 ล้านบาท เมื่อทำการปรับด้วยอัตราแลกเปลี่ยนในปี 2002 ซึ่งเป็นที่ทำการศึกษา

3.3.1 สารกำจัดศัตรูพืช

การประเมินมูลค่าผลกระทบภายนอกของสารกำจัดศัตรูพืช จะทำการแบ่งออกเป็นต้นทุนขั้นต่ำและต้นทุนขั้นสูง ดังนี้

ผลกระทบภายนอก = ต้นทุนสิ่งแวดล้อม[1] + ต้นทุนสุขภาพ[2] + ต้นทุนในการดูแลป้องกัน[3]

<u>ต้นทุนขั้นต่ำ</u>

(1) *ต้นทุนสิ่งแวดล้อม* = มูลค่าผลกระทบต่อดินและน้ำ + มูลค่าผลกระทบต่อแมลง + มูลค่าผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

<u>เงื่อนไขในการประเมินต้นทุนสิ่งแวดล้อม</u>

(1.1) มูลค่าผลกระทบต่อดินและน้ำ

งบประมาณในโครงการปลูกหญ้าแฝกเฉลิมพระเกียรติในปี 2550 ซึ่งงบประมาณของโครงการดังกล่าวมีมูลค่า 400.50 ล้านบาท (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

การประเมินมูลค่าผลเสียที่เกิดกับดินและน้ำนี้ จะใช้วิธีการประเมินมูลค่าการอนุรักษ์ดินและน้ำในโครงการปลูกหญ้าแฝกเฉลิมพระเกียรติ โดยโครงการดังกล่าวอยู่ภายใต้การสนับสนุนของ 11 หน่วยงาน ที่ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ ณ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีเป้าหมายที่จะปลูกหญ้าแฝก จำนวนไม่ต่ำกว่า 300 ล้านกล้า และจนเกิดผลสำเร็จในการใช้หญ้าแฝกปรับปรุงและรักษาหน้าดินจำนวนไม่ต่ำกว่า 800,000 จุดในประเทศไทย ซึ่งงบประมาณของโครงการดังกล่าวในปี 2550 มีมูลค่า 400.50 ล้านบาท ดั่งที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชดำริเป็นครั้งแรกแก่เลขาธิการคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่อง มาจากพระราชดำริ (ดร.สุเมธ ตันติเวชกุล) เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2534 และต่อมาก็ได้พระราชทานพระราชดำริแก่ผู้เกี่ยวข้อง ในวาระต่าง ๆ พระราชดำริดังกล่าวมีประเด็นสำคัญโดยสรุปดังนี้

"....หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก แผ่กระจายลงไปในดินตรง เป็นแผงเหมือนกำแพง ช่วยกรองตะกอนดินและรักษา หน้าดินได้ดี จึงควรนำมาศึกษาและทดลองปลูกในพื้นที่ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริและพื้นที่อื่น ๆ ที่ เหมาะสมอย่างกว้างขวาง โดยพิจารณาจากลักษณะของภูมิประเทศ คือ บนพื้นที่ภูเขา ให้ปลูกหญ้าแฝกตามแนวขวางของความลาดชันและในร่องน้ำของภูเขา เพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดินและช่วยเก็บกักความชื้นของดินไว้ด้วย บนพื้นราบ ให้ปลูกหญ้าแฝกรอบแปลงหรือปลูกในแปลง ๆ ละ 1 หรือ 2 แถว ส่วนแปลงพืชไร่นา ให้ปลูกตามร่องสลับกับพืชไร่ เพื่อที่รากของหญ้าแฝกจะอุ้มน้ำไว้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความชุ่มชื้นในดิน และ

หญ้าแฝกจะเป็นตัวกักเก็บไนโตรเจนและกำจัดสิ่งเป็นพิษหรือสารเคมีอื่น ๆ ไม่ให้ไหลลงไปในแม่น้ำลำคลอง โดยกักให้ไหลลงไปใต้ดินแทน การปลูกรอบพื้นที่เก็บกักน้ำ เพื่อป้องกันดินพังทลาย ลงไปในอ่างเก็บน้ำ ทำให้อ่างเก็บน้ำไม่ตื้นเขิน ตลอดจนช่วยรักษาหน้าดินเหนืออ่าง และช่วยให้ป่าไม้ในบริเวณพื้นที่รับน้ำสมบูรณ์ ขึ้นอย่างรวดเร็ว ในบริเวณที่มีหญ้าคาระบาด ควรทำการศึกษาดูว่าหญ้าแฝกจะสามารถควบคุมหญ้าคาได้หรือไม่ พื้นที่เหนือแหล่งน้ำ ควรปลูกเพื่อเป็นแนวป้องกันตะกอนและดูดซับสารพิษต่าง ๆ ไว้ในรากและลำต้นได้นานจนสารเคมีนั้นสลายตัวเป็นปุ๋ยสำหรับพืช ต่อไป..."

(1.2) มูลค่าผลกระทบต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ค่าใช้จ่ายการปราบศัตรูพืชเมื่อเกิดการระบาดขึ้น (ล้านบาท)โดยอ้างอิงจากค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ไปในการปราบศัตรูพืชเมื่อเกิดการระบาดขึ้นในประเทศไทย ซึ่งมูลค่าที่ได้นั้นได้จากการประเมินโดย Jungbluth (1996) แล้วทำการดัดแปลงโดย สุวรรณา ประณีตวตกุล (2548) มีมูลค่า 57.40 ล้านบาท แล้วจึงทำการปรับให้มีมูลค่าเป็น ณ ปัจจุบัน (2549) โดยใช้ดัชนีราคาผู้บริโภค

