หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ประมวลแนวความคิด ที่เกี่ยวข้องเรื่องแบบจำลองการผลิตทางการเกษตรภายใต้ความเสี่ยง

ในบทนี้ได้ประมวลแนวความคิด ที่เกี่ยวข้องเรื่องแบบจำลองการผลิตทางการเกษตรภายใต้ความเสี่ยงไว้โดยแบ่งลำดับการเสนอเรื่องออกเป็นดังนี้ ส่วนแรกจะอธิบายว่าทำไมถึงให้ความสำคัญในการนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลอง ส่วนที่สองแสดงถึงทางเลือกของวิธีนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งและทางเลือกใดที่การศึกษานี้ใช้ และส่วนสุดท้ายแสดงถึงผลงานที่นำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองเฉพาะในประเทศไทย ทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความสำคัญของความเสี่ยงในแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง

แบบจำลองโปรแกรมมิ่ง ได้เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์การตอบสนองอุปทานของภาคเกษตรกรรม และการลงทุนในการพัฒนาการเกษตรทั้งระดับจุลภาคและมหภาค ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยสมการวัตถุประสงค์และสมการเงื่อนไข ซึ่งรูปแบบของสมการดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์การศึกษาของแต่ละเรื่อง

การศึกษาที่ผ่านมาส่วนมาก แบบจำลองโปรแกรมมิ่งที่ใช้นั้นเป็น แบบ derterministic programming คือ มีสมการเป้าหมายเพื่อหากำไรสูงสุดตามที่คาดหวังไว้ ฉะนั้นเวลานำไปใช้วิเคราะห์การตอบสนองอุปทานของภาคเกษตรกรรม จะต้องอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า ผู้ตัดสินใจหรือเกษตรกรเป็นผู้เมินเฉยต่อความเสี่ยง (risk neutraltor) ทำให้ผลการศึกษาที่ได้เป็นการอธิบายสิ่งที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี normative มากเกินไปจึงเป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันว่าสมการเป้าหมายที่ตั้งอยู่บนข้อสมมติ

ดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ ทั้งๆที่การลงทุนในพื้นที่การเพาะปลูกนั้นถือว่าเป็นกิจกรรมที่เสี่ยง ผู้ผลิต หรือ เกษตรกรไม่สามารถคาดคะเนผลตอบแทนที่เขาจะได้จากการขายผลผลิตเป็นเท่าไรในช่วงเริ่มหรือระหว่างเพาะปลูกเพราะราคาและผลผลิตมีความไม่แน่นอน ยากแก่การคาดการณ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอาจจะมีผลต่อการจัดสรรปัจจัยการผลิตของเกษตรกร โดยทั่วไปนั้นแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งของภาคการเกษตรตามข้อสมมติดั้งเดิม จะให้ค่าการตอบสนองอุปทานที่เสี่ยงคลาดเคลื่อนมากกว่ากรณีใส่ความเสี่ยง

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองดั้งเดิม โดยการเปรียบเทียบผลการทำนายการตอบสนองอุปทานระหว่างแบบจำลองโปรแกรมมิ่งที่ไม่พิจารณาความเสี่ยงกับที่พิจารณา แบบแรกตั้งอยู่บนข้อสมมติว่าเกษตรกรเป็นผู้เมินเฉยต่อความเสี่ยง ส่วนแบบหลังตั้งอยู่บนข้อสมมติว่าเกษตรกรเป็นผู้หลีกเสี่ยงความเสี่ยง ผลการศึกษาส่วนมากแสดงว่า แบบจำลองโปรแกรมมิ่งที่นำความเสี่ยงเข้าพิจารณาสามารถทำนายผลการตอบสนองอุปทานของเกษตรกร ได้ดีกว่าแบบจำลองที่สมมติว่าผู้ผลิตเมินเฉยความเสี่ยง ผลการศึกษาเหล่านี้ ได้แก่ ผลการศึกษาในประเทศเม็กซิโกของ Hazell และ คนอื่น (1983:225-248) ผลการศึกษาในประเทศจีนของ Wien (1976 : 629-635) ผลการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์ของ Rodriguez และ Kunkel (1983 : 27-65) อย่างไรก็ตาม Boussard (1979:82) แนะนำว่า มีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาว่าควรนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองเสียก่อน แต่ก็ไม่เสมอไปที่ผลชี้ว่าเราควรใช้แบบจำลองที่สมมติว่าเกษตรกรเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ดังนั้นการใส่ความเสี่ยงในแบบจำลอง จึงเปรียบเสมือนเงื่อนไขที่จำเป็น (necessary condition) แต่ไม่เป็นเงื่อนไขบังคับ (sufficient condition) ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงวิธีที่จะนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลอง

<u>วิธีนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง</u>

วิธีนำความเสี่ยง เข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง เพื่อทำนายพฤติกรรม

การตอบสนองอุปทานของพืชต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันมากแบ่งออกเป็น 3 วิธีใหญ่ ๆ 2 วิธีแรกได้ใช้ทฤษฎีการลงทุนในทรัพย์สินทางการเงิน (portfolio selection) เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบสมการเป้าหมายการผลิตของเกษตรกรที่ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนของผลตอบแทน วิธีแรก ใช้วิธีค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน (E-V) แบบจำลองที่ได้มีสมการเป้าหมายเป็นแบบควอดราติก ส่วนวิธีที่สองใช้วิธีให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (Minimization of Total Absolute Deviation หรือ MOTAD) ส่วนวิธีสุดท้ายใช้วิธีปลอดภัยไว้ก่อน (Safety First) 2 วิธีหลังจะมีสมการเป้าหมายเป็นเส้นตรงและมีความเสี่ยงเป็นสมการเงื่อนไขหนึ่งในแบบจำลอง

1 วิธีค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน (E-V)

วิธีนี้เรียกย่อว่าวิธี E-V และยังได้แยกย่อยออกเป็น 2 วิธี คือวิธี E-V ที่ไม่ได้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงกับวิธี E-V ที่พิจารณา ทั้งสองวิธีจะให้สมการเป้าหมายเป็นแบบควอดราติก ดังต่อไปนี้

1.1 วิธีค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน ที่ไม่ได้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง

วิธีนี้ได้อาศัยทฤษฎีการลงทุนในทรัพย์สินทางการเงินของ Markowitz (1979 : 308-318) มาใช้เป็นข้อสมมติในการตั้งสมการเป้าหมายของเกษตรกร ดังนั้น พฤติกรรมตอบสนองตอบอุปทานของเกษตรกรจึงเป็นตามข้อสมมติดังต่อไปนี้

ข้อแรก ความพึงพอใจที่ได้รับจากการเพาะปลูกพืชต่างๆ ของเกษตรกร (U) ขึ้นอยู่กับค่าคาดหวัง (E) และความแปรปรวน (V) ของผลตอบแทน ค่าความแปรปรวน (V) ของผลตอบแทนเป็นตัววัดถึงความเสี่ยงในการเพาะปลูกพืชนั้นหรือสามารถเขียนได้อีกอย่างว่า

$$U = f(E,V) \qquad (3.1)$$

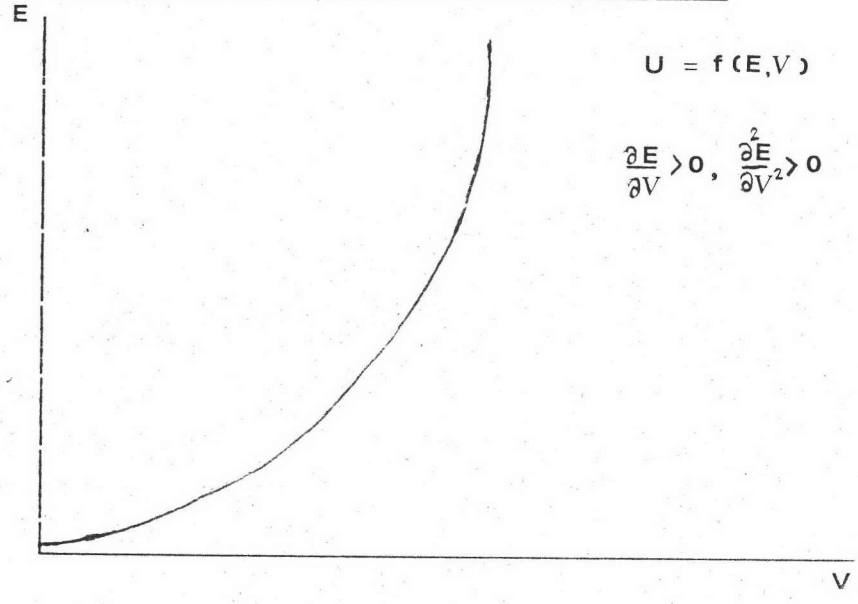
I17609950

แต่สมการ (3.1) ไม่ได้เจาะจงว่า รูปแบบของสมการอรรถประโยชน์เป็นอย่างไรเพียงแต่แสดงว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ขึ้นอยู่กับค่า E และ V ของผลตอบแทนเท่านั้น