สารกำจัดศัตรูพืช ฆ่าแมลงที่มีประโยชน์มากมาย รวมถึง แมลงที่ทำลายและฆ่าศัตรูพืช แมลงที่ช่วยในการผสมเกสรในไม้ผล แมลงที่ผลิตน้ำผึ้ง แมลงที่มนุษย์กินเป็นอาหาร รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่นๆเช่น กบ สัตว์เลื้อยคลาน เต่า งู ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญต่อระบบสมดุลนิเวศวิทยาทั้งสิ้น แสดงว่าสารกำจัดศัตรูพืชไม่ได้ฆ่าเฉพาะแมลงศัตรูพืชเท่านั้นแต่ยังรวมถึงศัตรูทางธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชนั้น ๆ ก็ถูกฆ่าด้วย นั้นหมายความว่ากลไกการควบคุมโดยธรรมชาติได้ถูกทำลายลง และทำให้จำนวนแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ ก่อตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะสามารถทำความเสียหายแก่พืชเป็นอย่างมาก การทำลายการควบคุมทางธรรมชาติ จะเป็นการสร้างปัญหาแมลงศัตรูพืชขึ้นมาใหม่ แมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งโดยปกติจะสามารถทำการควบคุมจำนวนศัตรูพืชโดยแมลงศัตรูธรรมชาติ และจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีแมลงศัตรูมาควบคุม ซึ่งก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกลับมาระบาดของแมลง

นอกจากนี้ปัญหาหนึ่งที่พบของสารกำจัดแมลงคือแมลงสามารถสร้างความต้านทานต่อสารเคมีได้ สัดส่วนของศัตรูพืชที่สามารถต้านทานสารกำจัดศัตรูพืชมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น การคัดเลือกศัตรูพืชที่สามารถต้านทานสารเคมีซ้ำๆ นี้จะทำให้สัดส่วนประชากรศัตรูพืชที่สามารถต้านทานสารกำจัดศัตรูพืชมีสูงกว่าประชากรเดิม หลังจากมีการใช้สารเคมีชนิดเดิมซ้ำๆ กับศัตรูพืชกลุ่มเดิมและใช้ในความเข้มข้นมากขึ้นในที่สุดสารกำจัดศัตรูพืชชนิดนั้นจะใช้ไม่ได้ผล ซึ่งมูลค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการต้านทานสารเคมีของศัตรูพืชนั้นได้จากค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ไปในการปราบศัตรูพืชเมื่อเกิดการระบาดขึ้น

(1.3) มูลค่าผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

= จำนวนปลาที่ตายจากสารกำจัดศัตรูพืช (ตัว) x ราคาเฉลี่ยของปลาแต่ละชนิดในท้องตลาด (บาทต่อตัว)

โดยจะทำการประเมินโดยใช้วิธีการเดียวกับ Pimentel et al. (1992) ที่ว่าใช้จำนวนปลาตายจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชต่อปีคูณกับมูลค่าเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการอ้างอิงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในจังหวัดอ่างทองและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (มี.ค.2550) ที่เป็นเหตุให้สัตว์น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และปลาทับทิมที่เกษตรกรเพาะเลี้ยงในกระชังลอยตายเกลื่อนแม่น้ำนับแสนๆตัว โดยได้มีการตั้งข้อสังเกตว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการคือ ประการแรกจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งลักลอบปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำเจ้าพระยา และประการที่สองก็คือเกิดจากเรือบรรทุกน้ำตาลทรายจำนวน 650 ตัน ขนส่งจาก จ.อ่างทอง ไป จ.สมุทรปราการ เกิดอุบัติเหตุล่มกลางแม่น้ำเจ้าพระยา เมื่อวันที่ 3 มี.ค. 2550 โดยอยู่ห่างจากจุดปลาตายประมาณ 12 กิโลเมตร ไม่ว่าสาเหตุที่แท้จริงจะเป็นอย่างไรก็ตาม แต่ทั้ง 2 สาเหตุดังกล่าวต่างก็ก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำหลายชนิด และเนื่องจากการคิดมูลค่าจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นผลให้แหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำถูกทำลายเป็นไปได้ยาก จึงคำนวณโดยใช้จำนวนปลาที่ตายในการประเมินค่า แต่เนื่องจากเหตุการณ์ดังกล่าวมี 2 สาเหตุที่เกิดผลร่วมกัน และเรือขนน้ำตาลทรายที่ล่มก็เป็นอุบัติเหตุ เกิดขึ้นโดยไม่คาดฝัน จำนวนปลาตายที่จะนำมาใช้ประเมินจากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงต้องทำการลดทอนลงให้เหลือเพียงประมาณ 1 แสนตัวต่อจังหวัด และใช้เป็นค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลาในจังหวัดอื่นๆด้วย รวมทั้งหมด 77 จังหวัด ส่วนมูลค่าของปลาแต่ละตัวนั้นจะใช้ทำการเฉลี่ยราคาตลาดของปลาแต่ละชนิดที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นมูลค่าเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวซึ่งจะประเมินให้มีมูลค่าประมาณ 50 บาทต่อตัว

(2) *ต้นทุนสุขภาพ* = [ค่าใช้จ่ายในการรักษาพิษเฉียบพลันจากสารกำจัดศัตรูพืช + ค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคเรื้อรัง (มะเร็ง)] ต่อปี

<u>เงื่อนไขในการประเมินต้นทุนสุขภาพ</u>

(2.1) ค่าใช้จ่ายในการรักษาพิษเฉียบพลัน

= ค่าใช้จ่ายรายหัวที่รัฐบาลจ่ายให้กับผู้ป่วยโครงการ 30 บาท (บาท) x จำนวนเกษตรกรที่ป่วยจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (คน)

เนื่องจากเกษตรกรเป็นกลุ่มที่ได้รับการคุ้มครองจากโครงการประกันสุขภาพเหมาจ่าย หรือ โครงการ 30 บาท การประเมินผลกระทบที่เกิดกับสุขภาพของเกษตรกรจึงประเมินจากค่าใช้จ่ายรายหัวที่รัฐบาลจ่ายให้กับโรงพยาบาลซึ่งเท่ากับ 2,089 บาท (สำนักงานหลักประกันสุขภาพ

ถ้วนหน้า, 2549) คูณกับจำนวนเกษตรกรที่เข้ามารับการรักษาทั้งในกรณีนอนและไม่นอนโรงพยาบาล ซึ่งจากสถิติของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนเกษตรกรที่ป่วยเนื่องจากได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชในปี 2549 มีจำนวนเท่ากับ 765 คน