<u>ข้อสอง</u> เกษตรกรจะชอบเลือกลงทุนในพืชที่ให้ค่าคาดหวังของผลตอบแทน (E) สูงแต่จะไม่ชอบเลือกลงทุนในพืชที่มีความแปรปรวนหรือความเสี่ยงสูงอย่างไรก็ตามเกษตรกรจะชอบลงทุนพืชที่มีความแปรปรวนสูง ก็ต่อเมื่อค่าคาดหวังของผลตอบแทนต้องสูงขึ้นเพียงพอเพื่อเป็นการชดเชยกับการเพิ่มขึ้นของความเสี่ยง ดังนั้นเส้นความพอใจเท่ากัน (indifference curve) ของการลงทุนในพืชทั้งหมดจะเป็นดังรูปที่ 3.1 จุดบนเส้นความพอใจเท่ากันนี้ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง E กับ V ที่ทำให้เกษตรกรมีความพอใจเท่าเดิม

จากข้อสมมติข้างต้นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองโปรแกรมมิ่งจะได้สมการเป้าหมายของเกษตรกรคือ การจัดสรรทรัพยากรเพื่อทำให้ความแปรปรวน (ความเสี่ยง) น้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของระดับรายได้ที่คาดหวังไว้และปัจจัยการผลิต ซึ่งสามารถแสดงในรูปคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

<u>รูปที่ 3.1 เส้นความพอใจเท่ากันของเกษตรกรที่หลีกเลี่ยงความเสี่ยง</u>



$$\text{Minimize } V = \sum_{j}^{n} \sum_{k}^{n} x_j x_k \sigma_{jk} \qquad (3.2)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{j}^{n} f_j x_j = \lambda \qquad (3.3)$$

$$\sum_{j}^{n} a_{ij} x_j <= b_i \quad (i = 1 \text{ ถึง } m) \qquad (3.4)$$

$$x_j >= 0 \quad (j = 1 \text{ ถึง } n) \qquad (3.5)$$

ซึ่งกำหนดให้ x_j คือระดับของกิจกรรม j

f_j คือรายได้สุทธิขั้นต้นที่คาดหวังไว้ของกิจกรรมที่ j

σ_{jk} คือความแปรปรวนร่วมของรายได้สุทธิขั้นต้นระหว่างกิจกรรม k กับ j

a_{ij} คือสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตกับผลผลิต

b_i คือจำนวนปัจจัยการผลิต

n คือจำนวนกิจกรรม

m คือจำนวนสมการเงื่อนไข

λ คือค่าสเกลล่าของรายได้สุทธิขั้นต้นทั้งหมดที่กำหนด

สมการ (3.2) คือเป้าหมายของเกษตรกรที่เลือกลงทุนในพืช ที่มีความแปรปรวนหรือความเสี่ยงน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของค่าคาดหวังของผลตอบแทนที่กำหนดไว้ ซึ่งก็คือสมการ (3.3) ค่า E และ V รวมที่หาได้จากแบบจำลองจะเป็นจุดหนึ่งที่อยู่บนเส้น IC ดังรูปภาพที่ 3.1

ข้อวิจารณ์ที่มีต่อวิธีนี้คือ ประการแรกไม่ได้เจาะจงรูปแบบฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของเกษตรกร เพียงแต่กล่าวว่าความพอใจในการลงทุนของเกษตรกรขึ้นอยู่กับค่า E และ V เท่านั้นประการที่สอง วิธีนี้เพียงสมมติว่าเกษตรกรเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ไม่ได้แสดงว่าระดับของหลีกเลี่ยงความเสี่ยงอยู่ระดับใดและสามารถวัดได้อย่างไร ฉะนั้น วิธีที่จะกล่าวต่อไปนี้จึงได้รับการพิจารณาว่าสมเหตุสมผลกว่า

1.2 วิธีค่าเฉลี่ย - ความแปรปรวนที่พิจารณาสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง

Freund (1965:253-263) ได้พัฒนาจากควอดราติกโปรแกรมมิ่งใช้สำหรับกิจกรรมที่มีผลตอบแทนไม่แน่นอน ข้อสมมติและลักษณะของแบบจำลองคล้ายกับวิธีข้างต้น แต่ดีกว่าข้างต้น ตรงที่ได้เจาะจงรูปแบบสมการอรรถประโยชน์ ของเกษตรกรและเพิ่มสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงเข้าไป โดยสมมติว่าผลตอบแทนจากขบวนการหรือกิจกรรมภายใต้ความเสี่ยงนั้นมีการกระจายแบบปกติ และระดับความเชื่อมั่นต่อเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถประเมินได้จากการสังเกตการกระทำของแต่ละบุคคลในเหตุการณ์อดีตได้ และสมมติต่อไปอีกว่าผู้ทำการตัดสินใจมีพฤติกรรมแสวงหาอรรถประโยชน์ที่คาดหวังไว้สูงสุด (expected utility maximization)* และลักษณะของสมการอรรถประโยชน์มีลักษณะ concave ซึ่งสะดวกในการใช้และยังแสดงถึงการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจหรือผู้ประกอบการ สามารถแสดงให้อยู่ในรูปสมการต่อไปนี้

$$U(r) = 1 - e^{-ar} \qquad (3.6)$$

กำหนดให้ U คือ สมการอรรถประโยชน์ที่ขึ้นอยู่กับรายได้สุทธิเป็นตัวเงิน

r คือ รายได้สุทธิของกิจกรรมทั้งหมด และเท่ากับ sx

s คือ รายได้สุทธิของแต่ละกิจกรรม และมีการแจกแจงแบบปกติ

x คือ ระดับของกิจกรรม

เมื่อเป็นเช่นนี้ r จึงมีการแจกแจงแบบปกติด้วย

---

*การมีเป้าหมายเพื่อแสวงหาหรือทำให้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่คาดไว้ เป็นหลักการตัดสินใจในกรณีที่เกิดความไม่แน่นอนของผลตอบแทน และให้ผลดีที่สุด (full optimum) จากการตัดสินใจ ดังนั้น แบบจำลองที่ใช้หลักของเบอร์นูลีเป็นพื้นฐานจึงเรียกว่าแบบจำลองที่ให้ผลดีที่สุด (full optimal model)

a คือ ค่าคงที่ ซึ่งแสดงถึงการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของผู้ประกอบการ ถ้ายิ่งค่า a สูงก็จะบ่งบอกว่า ผู้ประกอบการนั้นมีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงความเสี่ยงสูง ค่า a จะเหมือนกับดัชนีวัดการหลีกความเสี่ยงของ Arrow-Pratt* สามารถแสดงได้ดังรูปภาพที่ 3.2

ค่าคาดหวังของสมการ (3.6) จะได้จากค่าอินเทอร์เกรท ต่อไปนี้**

$$E(U) = \int_{-\infty}^{\infty}(1-e)^{-ar}\, e^{-(r-\mu)^2/2\sigma^2}dr \qquad (3.7)$$

จากสมการ (3.7) หลังจากหาค่าอินเทอร์เกรทเรียบร้อยแล้ว*** ก็จะได้ค่าE(U) เท่ากับ

$$E(U) = 1-e^{-[a\mu' x-(a^2/2)x'\Sigma x]} \qquad (3.8)$$

กำหนดให้ Σ หมายถึงแมทริกซ์ของความแปรปรวนร่วมในรายได้สุทธิ การมีเป้าหมายเพื่อได้รับค่า E(U) สูงสุด จะเท่ากับการทำให้เทอมยกกำลัง $e^{-[a\mu' x-(a/2)x'\Sigma x]}$ จะมีค่าต่ำสุด ในทางตรงข้ามเท่ากับว่าทำให้ค่า $-(a/2)\sigma^2$ มีค่าสูงสุด หรือเขียนได้ในรูปภาพที่ 3.2

$$\text{Max } E[U(r)] = s'x - (a/2)x'\Sigma x = E(r) - (a/2)\sigma^2 \qquad (3.9)$$

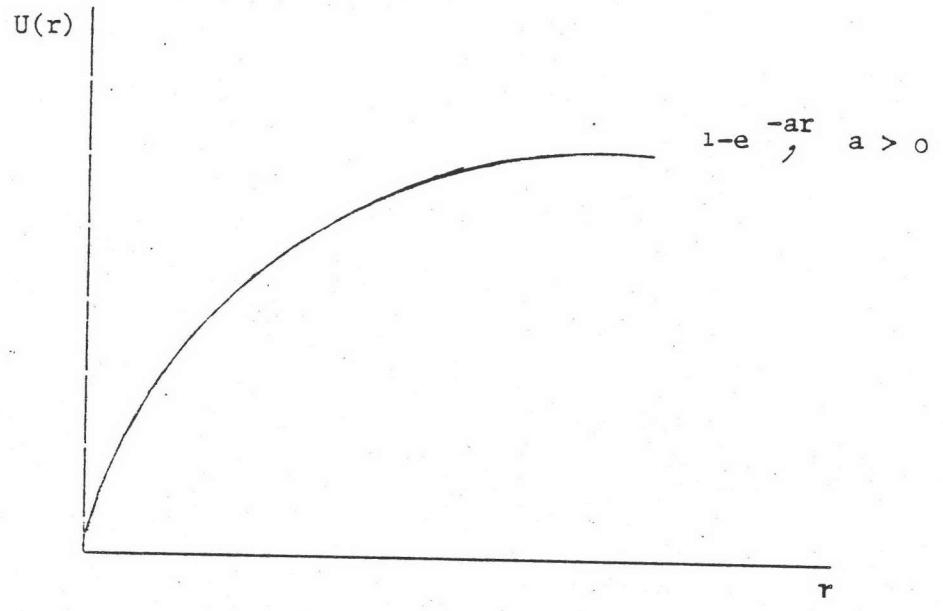
---

*ดัชนีวัดการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของ Arrow-Pratt คือ $-U''(r)/U'(r)$ จากสมการ (3.6) ค่า $a>0, U'(r)=ae^{-ar}$ และ $U''(r)=-a^2e^{-ar}$ ดัชนีวัดหลีกเลี่ยงความเสี่ยง คือ $-U''(r)/U'(r)$ ซึ่งแทนค่าแล้วก็จะได้เท่ากับค่า a

**คำนวณจากสูตรที่ว่า $E\{g(x)\} = \int_a^b g(x)f(x)dx$
โดยที่ f(x) มีการแจกแจงแบบปกติ และ $f(x) = (1/2\pi)^{1/2}\sigma\, e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$
ในสมการ(3.7) ไม่ได้นำค่า $1/(2\pi)^{1/2}\sigma$ มาคิดเพราะไม่ได้มีผลกระทบต่อค่าในเทอมยกกำลัง

***วิธีที่ทำให้เทอมยกกำลังในสมการ (3.7) สามารถหาค่าอินเทอร์เกรทได้ตามสูตรที่ว่า $\int e^u\, du = e^u$ คือการคูณด้วย $-\exp[(a^2\sigma^2/2)-a\mu]$ เข้าไปในสมการ (3.7) ด้านขวามือ ซึ่งหลังจากนั้นก็หาค่าได้ตามสูตรดังกล่าว ที่มาของวิธีนี้ดูรายละเอียดได้จาก Hildreth (1954 : 598-619)

รูปภาพที่ 3.2 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง



ในสมการ (3.7) อธิบายว่า การทำให้สมการอรรถประโยชน์ที่คาดหวังไว้มีค่าสูงสุดเท่ากับว่า การทำให้สมการ (3.9) ด้านขวามือมีค่าสูงสุด เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าการทำให้สมการอรรถประโยชน์ที่คาดหวังไว้มีค่าสูงสุดขึ้นอยู่กับค่าคาดหวัง และความแปรปรวนของรายได้เหมือนกับวิธีของของ Markowitz จะแตกต่างเพียง Markowitz ไม่ได้เจาะจงรูปแบบสมการอรรถประโยชน์ที่แน่นอน เพียงสมมติว่าเป็นแบบควอดราติกและเป็นเส้นโค้งคว่ำ ส่วน Freund ได้กำหนดรูปแบบสมการอรรถประโยชน์ของเกษตรกรที่แน่นอน และสมมติผลตอบแทนมีการกระจายแบบปกติ

โดยสรุปแล้วการนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ตามวิธี E-V นั้น ต้องมีข้อสมมติว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของเกษตรกรเป็นแบบควอดราติกหรือเป็นเส้นโค้งคว่ำ (concave) ตามวิธีของ Markowitz หรือมีข้อสมมติว่า ผลตอบแทนมีกระจายแบบปกติ ตามวิธีของ Freund แบบจำลองของ Freund ดูจะสมเหตุสมผลมากกว่า เพราะประการแรกได้กำหนดรูปแบบฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ในการเพาะปลูกของเกษตรกรที่แน่นอน ประการที่สอง Freund ได้เพิ่มสัมประสิทธิความเสี่ยงเข้ามาพิจารณาด้วย แต่ถึงอย่างไร การนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองตามวิธี E-V ยังมีข้อบกพร่องอยู่ ดังต่อไปนี้

1.3 <u>อุปสรรคในการใช้วิธี E-V</u>

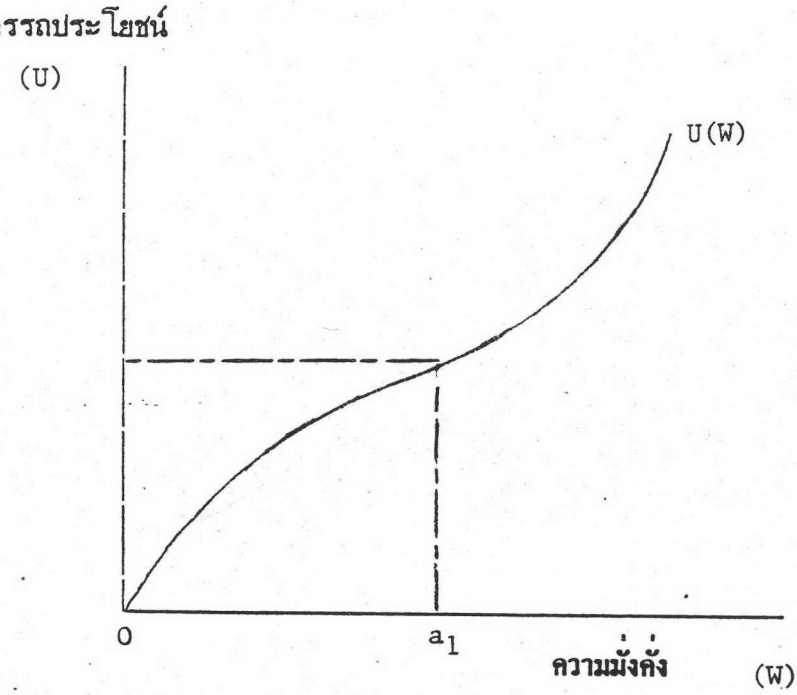
<u>ประการแรก</u> แบบจำลองของ Freund ไม่มีคำอธิบายและวิธีหาสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่สมเหตุสมผล

<u>ประการที่สอง</u> แบบจำลองที่ใช้วิธี E-V จะเป็นแบบควอคราติกโปรแกรมมิ่งซึ่งจะเป็นการไม่สะดวกต่อการคำนวณ ถ้าหากแมทริกซ์ที่คำนวณมีขนาดใหญ่

<u>ประการสุดท้าย</u> ข้อสมมติที่ว่า ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ของเกษตรกรเป็นแบบควอดราติก หรือผลตอบแทนที่มีการกระจายแบบปกติ การสมมติว่าสมการอรรถประโยชน์เป็นแบบควอดราติกนั้น ไม่ได้สอดคล้องกับทฤษฎีของ Pratt ที่ว่าเกษตรกรควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงน้อยลง เมื่อได้ระดับความเสี่ยงเพิ่มขึ้น (เช่น ได้รับการศึกษา

มากขึ้น มีความชำนาญมากขึ้น เป็นต้น) ดังในรูปภาพที่ 3.3 ณ ระดับ ความมั่งคั่ง Oa_1 เกษตรกรจะเป็นผู้กลัวความเสี่ยง แต่ถ้าระดับความมั่งคั่งเกินหรือมากกว่า a_1 เกษตรกรจะมีความรู้สึกกลัวความเสี่ยงน้อยลง นอกจากนั้นข้อสมมติที่ว่าผลตอบแทนมีการกระจายปกติ อาจไม่เป็นจริงก็ได้ผลตอบแทนอาจกระจายไปแบบอื่น

<u>รูปภาพที่ 3.3</u> แสดงถึง decreasing absolute risk aversion



อย่างไรก็ตาม ต่อมา Markowitz และ Levy ได้แสดงว่าข้อโต้แย้งดังกล่าวไม่ได้ทำให้วิธี E-V ใช้ไม่ได้* ดังนั้นจึงเหลืออุปสรรคในการใช้ E-V เพียงสองข้อแรก วิธีที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเป็นวิธีแก้ข้อจำกัดของวิธี E-Vสองข้อแรกได้เป็นอย่างดี

2 <u>วิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด</u> (Minimization of Total Absolute Deviation)