(2.2) ค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคเรื้อรัง (มะเร็ง)

= ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งต่อปี (บาทต่อคน) x จำนวนเกษตรกรที่เป็นมะเร็งจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (คน)

การประเมินมูลค่าผลกระทบของโรคเรื้อรังในเกษตรกรเป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้องใช้เวลาในการติดตามดูอาการของโรค เพราะโรคเหล่านี้ต้องใช้เวลาในการสะสมพิษนานจึงจะมีอาการ และพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชก็ไม่ใช้เป็นสาเหตุเดียวที่จะทำให้เกิดโรคเหล่านี้ได้ ดังนั้นแล้วหากไม่ได้ทำการศึกษาติดตามอาการของโรคมาตั้งแต่ต้น ก็จะไม่สามารถทราบได้ว่าอาการเหล่านี้เกิดจากพิษของสารกำจัดศัตรูพืชหรือไม่ การประเมินมูลค่าผลกระทบในส่วนนี้จึงทำได้แค่เป็นการประมาณการเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลจำนวนของผู้ป่วยมะเร็งทั่วประเทศที่เข้าทำการรักษาให้ยาเคมีบำบัดและฉายแสงทั้งนอนและไม่นอนโรงพยาบาลจากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (2548) พบว่ามีผู้ป่วยมะเร็งที่เข้าทำการรักษาเท่ากับ 89,258 คน เป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่ากับ 993,326,808 บาท ซึ่งถ้าคิดเป็นรายหัวแล้วทำการปรับให้เป็นค่า ณ ปัจจุบัน (2549) จะมีค่าเท่ากับ 11,647.99 บาทต่อคน ซึ่งถ้าประเมินโดยตั้งข้อสมมติว่าเกษตรกรที่ป่วยในปี 2549 จำนวน 765 คน จำนวนครึ่งหนึ่งมีโอกาสที่จะเป็นมะเร็ง โดยข้อสมมติดังกล่าวเป็นไปตามสถานการณ์ปัจจุบันที่มะเร็งเป็นสาเหตุการตายอันดับต้นๆของคนไทย ดังนั้นจำนวนผู้ป่วยที่มีโอกาสเป็นมะเร็งก็น่าจะมีจำนวนเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด ดังนั้นจำนวนเกษตรกรที่เป็นมะเร็งจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชน่าจะอยู่ที่ประมาณ 383 คน ในปี 2549

(3) *ต้นทุนในการดูแลป้องกัน* = (งบประมาณในการตรวจสอบสารตกค้างในอาหาร) + (งบประมาณในการส่งเสริมการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช)+ (งบประมาณงานวิจัยด้านสารกำจัดศัตรูพืช)+(งบประมาณในการติดตามประเมินผลและตรวจสอบสารพิษตกค้างในอาหารตามตลาด) (ล้านบาท)

<u>เงื่อนไขในการประเมินต้นทุนในการดูแลป้องกัน</u>

โดยงบประมาณต่างๆที่ Jungbluth (1996) ได้ทำการศึกษาไว้และดัดแปลงโดยสุวรรณา ประณีตวตกุล (2548) นั้น แบ่งออกเป็น

(3.1) งบประมาณในการตรวจสอบสารตกค้างในอาหาร

มูลค่าผลกระทบส่วนนี้จะอ้างอิงจากงบประมาณในการตรวจสอบสารตกค้างในอาหาร การสร้างห้องปฏิบัติทดลองสำหรับทดสอบผลตกค้างของสารเคมี และการทดสอบคุณภาพของสารกำจัดศัตรูพืช, ทดสอบแปลงทดลอง, ทดสอบผลกระทบข้างเคียง และอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและเพื่อผลักดันให้นโยบายอาหารปลอดภัย (Food Safety) ของรัฐบาลไทยเพื่อบรรลุจุดประสงค์ ซึ่งมูลค่าดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 2,067 ล้านบาท (สุวรรณา ประณีตวตกุล, 2548 อ้าง Jungbluth, 1996) แล้วจึงนำค่าดังกล่าวมาปรับให้เป็นมูลค่า ณ ปัจจุบัน (2549)

(3.2) งบประมาณในการส่งเสริมการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 284.64 ล้านบาท (2539) แล้วจึงทำการปรับให้มีมูลค่าเป็น ณ ปัจจุบัน (2549) โดยใช้ดัชนีราคาผู้บริโภค

(3.3) งบประมาณงานวิจัยด้านสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 25.29 ล้านบาท (2539) แล้วจึงทำการปรับให้มีมูลค่าเป็น ณ ปัจจุบัน (2549) โดยใช้ดัชนีราคาผู้บริโภค

(3.4) งบประมาณในการติดตามประเมินผลและตรวจสอบสารพิษตกค้างในอาหารตามตลาดต่างๆ ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 46 ล้านบาท (2539) แล้วจึงทำการปรับให้มีมูลค่าเป็น ณ ปัจจุบัน (2549) โดยใช้ดัชนีราคาผู้บริโภค

<u>ต้นทุนขั้นสูง</u>

(1) *ต้นทุนสิ่งแวดล้อม* = มูลค่าผลกระทบต่อแหล่งน้ำ + มูลค่าผลกระทบต่อดินและน้ำ + มูลค่าผลกระทบต่อแมลง + มูลค่าผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

<u>เงื่อนไขในการประเมินต้นทุนสิ่งแวดล้อม</u>

(1.1) มูลค่าผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

= ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกจากนาข้าว (ลบ.ม.) x อัตราค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อลบ.ม.)