---

*Markowitz และ Levy ได้แก้ข้อโต้แย้งของ Pratt โดยอธิบายว่าการประมาณค่าสมการอรรถประโยชน์ตามวิธี E-V นั้นเป็นการประมาณค่าในแต่ละช่วงเวลาเท่านั้น ซึ่งได้ขึ้นอยู่กับค่า E, V และความมั่นคงในช่วงเวลานั้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงจึงเป็นค่าคงที่ในช่วงเวลานั้น ข้อโต้แย้งของ Pratt นั้นเป็นการอธิบายการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงแบบพลวัตร (dynamics) ส่วนข้อสมมติว่า ผลตอบแทนต้องมีการกระจายแบบปกตินั้นก็ไม่จำเป็นต้องสมมติก็ได้ สามารถหารูปแบบของสมการอรรถประโยชน์ดังสมการ (3.9) โดย วิธีการกระจายของ Taylor แทน ดังต่อไปนี้

ให้สมการอรรถประโยชน์ขึ้นอยู่กับผลตอบแทนของกิจกรรมนั้น

$$U = f(r) \qquad (1)$$

ใช้วิธีของ Taylor กระจายฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์รอบค่าเฉลี่ย $[E(r)]$ เพื่อประมาณฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (U)

$$U=U[E(r)]+U'[E(r)][r-E(r)]+.5U''[E(r)][r-E(r)]^2 \qquad (2)$$

ดังนั้นค่าคาดหวังของสมการ (2) คือ (เทอมที่สองด้านขวามือของสมการ (2) จะหายไปเพราะ $E[r - E(r)]$ จะเท่ากับ $(E(r) - E(r))$

$$E(U)\cong U[E(r)]+.5U''[E(r)]\sigma^2 \qquad (3)$$

ซึ่ง $U'>0$ และ $U''<0$ สมการที่ (3) เหมือนกับสมการ (3.9) ในแบบจำลองของ Freund ฉะนั้น เราจะได้สมการนี้โดยไม่จำเป็นต้องสมมติว่า ผลตอบแทนมีการกระจายแบบปกติ

วิธีนี้เรียกได้อีกอย่างว่าวิธี (E,L) สามารถนำไปใช้ได้สะดวกกว่าวิธี E-V รวมทั้งได้อธิบายวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงได้ดีกว่า ในการหารูปของสมการเป้าหมายของเกษตรกรในแบบจำลอง ได้ดัดแปลงมาจากแนวความคิดการตัดสินใจลงทุนทรัพย์สินทางการเงินของ Baumol และสามารถดัดแปลงเป็นแบบจำลองเชิงเส้นตรงได้โดยใช้วิธีของ Hazell (1971 a 53:62) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 แนวความคิดการตัดสินใจลงทุนในทรัพย์สินทางการเงินของ Baumol

แนวความคิดการตัดสินใจลงทุนของ Baumol หรือที่เรียกว่าเกณฑ์การตัดสินใจตามขอบเขตความเชื่อมั่นที่มีต่อผลตอบแทนที่คาดหวังไว้ (expected gain-confidence limit (E,L)) เป็นวิธีที่พัฒนามาจากข้อบกพร่องของวิธีค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน (E-V) ที่ไม่พิจารณาสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของ Markowitz ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ตามวิธี E,L การตัดสินใจลงทุนในพืชใดและมากน้อยเพียงใด นอกจากขึ้นอยู่กับค่าคาดหวังและความเสี่ยงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับทัศนคติหรือความเชื่อมั่นของเกษตรกรที่มีต่อโอกาสที่เกิดความเสี่ยง (การเบี่ยงเบนไปจากที่คาดหวังไว้) ในอนาคต เกษตรกรจะให้ความสำคัญแก่ความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด ก็แล้วแต่ทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของแต่ละบุคคล สมการเป้าหมายของเกษตรกรตามวิธี E,L นี้ จะสามารถเขียนได้ดังต่อไปนี้

$$L = E - K\sigma \qquad (3.10)$$

โดยที่ E คือค่าคาดหวังของผลตอบแทน

σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทน

K คือ ค่าคงที่ ซึ่งแสดงถึงทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อความเสี่ยง

ถ้าหากค่า K มีค่ามาก แสดงว่าเกษตรกรคนนั้นมีทัศนคติที่กลัวความเสี่ยง จะให้ความสำคัญแก่ความเสี่ยงมากในการตัดสินใจลงทุน (หมายความว่าเทอมสุดท้ายของสมการ (3.9) คือ $K\sigma$ จะมีค่าสูงตามค่า K ฉะนั้นเกษตรกรคนนี้ก็จะพิจารณาว่าผลตอบแทนที่จะได้อาจเบี่ยงเบนไปมากจากที่คาดหวังไว้ ค่า L ในสมการ (3.10) จะลดลง เพราะว่าเทอม K ได้สูงขึ้น ด้วยเหตุนี้การเพิ่มขึ้นของ K ก็ยิ่งทำให้ค่า L ลดลง แต่ถ้า K เท่ากับ

ศูนย์เกษตรกรคนนั้นจะเป็นผู้เมินเฉยต่อความเสี่ยง เขาไม่ให้ความสำคัญแก่ความเสี่ยงเลย ให้ตัดสินใจหรืออาจกล่าวได้ว่าเขาไม่ได้สนใจความสูญเสียที่เกิดจากความเสี่ยงเลย เส้น L จึงเท่ากับ E เพราะเทอม K ในสมการ (3.10) เป็นศูนย์ ดังรูปที่ 3.4

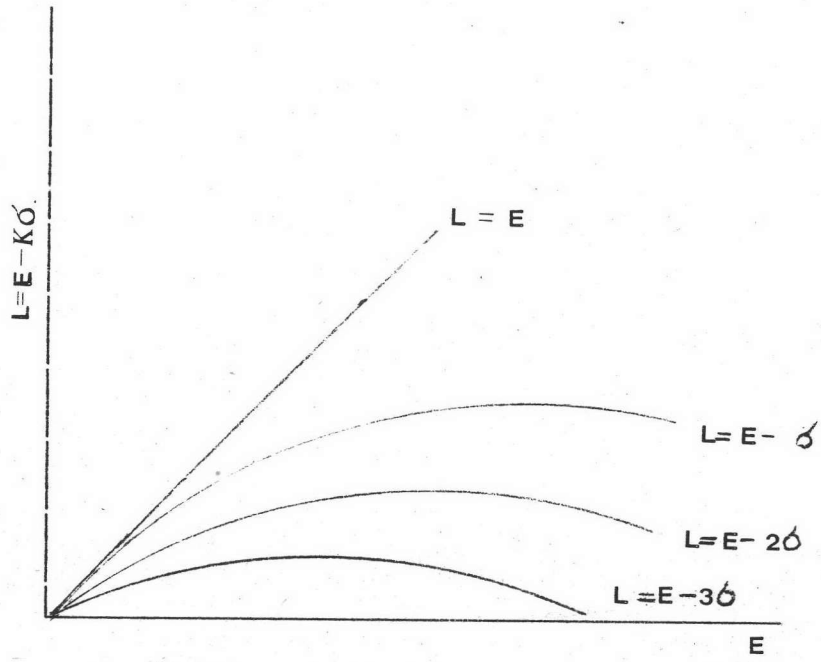
นอกจากนั้นเราสามารถหาค่า K ได้ ถ้าหากเราสมมติว่าผลตอบแทนจากการลงทุนมีการกระจายแบบปกติ เราก็จะทราบค่า K ได้จากตารางแจกแจงแบบ Z เช่น ถ้าผู้ลงทุนเชื่อมั่นว่า โอกาสที่ผลตอบแทนเบี่ยงเบนไปจากที่คาดไว้ประมาณ 97.5 เปอร์เซนต์ ค่า K จะมีค่าประมาณ 1.96 จากการเปิดตาราง Z แต่อย่างไรก็ตามวิธีการหาค่า K วิธีนี้ ไม่เหมาะสำหรับการศึกษาภาพรวม เราสามารถทราบความเชื่อมั่นของแต่ละบุคคลได้เลย ยิ่งไปกว่านั้นข้อสมมติว่าผลตอบแทนมีการแจกแจงแบบปกติ ยังเป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอยู่

สรุปได้ว่าจากแนวความคิดของ Baumol เราก็จะได้รูปแบบของสมการเป้าหมายและคำอธิบายค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงเพื่อประยุกต์ใช้กับแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง แต่ยังไม่มีวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ในส่วนต่อไปนี้จึงกล่าวถึงวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของ Brink และ McCarl หลังจากได้กล่าวถึงว่ามีการนำวิธีนี้ไปประยุกต์ใช้อย่างไรและสามารถดัดแปลงการคำนวณให้ใช้วิธีลิเนียโปรแกรมมิ่งได้อย่างไร

2.2 การนำทฤษฎีของ Baumol มาประยุกต์ใช้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง

Barker และ Scott (1972:657-660) Barry และ Robinson, (1975:128-133) Hazell และ Scandizzo (1974:235-244) ได้นำทฤษฎีการตัดสินใจของ Baumol มาใช้กับแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง โดยนำสมการ (3.10) มาเป็นสมการเป้าหมายการผลิตของเกษตรกรในการวางแผนเพาะปลูก เมื่อเป็นเช่นนี้สมการเป้าหมายของเกษตรกรในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งคือ

รูปที่ 3.4 ความรู้สึกที่มีต่อความเสี่ยงของเกษตรกรตามทฤษฎีของ Baumol



$$\text{Max } Z = U\acute{X} - d(X\acute{W}X)^{1/2} \qquad (3.11)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$AX <= B \qquad (3.12)$$

ซึ่งกำหนดให้ U คือเวคเตอร์ของค่าเฉลี่ยรายได้สำหรับกิจกรรมเพาะปลูกต่างๆ ต่างๆ X คือเวคเตอร์กิจกรรมเพาะปลูก d คือค่าสเกลล่าของสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง W คือแมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของรายได้ A คือ แมกทริกซ์ของสัมประสิทธิปัจจัยการผลิต-ผลผลิต ส่วน B คือเวกเตอร์จำนวนปัจจัยการการผลิตที่จำกัด

ตามทฤษฎีของ Baumol นั้น เทอมUXในสมการก็คือค่าE เทอม $(X\acute{W}X)^{1/2}$ คือ ส่วนค่า d ก็คือค่า K นั้นเอง การมีสมการเป้าหมายการผลิตดังสมการ (3.11) นั้นหมายความว่าเกษตรกรมีเป้าหมายการผลิต เพื่อจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้ได้ผลตอบแทนใกล้เคียงที่คาดหวังไว้มากที่สุด ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลตามค่าคาดหวังส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความรู้สึกที่มีต่อความเสี่ยงของแต่ละบุคคล เช่นถ้าค่า d ของเกษตรกรคนใดเท่ากับศูนย์ หมายความว่าเกษตรกรเป็นผู้เมินเฉยต่อความเสี่ยง สมการ (3.11) ก็จะลดรูปเหลือเพียงการมีเป้าหมายเพื่อกำไรสูงสุดตามที่คาดหวังไว้แต่เทอมสุดท้ายของสมการทำให้ไม่สามารถคำนวณด้วยลิเนียโปรแกรมมิ่ง ในส่วนต่อไปจะแสดงถึงวิธีหาค่าเทอมสุดท้ายนี้ เพื่อสามารถคำนวณด้วยลิเนียโปรแกรมมิ่งได้

2.3 การคำนวณโดยวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจาก ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

Hazell ได้เสนอให้ใช้วิธี MAD ในการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือเทอม $(X\acute{W}X)$ ด้านขวามือของสมการเพื่อให้สามารถใช้กับวิธีลีเนียโปรแกรมมิ่งได้สะดวก ถึงแม้ว่าเทอม $(X\acute{W}X)$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่เราต้องคำนวณหาความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม $(X\acute{W}X)$ ก่อน ปัญหาก็คือเทอมความแปรปรวนร่วมไม่ สามารถทำให้อยู่ในรูปเส้นตรงได้ จึงทำให้สมการ (3.11) ยังคงอยู่ในรูปไม่ใช่เส้นตรง

Hazell จึงเสนอให้ใช้วิธี MAD แทนในการหาเทอม ($X'WX$) เพื่อให้สมการ (3.11) สามารถใช้กับลิเนียร์โปรแกรมมิ่งได้ ดังต่อไปนี้

$$est(X'WX)^{1/2} = \Delta\, 1/T \left(\sum_t \left| \sum_j (r_{jt} - \bar{r}_j)x_j \right|\right) \qquad (3.13)$$

ซึ่ง

$$\Delta = [(T\ \pi)/2(T-1)]^{1/2} \qquad (3.14)$$

ค่า Δ คือ ตัวประกอบของ Fisher ที่เปลี่ยนค่า MAD ให้เป็นค่าประมาณของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร* คือค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 22/7

ค่า r_{jt} คือค่ารายได้ของกิจกรรมการเพาะปลูกที่ j ในปีที่ t, $\bar{r}_j$ คือค่าเฉลี่ยของ r_{jt} คือค่าเฉลี่ยของ r_{jt}

ต่อจากนั้น เพื่อให้สะดวกแก่การคำนวณมากขึ้น จึงได้สมมติว่าให้ค่าสมบูรณ์จากการเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยหรือ MAD เป็นตัวแปรภายในสมการ ที่สามารถหาค่าได้จากสมการด้วยวิธีดังต่อไปนี้ กำหนดให้ Z_t แทนค่าสมบูรณ์ (absolute value) จากการเบี่ยงเบนของรายรับต่อไร่ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในปีที่ t ผลรวมของ Z_t ทั้งหมดทุกปีต้องเท่ากับผลรวมของค่าสมบูรณ์จากเบี่ยงเบนสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดทุกปี เพราะฉะนั้นผลรวมของค่าสมบูรณ์จากการเบี่ยงเบนทั้งหมดทุกปีจะเท่ากับ $2Z_t$ ซึ่งสามารถนำไปใช้แทนเทอมความเสี่ยงของสมการเป้าหมายหรือเทอมสุดท้ายด้านขวามือของสมการ (3.13) ได้ดังนี้

$$\Phi\ est(X'WX)^{1/2} = K_t \Sigma\ Z_t$$

โดยที่ K เป็นค่าคงที่ ซึ่งเท่ากับ $\Phi(2\Delta/t)$ และ Z_t เป็นตัวแปรหาค่าได้จากแบบจำลอง (decision variable) เหมือนกับตัวแปร X ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

$$\sum_j (r_{jt} - \bar{r}_j)X_j + Z_t \geq 0 \qquad \text{สำหรับทุกปี}$$

---

* ค่าสถิติ d (ซึ่ง d คือ MAD ส่วน คือตัวประกอบของ Fisher)นี้เป็นค่าประมาณการของส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐานของประชากร เมื่อได้สุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

สมการนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อให้แบบจำลองได้ค่า Z_t (ที่แสดงถึงความเสี่ยง) น้อยที่สุด หรือแสดงถึงเงื่อนไขการกระจายของรายได้รวม ดังนั้นในการคำนวณโดยวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนน้อยที่สุดจะมีสมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไขดังนี้ สมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไขดังนี้

$$\text{Max} \quad U\acute{X} - K\sum_t Z_t$$

ภายใต้เงื่อนไขของสมการปัจจัยการผลิตและสมการความเสี่ยง

$$Ax \quad <= \quad B$$

$$\sum_j^n (r_{jt}-\bar{r}_j)x_j+Z_t \quad >= \quad 0 \qquad \text{สำหรับทุกปี}$$

และ $$X, Z_t \quad >= \quad 0$$

ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า การสมมติให้ค่าความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายในสมการ ก็เพื่อให้สามารถคำนวณได้สะดวกกว่าวิธีแรก

2.4 การหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงด้วยวิธีพารามิทริก (parametric)

Brink และ Mc Carl (1978:259-263) ได้ใช้แบบจำลองข้างต้นในการหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของเกษตรกร 38 คนในประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยการเปรียบเทียบแผนการผลิตที่เกษตรกรเปิดเผย กับแผนการผลิตที่ทำนายจากแบบจำลองลิเนียโปรแกรมมิ่งตามสมการ (3.11) และสมการ (3.12) โดยกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงเปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ศูนย์ จนกระทั่งได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ทำให้แผนการเพาะปลูกจริงของเกษตรกรกับที่หามาได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกันมากที่สุด ตัวแปรตัดสินใจในแผนการผลิตที่เลือกไว้สำหรับเปรียบเทียบก็คือพื้นที่เพาะปลูก

แต่สำหรับการศึกษาภาพรวม Hazell และคนอื่น (1984:235) ได้พิจารณาว่าเป็นไปไม่ได้ที่เราจะหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของเกษตรกรทุกคน เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลที่มากเกินกว่าจะคำนวณได้ ดังนั้นในการศึกษาภาพรวมค่าสัมประสิทธิ์ที่หา

มาได้ จึงเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของเกษตรกรทั้งหมดในพื้นที่ที่ศึกษาซึ่งใช้แทนค่าสัมประสิทธิของเกษตรกรในพื้นที่นั้น