เนื่องจากปัญหามลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำมากที่สุด เกิดจากการทำนาเป็นหลัก เพราะการทำนาข้าวมีการใช้น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีจำนวนมาก รวมทั้งมีพื้นที่การปลูกมาก เกือบ 1 ใน 3 ของพื้นที่ประเทศและกระจายอยู่ทั่วทุกภาค การแพร่กระจายของมลพิษจะเกิดมากในช่วงที่ต้องมีการระบายน้ำออกจากนา ภายหลังการปลูกข้าวและก่อนการเก็บเกี่ยว หรือจากน้ำฝนที่

ไหลชะพื้นที่ ดังนั้น การประเมินปริมาณของน้ำที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำจึงจะคำนวณจากการทำนาเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งจะมีปริมาณเท่ากับ 51,656,158,076 ลบ.ม. (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) จากนั้นจึงคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียโดยนำอัตราค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสียโดยการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้เท่ากับ 1 บาทต่อลบ.ม.ซึ่งเป็นอัตราขั้นต่ำที่น่าจะใช้เก็บกับที่อยู่อาศัยบ้านเรือน โดยอัตราค่าน้ำเสียนี้จะคิดเป็นสัดส่วนตามการใช้น้ำประปา น้ำบาดาล หรือน้ำจากแหล่งอื่นๆ (ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และชลชินี เอมะวรรธนะ. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2546) คูณด้วยปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกจากนาข้าวในช่วงการทำนาปี และนา และทำการปรับค่าให้เป็น ณ ปัจจุบัน (2549) ด้วยดัชนีราคาผู้บริโภค

ตารางที่ 3.1 ปริมาณและลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำทิ้งจากการทำนาข้าว

ประเภทการทำนา	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม. / ไร่ / ปี)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)
นาปี	820	57,498,181
นาปรัง	488	9,236,987

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2545

(1.2) มูลค่าผลกระทบต่อดินและน้ำ

= งบประมาณในโครงการปลูกหญ้าแฝกเฉลิมพระเกียรติในปี 2550 x จำนวนปีที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพดิน (3 ปี)

การประเมินมูลค่าผลกระทบต่อดินและน้ำของต้นทุนขั้นสูงนั้นใช้วิธีการประเมินเช่นเดียวกับต้นทุนขั้นต่ำคือ ใช้งบประมาณในโครงการปลูกหญ้าแฝกเฉลิมพระเกียรติในปี 2550 แต่ในความเป็นจริงแล้ว กว่าที่หน้าดินจะพลิกฟื้นกลับมาอุดมสมบูรณ์เหมือนเดิม ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 3 ปี ดังนั้นต้นทุนระยะยาวหรือต้นทุนขั้นสูงในที่นี้จึงต้องคิดงบประมาณของโครงการหญ้าแฝกนี้ล่วงหน้าไปอีก 3 ปี ซึ่งได้จากการนำงบประมาณของโครงการในปี 2550 คูณไปอีก 3 ปี

(1.3) มูลค่าผลกระทบต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

= ค่าใช้จ่ายการปราบศัตรูพืชเมื่อเกิดการระบาดขึ้น (ล้านบาท)

วิธีการและเงื่อนไขการประเมินคิดเช่นเดียวกันกับต้นทุนขั้นต่ำ

(1.4) มูลค่าผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

= จำนวนปลาที่ตายจากสารกำจัดศัตรูพืช (ตัว) x ราคาเฉลี่ยของปลาแต่ละชนิดในท้องตลาด (บาท)

วิธีการและเงื่อนไขการประเมินคิดเช่นเดียวกันกับต้นทุนขั้นต่ำ

(2) *ต้นทุนสุขภาพ* = [ค่าใช้จ่ายในการรักษาพิษเฉียบพลันจากสารกำจัดศัตรูพืช + ค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคเรื้อรัง (มะเร็ง)] ต่อปี + ค่าเสียโอกาสในการทำงานของเกษตรกรที่ป่วยและญาติ + ค่ารักษาโรคมะเร็งจนกระทั่งเสียชีวิต + ต้นทุนของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Premature Death)

<u>เงื่อนไขในการประเมินต้นทุนสุขภาพ</u>

(2.1) ค่าใช้จ่ายในการรักษาพิษเฉียบพลัน

= ค่าใช้จ่ายรายหัวที่รัฐบาลจ่ายให้กับผู้ป่วยโครงการ 30 บาท (บาท) x จำนวนเกษตรกรที่ป่วยจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (คน)

การประเมินค่าคิดเช่นเดียวกันกับต้นทุนขั้นต่ำ

(2.2) ค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคเรื้อรัง (มะเร็ง)

= ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งต่อปี (บาท) x จำนวนเกษตรกรที่เป็นมะเร็งจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (คน)

การประเมินค่าคิดเช่นเดียวกันกับต้นทุนขั้นต่ำ

(2.3) ค่าเสียโอกาสในการทำงานของเกษตรกรที่ป่วย

= จำนวนวันที่เกษตรกรไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากป่วย x อัตราค่าจ้างเฉลี่ยของแรงงานในประเทศไทย (บาท) x จำนวนเกษตรกรที่ป่วย (คน)

เมื่อเกษตรกรได้รับพิษจากสารเคมีและเกิดการเจ็บป่วยจนต้องเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ซึ่งเป็นผลให้เกษตรกรขาดรายได้จากการที่ต้องเดินทางไปพบแพทย์ รอรับการรักษาและต้องกลับมาพักฟื้นเพื่อให้หายเจ็บป่วยหรืออาจจะต้องนอนที่โรงพยาบาล ซึ่งน่าจะทำให้เกษตรกรเสียเวลาในการทำงานไปประมาณ 3-5 วัน การประเมินค่าเสียโอกาสในการทำงานของเกษตรกรที่ป่วยจึงคิดโดยการนำอัตราค่าจ้างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยของแรงงานในประเทศไทยซึ่งเท่ากับ 157.4 บาทต่อวัน (กระทรวงแรงงาน, 2550) คูณด้วยจำนวนวันโดยเฉลี่ยที่เกษตรกรต้องหยุดการทำงานเนื่องมาจาก

ความเจ็บป่วย (ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้อยู่ที่ประมาณ 4 วัน) แล้วคูณด้วยจำนวนเกษตรกรที่ได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชตามสถิติของสำนักระบาดวิทยาซึ่งเท่ากับ 765 คน

(2.4) ค่าเสียโอกาสในการทำงานของญาติของเกษตรกรที่ป่วย

= จำนวนวันที่เกษตรกรไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากป่วย x อัตราค่าจ้างเฉลี่ยของแรงงานในประเทศไทย (บาท) x จำนวนญาติของเกษตรกรที่ต้องมาดูแล (คน)