ผลงานที่ใช้ วิธีข้างต้นนี้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ หลีกเลี่ยงความเสี่ยงพอสรุปได้ดังตารางที่ 3.1 ยกเว้นงานของ Rodriguez และ Kunkel เท่านั้นที่นำวิธีนี้ไปใช้ไม่เหมาะสมเพราะแบบจำลองตามวิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ระดับของความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับจำนวนความมั่งคั่งทั้งหมดของเกษตรกรนั้น (Tsiang 1974 : 442-450) จึงจะทำให้เทอมโมเมนต์ที่มากกว่า 3 ของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์มีค่าน้อยมากก็หมายความว่าแบบจำลองโปรแกรมมิ่งตามวิธี E,L เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีการผลิตเพื่อการขายและมีระบบชลประทานที่ดี แต่จะไม่เหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่ที่ไม่มีการ ชลประทานและมีการผลิตเพื่อพอประทังชีพ (Hazell and others 1984 : 227) งานของ Rodriguez และ Kunkel ไม่ได้คำนึงถึงข้อนี้

สรุปได้ว่า การใช้วิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (MOTAD) นั้นจะสะดวกมากกว่าการใช้วิธี E-V เพื่อนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง เนื่องจากวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด จะได้แบบจำลองที่เป็นเส้นตรง ขณะที่วิธี E-V ได้แบบจำลองเป็นแบบควอคราติก และใช้วิธีพารามิติก (parametric) หาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง แต่อย่างไรก็ตามการสมมติให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายในสำหรับปรับไม่ให้เกิดปัญหา infeasible ของสมการความเสี่ยงกับสมการอื่นจะเป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้อธิบายปัญหาที่อยู่ (descriptive)

2.5 ข้อจำกัดของวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

ถึงแม้ว่าวิธีใช้ค่าเบนเบี่ยงจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดจะคำนวณสะดวก แต่การให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายในหรือเป็นตัวแปรที่ต้องการหาค่า เพื่อเป็นตัวปรับไม่เกิดปัญหา infeasible ขึ้นในสมการเงื่อนไขความเสี่ยง ทั้ง ๆ ที่ตามข้อสมมติสำหรับการ

ตารางที่ 3.1 : ผลงานการศึกษาที่ใช้วิธีพารามิติกโปรแกรมมิ่ง (parametric programming) ในการหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง

ชื่อผู้ทำการศึกษา	ผลของระดับค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง
1. Brink and McCarl (1978:259-263)	- เกษตรกรชาวสหรัฐผู้ซึ่งปลูก Cornbelt จำนวน 38 คนไม่มีการตอบสนองต่อความเสี่ยง ค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงเท่ากับ 0
2. Hazell and others (1984:227)	- ค่าสัมประสิทธิ์หลีกความเสี่ยง ของเกษตรกรชาวเมกซิโกใน 8 ตำบลใหญ่ ภายใต้ระบบชลประทานอย่างดีมีค่า Φ เท่ากับ 1.5 - ค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของเกษตรกรชาวเมกซิโกผู้ซึ่งนิยมปลูกผักเพื่อส่งออกใน 4 ตำบล ของรัฐสินาโลภายใต้ระบบชลประทานอย่างดีมีค่า Φ เท่ากับ .5
3. Rodriguez and Kunkel (1983 : 27-65)	- ค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงของเกษตรกร ทั้งประเทศฟิลิปปินส์มีค่าเฉลี่ยประมาณ .5

ตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงได้กำหนดแหล่งที่มาและวิธีวัดความเสี่ยงไว้ ตัวแปรความเสี่ยงกลับเป็นเพียงตัวปรับไม่ให้เกิดปัญหาในการคำนวณ แบบจำลองตามวิธีนี้จึงมีลักษณะที่อธิบายปัญหาที่เป็นอยู่น้อยลง เพราะเน้นการคำนวณเพื่อให้ผลตามที่ต้องการมากกว่า

3 วิธีอื่นในการนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลอง

3.1 วิธีปลอดภัยไว้ก่อน

วิธีนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองตามวิธีอื่น นอกเหนือจากวิธีข้างต้นก็คือวิธีปลอดภัยไว้ก่อน ที่ซึ่ง Pyle และ Turnosky (1970 :75-81) ได้แยกออกเป็น 3 วิธี ดังต่อไปนี้

วิธีแรก หลักความปลอดภัย (Safety Principle) ตามวิธีนี้เกษตรกรมีเป้าหมายการผลิต เพื่อลดความน่าจะเป็นของกำไร ($Pr(\pi)$) ที่ต่ำกว่าระดับที่เรียกว่าระดับล่มจม (disaster level หรือ d) ซึ่งเป็นระดับที่เกษตรกรพิจารณาว่าก่อให้เกิดผลร้ายแก่เขาฉะนั้นสมการเป้าหมายของเกษตรกรสามารถเขียนไว้ดังต่อไปนี้

$$\text{Min} \quad \alpha = Pr(\pi <= d)$$

ภายใต้เงื่อนไข ปัจจัยการผลิตทั่วไป เหมือนกับกรณีที่ไม่นำความเสี่ยงเข้ามาพิจารณา นอกจากนั้นถ้ากำไรมีการกระจายแบบปกติ เราสามารถแสดงในรูปคณิตศาสตร์ได้อีกแบบหนึ่งว่า

$\text{Min}(d-\mu)/\sigma$ หรือคือค่า Z ในตารางแจกแจงแบบปกตินั่นเอง

วิธีที่สอง หลักความปลอดภัยไว้ก่อนแบบจำกัด (Strict Safety-First Principle) หรือที่เรียกว่า สมการเงื่อนไขของความไม่แน่นอน (chance - constrained programming)หรือ (CP) ตามวิธีนี้เกษตรกรจะมีเป้าหมายการผลิต

เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ภายใต้เงื่อนไข ความน่าจะเป็นที่กำไรจะต่ำกว่าระดับล่มจมที่กำหนด (Charnees and Cooper 1959:73-79) ฉะนั้นสมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไขสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

Max π

subject to Pr ($\pi < \bar{d}$) $<= \dot{\alpha}$ และภายใต้เงื่อนไขปัจจัยการผลิตทั่วไป

โดยที่ $\dot{\alpha}$ คือระดับของกำไรที่เกษตรกรพิจารณาว่าก่อให้เกิดผลร้ายแก่เขา หรือที่เรียกว่าระดับล่มจม

$\bar{d}$ คือ ความน่าจะเป็นของกำไร ที่ต่ำกว่าระดับล่มจม

ทั้ง $\bar{d}$ และ $\dot{\alpha}$ จะเป็นตัวแปรภายนอกสมการที่ถูกกำหนดขึ้น แนวความคิดวิธีนี้จะเหมือนกับวิธีแรก แตกต่างกันเพียงวิธีแรกมีความน่าจะเป็นของความเสี่ยงเป็นสมการเป้าหมาย ขณะที่วิธีนี้มีความน่าจะเป็นของความเสี่ยงเป็นสมการเงื่อนไข

<u>วิธีสุดท้าย</u> หลักความปลอดภัยแบบคงที่ (Safety-Fixed Principle) ตามวิธีนี้เกษตรกรจะมีเป้าหมายการผลิต เพื่อเพิ่มระดับกำไรขั้นต่ำ (d) ให้สูงขึ้นกว่าระดับล่มจม ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า ความน่าจะเป็นที่กำไร น้อยกว่าระดับกำไรขั้นต่ำ (d) ต้องไม่เกินกว่าที่เกษตรกรจะยอมรับได้ (Kataoka 1963 : 181 - 396) ซึ่งสมการเป้าหมายของเกษตรกรสามารถเขียนได้รูปคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้ Max d

Max d

subject to Pr ($\pi < d$) $<= \tilde{\alpha}$ และภายใต้เงื่อนไขปัจจัยการผลิตทั่วไปดังนั้น ถ้ากำไรขั้นต่ำมีการกระจายแบบปกติ แล้วสมการเงื่อนไขสามารถแสดงได้ดังอย่างว่า

subject to $s(d - \mu)/\sigma <= \tilde{\alpha}$

โดยที่ s คือความถี่สะสมของการกระจายแบบมาตรฐานปกติ ฉะนั้นถ้าหาอินเวอรส์และจัดเทอมนี้เสียใหม่ ก็จะเท่ากับ สมการเป้าหมายได้ดังต่อไปนี้ (Pyle and Turnovsky 1970:75-81)

$$\text{Max } (\mu + \sigma s^{-1}(\bar{\alpha}))$$

ซึ่ง s^{-1} คือฟังก์ชั่นอินเวอรส์ของสมการ s ซึ่งมีการกระจายเท่ากับ $\frac{(d-\mu)/\sigma}{\alpha}$ และถ้าแทน s^{-1} ด้วย -K สมการนี้จะเท่ากับ Max $(\mu - K\sigma)$ ของสมการ Baumol ถ้าหาก K เป็นฟังก์ชั่นของ

การนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งโดยวิธีปลอดภัยไว้ก่อนทั้ง 3 วิธี จะประยุกต์ใช้กับการอธิบายปัญหาที่เป็นอยู่ (descriptive) ได้ดีกว่าวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ด้วยเหตุว่าวิธีปลอดภัยไว้ก่อนได้กำหนดให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายนอกความเสี่ยงตามวิธีนี้จะหมายถึงความน่าจะเป็นที่กำไรมีค่าน้อยกว่าระดับขั้นต่ำที่เขายอมรับไม่ได้ (ระดับล่มจม) เป้าหมายหรือเงื่อนไขในการผลิตก็คือหลีกเลี่ยงความเสี่ยงนั้นเอง ค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงตามวิธีนี้น่าจะสมเหตุสมผลมากกว่าวิธีเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังมีอุปสรรคในการนำไปประยุกต์ใช้ดังต่อไปนี้

3.2 อุปสรรคในการนำวิธีปลอดภัยไว้ก่อนไปประยุกต์ใช้

ถึงแม้ว่าวิธีปลอดภัยไว้ก่อนทั้ง 3 วิธีนั้น มีลักษณะที่อธิบายปัญหาที่เป็นอยู่ (descriptive) ได้ดี แต่ปัญหาและอุปสรรคในการนำวิธีปลอดภัยไว้ก่อนไปใช้กับแบบจำลองโปรแกรมมิ่ง ก็คือ การกำหนดระดับค่าความน่าจะเป็นที่กำไรต่ำกว่าระดับล่มจมหรือการกำหนดระดับล่มจม $\bar{\alpha}$ เพราะว่าวิธีปลอดภัยไว้ก่อนได้กำหนดให้ตัวแปร α หรือ $\bar{d}$ เป็นตัวแปรภายนอกสมการ ที่ต้องกำหนดค่าลงไปในแบบจำลอง ซึ่งอาจจะได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรงหรือจากการตั้งข้อสังเกตของผู้ทำวิจัย ฉะนั้นเป็นไปได้ที่การเลือกระดับ $\bar{\alpha}$ หรือ $\bar{d}$ จะเกิดปัญหา infeasible ก็ได้ เนื่องจากค่า α หรือ d ที่

กำหนดไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสมการอื่น Roumasset (1976 : 41-47) ได้แนะนำว่า กรณีที่ค่า α หรือ d มีผลให้เกิดปัญหา infeasible สามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้โดยใช้วิธีเรียงลำดับความพอใจหรือเรียงลำดับเป้าหมายการผลิต ของเกษตรกร (lexicographic order)* ซึ่ง Roumasset ได้แยกเป้าหมายการผลิตของเกษตรกรออกเป็น 2 เป้าหมาย เป้าหมายแรกของเกษตรกรในกรณีที่สมการเงื่อนไขของ หรือdไม่ได้ทำให้เกิดปัญหา infeasible ก็คือให้ได้กำไรสูงสุด แต่ถ้าสมการเงื่อนไขของ หรือ d มีผลให้เกิดปัญหา infeasible สมการเป้าหมายรองลงมาคือให้ระดับความน่าจะเป็นของกำไรที่ต่ำกว่าระดับล่มจมต่ำสุด แทนเป้าหมายแรก การคำนวณของวิธีเรียงลำดับเป้าหมายการผลิตของเกษตรกรจึงมีขั้นตอน แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังไม่ได้เป็น วิธีที่แก้ปัญหาการกำหนดระดับล่มจมที่เหมาะสมโดยตรง นอกจากนั้นการประยุกต์วิธีปลอดภัยไว้ก่อนใช้กับแบบจำลองโปรแกรมมิ่งเป็นวิธีค่อนข้างยาก (Boussard 1979:69)

4. <u>การเปรียบเทียบการนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งทั้ง 3 วิธี</u>

เมื่อเปรียบเทียบวิธีนำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งทั้ง 3 วิธี วิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นวิธีที่คำนวณสะดวกที่สุด เพราะกำหนดให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายในเพื่อคอยปรับไม่ให้เกิดปัญหา infeasible ในสมการ

---

*การเรียงลำดับเป้าหมายการผลิต (lexicographic) นั้น ผู้ตัดสินใจสามารถจะมีเป้าหมายการผลิตหลายอย่างพร้อมกันได้ แต่ละอย่างจะมีความสำคัญไม่เท่ากัน ผู้ตัดสินใจพยายามเลือกเป้าหมายที่พิจารณาว่าสำคัญที่สุดก่อน อาทิเช่น ผู้ตัดสินใจมีเป้าหมายการผลิต คือ Z_1 และ Z_2 โดย U เป็นสมการอรรถประโยชน์ ถ้าผู้ตัดสินใจพิจารณาว่า Z_1 มีความสำคัญมากกว่า Z_2 แล้ว $U(Z_1)>>U(Z_2)$ ซึ่งหมายความว่า ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกตามเป้าหมายการผลิตก่อน แล้วจึงค่อยเลือกเป้าหมายการผลิตตามจุดมุ่งหมาย Z_2

เงื่อนไข ความเสี่ยงขั้นต่ำ เป็นการหลีกเลี่ยงการกำหนดค่าความเสี่ยงขั้นต่ำ วิธีนี้จึงมีลักษณะอธิบายปัญหาที่เป็นอยู่ (descriptive) น้อย เนื่องจากเน้นผลให้เป็นไปตามที่ต้องการมากเกินไป ขณะที่การใช้วิธีปลอดภัยไว้ก่อนได้ประสบปัญหา infeasible ในสมการความเสี่ยงขั้นต่ำ เพราะได้กำหนดให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายนอก และไม่มีวิธีที่จะกำหนดระดับความเสี่ยงขั้นต่ำที่เหมาะสม แต่วิธีปลอดภัยไว้ก่อนจะมีปัญหาอธิบายที่ที่เป็นอยู่ดีกว่าวิธีให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนวิธีค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวนนอกจากจะคำนวณไม่สะดวกแล้ว ยังไม่มีวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่เหมาะสม ในบรรดาทั้ง 3 วิธีนั้นวิธีให้ค่าเบี่ยงจากค่าเฉลี่ยต่อจะเป็นวิธีที่มีข้อจำกัดน้อยที่สุด ถ้าหากให้ตัวแปรความเสี่ยงเป็นตัวแปรภายนอก และแก้ไขปัญหา infeasible ของสมการความเสี่ยงขั้นต่ำได้สมเหตุสมผล

<u>ประมวลผลงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง</u>

สำหรับประเทศไทยมีเพียงการศึกษาของ Kanok Khatikarn (1981) ที่นำความเสี่ยงเข้ามาไว้ในแบบจำลองโปรแกรมมิ่งโดยใช้วิธี E-V ของ Markowitz ดังสมการ (3.2) ถึงสมการ (3.5) สมการเป้าหมายเป็นแบบควอดราติก เพื่อหาระดับกิจกรรม (x) ที่ทำให้ความแปรปรวนของรายได้ (q) ต่ำสุด ภายใต้เงื่อนไขของรายได้ที่คาดหวังไว้ [E (q)] และปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ดังต่อไปนี้

$$\text{Minimize} \quad V = \sum_{i}^{n} \sum_{j} X_i X_j \text{Cov}\ (q_i, q_j) \qquad (3.15)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{i}^{n} a_{ri} X_i <= A_r \quad r = 1,2....m$$

และ

$$\sum_{i}^{n} E(q_i) X_i = E(I)$$

$$X_i >= 0$$

โดย X_i คือระดับกิจกรรมที่ i, q_i คือผลตอบแทนสุทธิ

Cov (q_i, qj) คือความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมระหว่างผลตอบแทนของกิจกรรมที่ i และ j

$a^{\bullet}_{ri}$ คือสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่อผลผลิตของกิจกรรมที่ i ในการผลิตผลผลิต r

A คือจำนวนปัจจัยการผลิตที่หาได้

$E(q_i)$ คือผลตอบแทนสุทธิที่คาดไว้ของกิจกรรมที่ i

E(I) คือมูลค่ารวมของผลตอบแทน

ขอบเขตการศึกษาครอบคลุมเพียงภาคกลาง ปัจจัยการผลิตที่ใช้มีที่ดินและแรงงาน ผลการศึกษาที่ได้จากการเปรียบเทียบการตอบสนองอุปทานระหว่างข้อสมมติที่ว่าเกษตรกรเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง (ควอดราติกโปรแกรมมิ่ง) กับข้อสมมติที่ว่าเกษตรกรเป็นผู้เมินเฉยต่อความเสี่ยง (แบบจำลองลิเนียโปรแกรมมิ่ง มีสมการเป้าหมายเพื่อหารายได้สูงสุด) แบบจำลองภายใต้ข้อสมมติแรกได้ให้ผลการทำนายการตอบสนองอุปทานที่ดีกว่า จึงสรุปได้ว่าเกษตรกรภาคกลางเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง แต่ไม่สามารถหาระดับหลีกเลี่ยงความเสี่ยงได้เหมือนในหัวข้อที่ 3.2.1.1 ฉะนั้นในการทดสอบนโยบายประกันราคาและขยายพื้นที่ชลประทานโดยพารามิเตอร์ Cov (q_i, q_j) และ A ว่าจะมีผลอย่างไรต่อการผลิต จึงสมมติว่าเกษตรกรมี สัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยงประมาณ 2.575 และสมมติว่านโยบายราคาสามารถลดความไม่แน่นอนของราคาได้หมด