การประเมินจะคิดในลักษณะเดียวกันกับค่าเสียโอกาสในการทำงานของเกษตรกรที่ป่วย โดยคิดให้เกษตรกรแต่ละคนที่เจ็บป่วยจะมีญาติเข้ามาช่วยดูแล พาไปส่งโรงพยาบาลประมาณ 2 คน คูณด้วยอัตราค่าจ้างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยของแรงงานในประเทศไทย (157.4 บาทต่อวัน) คูณด้วยจำนวนเกษตรกรที่ได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชตามสถิติของสำนักระบาดวิทยาซึ่งเท่ากับ 765 คน ดังนั้นค่าเสียโอกาสของญาติจะมีค่าเป็น 2 เท่าของค่าเสียโอกาสของเกษตรกร

(2.5) ค่ารักษาโรคมะเร็งจนกระทั่งเสียชีวิต

= ค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคมะเร็งต่อปี x จำนวนปีที่ผู้ป่วยมะเร็งจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้นับตั้งแต่ตรวจพบอาการของโรค

การประเมินค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคมะเร็งต่อปีจะคิดเหมือนกับต้นทุนขั้นต่ำซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 11,647.99 บาทต่อคนคูณด้วยจำนวนเกษตรกรที่เป็นมะเร็งซึ่งมีประมาณ 382 คน ส่วนจำนวนปีที่ผู้ป่วยมะเร็งจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้นั้น จะใช้จำนวนปีโดยเฉลี่ยที่ผู้ป่วยมะเร็งตับจะมีชีวิตอยู่นับตั้งแต่ตรวจพบอาการของโรค เนื่องจากมะเร็งตับเป็นมะเร็งชนิดที่พบมากในเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชเป็นประจำ ซึ่งเป็นโรคที่พบมากอันดับ 5 ของโลก รวมถึงเป็นสาเหตุการตายอันดับ 2 ของผู้ป่วยมะเร็งทั้งหมด จากรายงานของสหรัฐอเมริกาพบว่า อัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยภายใน 5 ปีหลังจากตรวจพบโรคมีเพียง 11% เท่านั้น ซึ่งถือว่าน้อยมาก เพราะเกือบทั้งหมดของผู้ป่วยมะเร็งตับกว่าจะรู้ตัวก็ต่อเมื่ออยู่ในระยะลุกลามหรือแสดงอาอาการหนักแล้ว เนื่องจากมะเร็งตับมักจะไม่แสดงอาการเด่นชัดในช่วงแรกของโรค ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการรักษามะเร็งตับในระยะยาวจะคิดจากนำค่าใช้จ่ายในการรักษามะเร็งต่อปีคูณด้วยจำนวนปีที่คาดว่าผู้ป่วยจะยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งในที่นี้จะกำหนดให้อยู่ที่ประมาณ 5 ปี

(2.6) ต้นทุนจากการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Premature Death)

= (อายุขัยโดยเฉลี่ยของประชากรไทย – อายุขัยโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็ง) x (365 วัน) x จำนวนเกษตรกรที่เป็นมะเร็งจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (คน) x ค่าจ้างเฉลี่ยของแรงงานในประเทศไทย (บาท)

จากสถิติของกรมอนามัยในปี 2548 รายงานว่าอายุเฉลี่ยของคนไทย ชายอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 69 ปี ส่วนหญิง อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 79 ปีและจากสถิติของสถานวิทยามะเร็งศิริราช คณะแพทย์ศาสตร์ ม.มหิดล พบว่าผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งตับมักมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 45-65 ปี และมักพบในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง ดังนั้นวิธีการคิดอายุโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่เป็นมะเร็ง จะคำนวณโดยการนำอายุเฉลี่ยของผู้ป่วยที่ปรากฏอาการว่าเป็นมะเร็งตับคือ 55 ปีมาบวกอีก 5 ซึ่งก็คือจำนวนปีที่คาดว่าผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งตับจะยังมีชีวิตอยู่ ผลที่ได้จะเป็นอายุขัยโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็ง ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 60 ปี เมื่อนำไปหักลบกับอายุเฉลี่ยของประชากรไทย (74 ปี) ผลที่ได้คือ จำนวนปีที่เกษตรกรต้องเสียไปเนื่องจากเสียชีวิตก่อนวัยอันควรซึ่งเท่ากับ 14 ปี จากนั้นนำจำนวนปีที่ได้ไปคิดหาต้นทุนโดยคำนวณจากรายได้ของเกษตรกรที่ต้องสูญเสียไปภายใน 14 ปีนั้น โดยนำจำนวนครึ่งหนึ่งของเกษตรกรที่เจ็บป่วยจากพิษของสารกำจัดศัตรูพืชกำหนดให้เป็นตัวแทนของผู้ป่วยที่มีโอกาสที่จะเป็นมะเร็งตับ (382 คน) คูณด้วยจำนวนวันที่สูญเสียไป (365 วัน x14) คูณด้วยอัตราค่าจ้างขั้นต่ำโดยเฉลี่ย ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นต้นทุนระยะยาวจากการใช้สารเคมีของเกษตรกร แม้เกษตรกรจะเสียชีวิตไปแล้ว แต่ยังคงเกิดต้นทุนสืบเนื่องตามมา

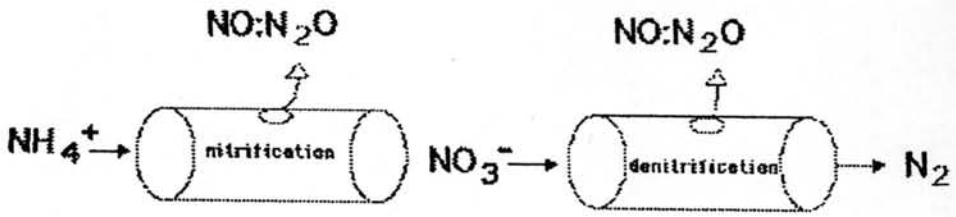
(3) *ต้นทุนในการดูแลป้องกัน* = (งบประมาณในการตรวจสอบสารตกค้างในอาหาร) + (งบประมาณในการส่งเสริมการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช)+ (งบประมาณงานวิจัยด้านสารกำจัดศัตรูพืช)+(งบประมาณในการติดตามประเมินผลและตรวจสอบสารพิษตกค้างในอาหารตามตลาด) (ล้านบาท)

วิธีการและเงื่อนไขการประเมินคิดเช่นเดียวกันกับต้นทุนขั้นต่ำ

3.3.2 ปุ๋ยเคมี

ส่วนประกอบหลักในปุ๋ยเคมีจะประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลัก 3 ธาตุคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งตัวที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์มากที่สุดก็คือ ธาตุไนโตรเจน เนื่องจากเมื่อไนโตรเจนอยู่ในดินจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH_4^+) โดยจุลินทรีย์ในดิน จากนั้นก็จะถูกทำปฏิกิริยาโดยแบคทีเรีย (Nitrification) เปลี่ยนเป็น ไนเตรท (NO_3^-) และต่อจากนั้นไนเตรทก็จะถูกทำปฏิกิริยาโดยแบคทีเรียอีกครั้ง

(Denitrification) เปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ซึ่งระหว่างการเกิดปฏิกิริยาทั้ง 2 ปฏิกิริยานี้เองที่ก่อให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) หลุดออกมาในสิ่งแวดล้อม ดังแผนภาพที่ 3.1



แผนภาพที่ 3.1 แสดงภาพของการเกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์

ซึ่งก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) เป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming) เนื่องจากการที่โลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างที่เคยเป็น จากการที่ความหนาแน่นของก๊าซ โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้โอโซนที่ทำหน้าที่เสมือนเกราะป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์เบาบางลง

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ จึงได้ชื่อว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากค่า Global Warming Potential (GWP) หรือ ค่าความสามารถในการทำให้โลกร้อนขึ้นเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าเท่ากับ 310 หมายความว่า ก๊าซไนตรัสออกไซด์เพียง 1 กิโลกรัมสามารถทำให้โลกร้อนขึ้นได้เท่ากับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 310 กิโลกรัม จะเห็นว่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ออกมาเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ทั่วโลกร้อนขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์แล้ว

การคำนวณมูลค่าผลเสียที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบตามวิธีของ IPCC [1995] และ Mosier et al [1998] สามารถทำได้ ดังนี้

$$N_2O \text{ flux [in kg}_N\text{/ha]} = 1.0 + 0.0125 \times N \text{ input [in kg}_N\text{/ha]} \qquad [3.9]$$

จากนั้นทำการเปลี่ยนหน่วย kg_N เป็น kg N_2O โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหนักโมเลกุล N_2O ต่อ N_2เป็นตัวปรับจะได้เท่ากับ $(2 \times 14 + 16)/28 = 1.57$ แล้วนำไปคูณกับค่า GWP ของ N_2O เพื่อเปลี่ยนเป็นอัตราในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณไนโตรเจน 1 กิโลกรัมของปุ๋ยเคมี ซึ่งมูลค่าความเสียหายของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 0.019 ยูโร จึงสามารถแปลงอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์เป็นมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น ดังนี้

$$310 \times 1.57 \times 0.0125 = 6.09 \text{ kg}_{CO2eq}/\text{kg}_{N} \text{ of fertiliser.} \quad [3.10]$$

$$6.09 \times 0.019 = 0.116 \text{ €/kg}_{N} \text{ of fertiliser} \quad [3.11]$$

สุดท้ายจะได้มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากการใช้ปุ๋ยเคมี มีค่าประมาณ 0.12 ยูโรต่อปริมาณไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

3.4 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้นโยบายภาษี

ภาษีสรรพสามิตเป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่นิยมใช้กันด้วยเหตุผลหลายประการ คือ ประการแรก อัตราภาษีที่ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามวัตถุประสงค์ของนโยบายโดยไม่ส่งผลกระทบต่อราคาและอัตราภาษีของสินค้าอื่น ประการที่สอง การใช้ภาษีสรรพสามิตทำให้ไม่ผิดต่อข้อตกลงระหว่างประเทศที่ต้องการให้อัตราภาษีนำเข้าเท่ากับศูนย์ เพื่อสนับสนุนเสรีทางการค้า

3.4.1 วิธีการคำนวณภาษีสรรพสามิต

หลักการคิดภาษีตาม พรบ.ภาษีสรรพสามิต พ.ศ.2527 จะต้องนำภาระภาษีสรรพสามิตซึ่งรวมภาษีเก็บเพิ่มเพื่อกระทรวงมหาดไทยร้อยละ 10 มารวมเป็นฐานในการคำนวณภาษีสรรพสามิตด้วย วิธีการคิดภาษีสรรพสามิต มีดังนี้

ภาษีสรรพสามิต = (ราคาขาย ณ โรงอุตสาหกรรม+ ภาษีสรรพสามิต+ภาษีเก็บเพิ่มเพื่อกระทรวงมหาดไทย) x อัตราภาษี

ภาษีเก็บเพิ่มเพื่อกระทรวงมหาดไทย ร้อยละ 10 เพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น จะใช้ตัวสัญลักษณ์เป็นสูตรในการคำนวณให้

T = ภาษีสรรพสามิต

P_o = ราคาขาย ณ โรงอุตสาหกรรม

t = อัตราภาษี

จะได้สูตรคำนวณภาษีดังนี้

$$T = (P_o t) / (1-1.1\ t) \quad [3.12]$$

เมื่อคำนวณได้แล้วให้คำนวณภาษีเพิ่มเพื่อกระทรวงมหาดไทย อีกร้อยละ 10 แล้วจึงนำภาระภาษีทั้งหมดไปบวกกับราคาขาย ณ โรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเป็นราคาขาย ณ โรง