สำหรับผลงานอื่น ๆ ที่เกี่ยงข้องส่วนที่เหลือเป็นการศึกษาระดับจุลภาค คือระดับหมู่บ้านยกเว้นของ Berhman ที่เป็นระดับจังหวัด ซึ่งพิจารณาเพียงว่าเกษตรกรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงหรือไม่เท่านั้น ไม่ได้แสดงว่า เกษตรกรมีรูปแบบเป้าหมายการผลิต อย่างไรและความเสี่ยงมีอิทธิพลอย่างไรต่อการจัดสรรทรัพยากร ผลงานต่างๆ พอ สังเขปได้ดังนี้

Berhman (1968) ได้ใช้แบบจำลองของ Nerlove เพื่อศึกษาการสนองตอบ

ของอุปทานสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทยคือ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพดและปอแก้ว ขอบเขตการศึกษาอยู่เฉพาะในจังหวัดที่สำคัญโดยศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2480 ถึง 2506 ปัจจัยที่ได้รับการพิจารณาว่า น่าจะมีอิทธิพลต่อการสนองตอบของอุปทานสินค้าดังกล่าว คือ ราคาที่คาดหวังไว้ การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตต่อไร่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาที่เกษตรกรได้รับและของผลผลิตต่อไร่เป็นตัวแปรที่แสดงถึงความเสี่ยง ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ที่นี้ Berhman ได้สรุปว่า เกษตรกรเป็นผู้กลัวความเสี่ยง (risk avertor) เนื่องจาก ความสัมพันธ์ระหว่างการสนองตอบของอุปทานกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพืชทั้ง 4 ชนิด เป็นไปในทางทิศทางตรงข้าม แต่การศึกษาของ Berhman ไม่ได้บ่งบอกชัดเจนว่า เป้าหมายการผลิตของเกษตรกรเป็นอย่างไร และเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงอย่างไร

Grisley (1980) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของความเสี่ยงและการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่มีค่าต่อการตัดสินใจของเกษตรกรไทย 2 หมู่บ้านในจังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้ข้อสมมติว่าเกษตกรมีสมการอรรถประโยชน์แบบเอชโพเนนเชี่ยลและแบบควอดราติก วิธีการศึกษาและผลการศึกษามีดังนี้ ประการแรก การคาดคะเนของเกษตรกร (subjective probablility) ในราคาผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ และรายได้ หาได้จากการเปิดเผย โดยวิธีให้ผลตอบแทนรูปตัวเงินแก่เกษตรกร เพื่อให้ได้ค่าคาดคะเนของเกษตรกรที่ใกล้เคียงกับที่เกษตรกรคาดคะเนไว้ในใจ แล้วนำไปแทนค่าในสมการอรรถประโยชน์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ผลการศึกษาแสดงว่า เกษตรกรทั้งสองหมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ประการที่สอง ใช้สมการถดถอยเชิงซ้อนในการหาผลกระทบการคาดคะเนของระดับการใช้ปัจจัยการผลิต (ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง) ที่ต่อการคาดหวังในผลผลิตที่จะได้ และผลกระทบของการคาดหวังของผลผลิตต่อไร่ ราคาผลผลิต และของทัศนคติต่อความเสี่ยงที่มีต่ออุปสรรคการใช้ปัจจัยการผลิต ผลการศึกษาแสดงว่า การคาดคะเนในการใช้ปัจจัยการผลิตไม่มีผลต่อการคาดหวังในระดับผลผลิตที่จะได้การคาดหวังของราคาและผลผลิตมีผลต่ออุปสรรคของการใช้ปัจจัยการผลิต ส่วนทัศนคติ

ต่อความเสี่ยงไม่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ปัจจัยการผลิต ประการที่สาม ใช้เทคนิค stochastic dominance ในการทดสอบว่า เกษตรกรได้พยายามลงทุนในการเพาะปลูกพืชที่ได้อรรถประโยชน์สูงสุดหรือไม่ ผลการศึกษาแสดงว่า เกษตรกรจะใช้ปัจจัยการผลิตปุ๋ยและยาฆ่าแมลง และที่ดินมากขึ้นในพืชที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุด ประการที่สี่ ใช้สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทดสอบว่า เกษตรกรพิจารณาว่า ความเสี่ยงเกิดขึ้นจากราคาหรือผลผลิตต่อไร่มากกว่ากัน ผลการศึกษา ปรากฏว่าในกรณีของข้าวนั้น ความเสี่ยงเกิดขึ้นจากราคาหรือผลผลิตต่อไร่มากกว่ากัน ผลการศึกษา ปรากฏว่าในกรณีของข้าวนั้น ความเสี่ยงของราคาและผลผลิตมีขนาดเท่ากัน ส่วนพืชอื่น ความเสี่ยงของราคาจะมากกว่าความเสี่ยงของผลผลิตต่อไร่

Somnuk Tubpun (1981) ทำการศึกษาเรื่องความผิดพลาดของการจัดสรรทรัพยากร ในการผลิต ที่เกิดจากการไม่มีข้อมูลที่เพียงพอจะทำนายความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปัจจัยการผลิตกับการผลิตกับผลผลิตของชาวนาได้อย่างถูกต้องในช่วงเริ่มทำการเพาะปลูก ศึกษาเฉพาะการเพาะปลูกข้าวของชาวนาในเขตโครงการจัดรูปที่ดินชัญสูตร จังหวัดสิงห์บุรี ภายใต้ข้อสมมติว่าชาวนามีเป้าหมายการผลิต เพื่ออรรถประโยชน์สูงสุดที่คาดหวังไว้ (expected utility maximization) วิธีการศึกษาใช้เศรษฐมิติในการเปรียบเทียบฟังก์ชั่นผลิตที่เป็นจริงในช่วงเก็บเกี่ยวกับฟังก์ชั่นการผลิตที่เกษตรกรคาดหวังไว้ (ได้จากการสัมภาษณ์) ในช่วงเตรียมดินเพาะปลูก ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ประการแรก จากการหาค่าสัมประสิทธิหลีกเลี่ยงปรากฏว่า เกษตรกรเหล่านี้มีระดับ หลีกเลี่ยงความเสี่ยงไม่มากนัก จึงไม่มีผลต่อการยอมรับข้าวพันธุ์ใหม่ และปัจจัยทางด้านความมั่งคั่งของเกษตรกรไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อการหลีกเลี่ยงความเสี่ยง ประการที่สาม ชาวนาไม่สามารถถทำนายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่ใช้กับผลผลิตที่จะได้รับอย่างถูกต้อง และเขาได้เสนอแนะว่า ถ้าหากชาวนาสามารถทำนายการผลิตที่เป็นจริงได้อย่างถูกต้อง ชาวนาจะมีรายได้สุทธิขั้นต้นต่อไร่ (รายได้ต่อไร่หักด้วยต้นทุนผันแปรต่อไร่) เพิ่มขึ้น 604 บาท ต่อไร่

สถาพร ทักษาดิพงศ์ (2528) ได้ทำการศึกษาทัศนคติของชาวนาไทยที่มีต่อ

ความเสี่ยง ศึกษาเฉพาะกรณีในเขตอำเภอห้วยทับพัน และอำเภอบุษัทย์ จังหวัดศรีสะเกษ ภายใต้ข้อสมมติว่าชาวนามีเป้าหมายการผลิตแบบปลอดภัยคงที่ (Safety Fixed) กล่าวคือ เกษตรกรมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อรักษาความมั่นคงในกำไรระดับต่ำสุดที่สามารถรักษาการบริโภคขั้นต่ำของครัวเรือน วิธีการศึกษาคือ ใช้สมการการผลิตแบบ Cobb- Douglas และหาสัมประสิทธิหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจาก first order condition ของสมการอรรถประโยชน์เพื่อการศึกษาที่ไม่สามารถหาค่าคาดหวังของราคาและผลผลิตได้จึงสมมติว่าการคาดหวังของเกษตรกรใกล้เคียงกับราคาที่เป็นจริงผลการศึกษาแสดงว่า ชาวนาตัวอย่างทั้งสองอำเภอส่วนมากประมาณ 58 เปอร์เซนต์เป็นผู้กลัวความเสี่ยง ณ ระดับประมาณ.910