อุตสาหกรรม ที่รวมภาษีสรรพสามิต ที่พึงต้องชำระด้วย ดังนั้นราคาขายหลังจากการเก็บภาษี จะเท่ากับ

$$P = P_o + (0.1T) + T \quad [3.13]$$

3.4.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่ออุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืชจากการใช้นโยบายภาษี

การศึกษาครั้งนี้ จะกำหนดรูปแบบฟังก์ชั่นเป็นแบบ Log-linear ดังนี้

$$\ln Qp = \ln\beta_0 + \beta_1 \ln Pp + \beta_2 \ln FPI + \beta_3 \ln AGDP + \beta_4 \ln ALF \quad [3.14]$$

$$Pp = P_o + (0.1)T + T \quad [3.15]$$

$$\ln (EXM) = \ln\gamma_0 + \gamma_1 \ln Qp \quad [3.16]$$

สมการที่ [3.14] [3.15] และ [3.16] จะเป็นสมการที่นำมาใช้ในการคำนวณผลกระทบของการใช้นโยบายภาษีต่ออุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช

จากสมการข้างต้นเมื่อใช้การประมาณค่าโดยวิธีทางเศรษฐมิติจะทำให้ทราบว่าเมื่อมีการใช้นโยบายภาษีจะกระทบต่ออุปสงค์การใช้สารกำจัดศัตรูพืช (Qp') ราคาสารกำจัดศัตรูพืชหลังเก็บภาษี (Pp') อย่างไรในดุลยภาพใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณผลกระทบต่อสวัสดิการเศรษฐกิจต่อไป

3.4.3 การวิเคราะห์ผลกระทบต่ออุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมีจากการใช้นโยบายภาษี

การศึกษาครั้งนี้ จะกำหนดรูปแบบฟังก์ชั่นเป็นแบบ Log-linear ดังนี้

$$\ln Qf = \ln\alpha_0 + \alpha_1 \ln Pf + \alpha_2 \ln FPI + \alpha_3 \ln AGDP + \alpha_4 \ln ALF \quad [3.17]$$

$$Pf = P_o + (0.1)T + T \quad [3.18]$$

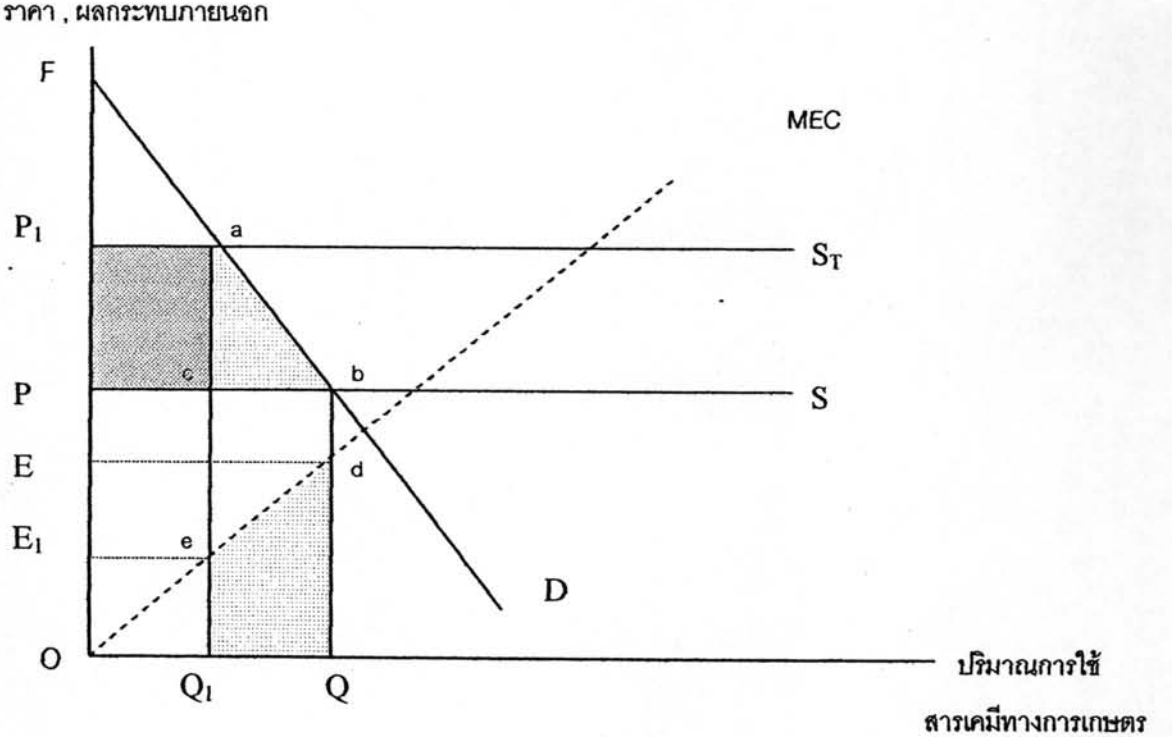
$$\ln (ECF) = \ln\delta_0 + \delta_1 \ln Qf \quad [3.19]$$

สมการที่ [3.17] [3.18] และ [3.19] จะเป็นสมการที่นำมาใช้ในการคำนวณผลกระทบของการใช้นโยบายภาษีต่ออุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี

จากสมการข้างต้นเมื่อใช้การประมาณค่าโดยวิธีทางเศรษฐมิติจะทำให้ทราบว่าเมื่อมีการใช้นโยบายภาษีจะกระทบต่ออุปสงค์การใช้ปุ๋ยเคมี (Qf) ราคาปุ๋ยเคมีหลังเก็บภาษี (Pf) อย่างไรในดุลยภาพใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณผลกระทบต่อสวัสดิการเศรษฐกิจต่อไป

3.5 การคำนวณผลกระทบต่อสวัสดิการทางเศรษฐกิจ

เมื่อทราบผลกระทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการใช้นโยบายภาษีแล้ว นำผลที่ได้มาคำนวณผลการเปลี่ยนแปลงของสวัสดิการทางเศรษฐกิจ ซึ่งมี 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการโอนย้ายทรัพยากรระหว่างหน่วยเศรษฐกิจ ได้แก่ ส่วนเกินของเกษตรกรโอนไปเป็นรายได้จากภาษีของรัฐบาล ส่วนที่ 2 เป็นการชดเชยการสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการซื้อสารเคมีทางการเกษตรกรที่ลดลงของเกษตรกรด้วยมูลค่าผลกระทบภายนอกที่ลดลง ซึ่งการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้นโยบายภาษีนั้นจะใช้ตัวเลขที่ได้จากการกำหนดอัตราภาษีสารกำจัดศัตรูพืชให้เท่ากับ 20 , 25 , 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับปุ๋ยเคมี อัตราภาษีจะเท่ากับ 10 , 15 , 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถคำนวณค่าต่างๆของการเปลี่ยนแปลงของสวัสดิการทางเศรษฐกิจจากการใช้นโยบายภาษีในระดับต่างๆได้ดังนี้



เมื่อมีการใช้นโยบายภาษี

(1) ส่วนเกินของเกษตรกรที่ลดลง = (P_1abP)

(2) โอนเป็นรายได้รัฐ = $(P_1acP) = (P_1-P) \times Q_1$

(3) การสูญเสียทางเศรษฐกิจ = $(abc) = [(P_1-P) \times (Q-Q_1)]/2$

(4) มูลค่าผลกระทบภายนอกที่ลดลง= $(edQQ_1)$

$= [(E-E_1)x(Q-Q_1)]/2 + [E_1x(Q-Q_1)]$

(5) ผลสุทธิต่อสังคม = $(edQQ_1) - (abc)$

(1) ณ ระดับราคา P เกษตรกรจะซื้อสารเคมีทางการเกษตรจำนวน OQ หน่วย ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์รวมเท่ากับพื้นที่ OFbQ นั่นหมายถึงจำนวนเงินสูงสุดที่เกษตรกรยินดีจ่ายให้ได้สินค้าจำนวน OQ ดังนั้นส่วนเกินของเกษตรกรจากการซื้อสินค้า OQ หน่วยก็คือส่วนต่างระหว่างจำนวนเงินที่เกษตรกรยินดีจ่ายและส่วนที่จ่ายจริง (OPbQ) จึงเท่ากับพื้นที่ FPb เมื่อมีการใช้นโยบายภาษีทำให้ระดับราคาสารเคมีทางการเกษตรเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ระดับ P_1 ทำให้เกษตรกรลดปริมาณการซื้อสารเคมีทางการเกษตรลงเป็น OQ1 ส่วนเกินของเกษตรกรจะเท่ากับพื้นที่ FP_1a ดังนั้นส่วนเกินของเกษตรกรที่ลดลงจากการใช้นโยบายภาษีจะเท่ากับพื้นที่ P_1abP

(2) และ (3) ส่วนเกินของเกษตรกรก่อนการจัดเก็บภาษีคือ พื้นที่ FPb หลังจากเก็บภาษีเกษตรกรได้เสียส่วนเกินไปเท่ากับพื้นที่ P_1abP ซึ่งในจำนวนนี้ได้ตกเป็นของรัฐบาลในรูปของรายได้จากภาษีเท่ากับพื้นที่ P_1acP ดังนั้น ส่วนเกินสุทธิที่สูญเสียไปจากสังคมคือพื้นที่ abc อันเป็นส่วนเกินของการสูญเสียทางเศรษฐกิจ หรือ Dead Weight Loss

(4) เส้น MEC แสดงต้นทุนภายนอกอันเป็นผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร เส้นดังกล่าวจะเป็นเส้นที่ลาดจากซ้ายขึ้นไปขวา ทั้งนี้เพราะการใช้สารเคมีทางการเกษตรในปริมาณที่เพิ่มขึ้นและเป็นผลให้ต้นทุนที่เกิดกับภายนอกยิ่งเพิ่มสูงขึ้น ก่อนมีการใช้นโยบายภาษีปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตรจะอยู่ที่ระดับ OQ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกเป็นพื้นที่เท่ากับ EdQO หลังจากเก็บภาษีทำให้ปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตรลดลงมาอยู่ที่ระดับ OQ_1 ทำให้ผลกระทบภายนอกที่เกิดขึ้นเท่ากับพื้นที่ E_1eQ_1O ดังนั้น ผลกระทบภายนอกที่ลดลงจากการใช้นโยบายภาษีจะเท่ากับพื้นที่ $edQQ_1$

(5) เมื่อชดเชยการสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการใช้นโยบายภาษีด้วยผลกระทบภายนอกที่ลดลงซึ่งทำให้สังคมได้ประโยชน์ จะทำให้ได้ผลสุทธิต่อสังคม

3.6 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

ตัวแปรที่จะนำมาวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงได้แก่ มูลค่าผลกระทบภายนอก โดยจะใช้ต้นทุนขั้นสูงของผลกระทบภายนอกเป็นตัวฐาน แล้วทำการหาต้นทุนขั้นสูงเปรียบเทียบโดยปรับมูลค่าของตัวแปรผลกระทบต่อแหล่งน้ำของต้นทุนขั้นสูงให้มีค่าเพิ่มขึ้น จากเดิมที่ประเมินไว้ในต้นทุนขั้นสูงนั้นได้คิดอัตราค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 1 บาทต่อปริมาณน้ำ 1 คิว หรือ 1 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) แต่ในต้นทุนขั้นสูงเปรียบเทียบจะคิดในอัตราเท่ากับ 4 บาทต่อคิว เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกมาในภาคเกษตรกรรมที่มีมากถึงห้าหมื่นกว่าล้านลบ.ม. ต่อปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) จากนั้นนำมูลค่าต้นทุนทั้งขั้นสูงและขั้นสูงเปรียบเทียบไปคำนวณหาการสูญเสียทางเศรษฐกิจและมูลค่าผลกระทบภายนอกที่ลดลงของอัตราภาษีแต่ละระดับเพื่อหาอัตราภาษีที่เหมาะสมที่ทำให้สังคมได้รับผลสุทธิสูงสุด เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าหากปรับมูลค่าผลกระทบภายนอกให้เพิ่มขึ้น จะมีผลต่ออัตราภาษีที่เหมาะสมอย่างไร