เศรษฐศาสตร์เกษตร
และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

CH 2
การผลิตที่ใช้ปัจจัยผันแปรเพียงชนิดเดียว
Production with One Variable Input

สุวรรณา สายรวมญาติ

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

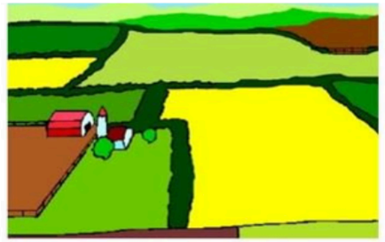
Email: suwanna.s@ku.th
FB: Suwanna Sayruamyat
FB Page: EatEcon
Website: www.eatecon.com

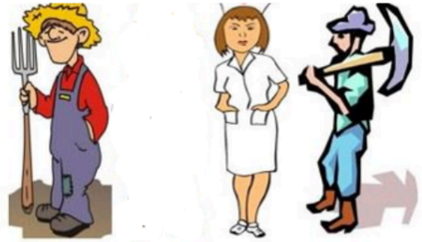
ปัจจัยการผลิต

Rental income to owners of land

Wages and salaries from employment

Land includes natural resources not created by human effort.





Labour includes people with all their efforts and abilities.

Land

Labor

Capital includes the tools, equipment, and factories used in production.

Entrepreneurs organise factors of production and take risks.

Capital

Enterprise

invest from savings + dividends from shares

Profits

2.1 แนวคิดของฟังก์ชันการผลิต

$$Y = f(X)$$

Y คือ ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ

X คือ ปัจจัยการผลิต

- Only one input is considered.
- Certain pairs of input and output quantities given an utilized technology

จงหา ΔY

Fertilizer (Kg) (X)	Rose Quantity (Y)	ΔY
0	30	
5	50	
10	130	
15	270	
20	390	
25	500	
30	600	
35	690	
40	770	
45	820	
50	850	
55	870	
60	840	

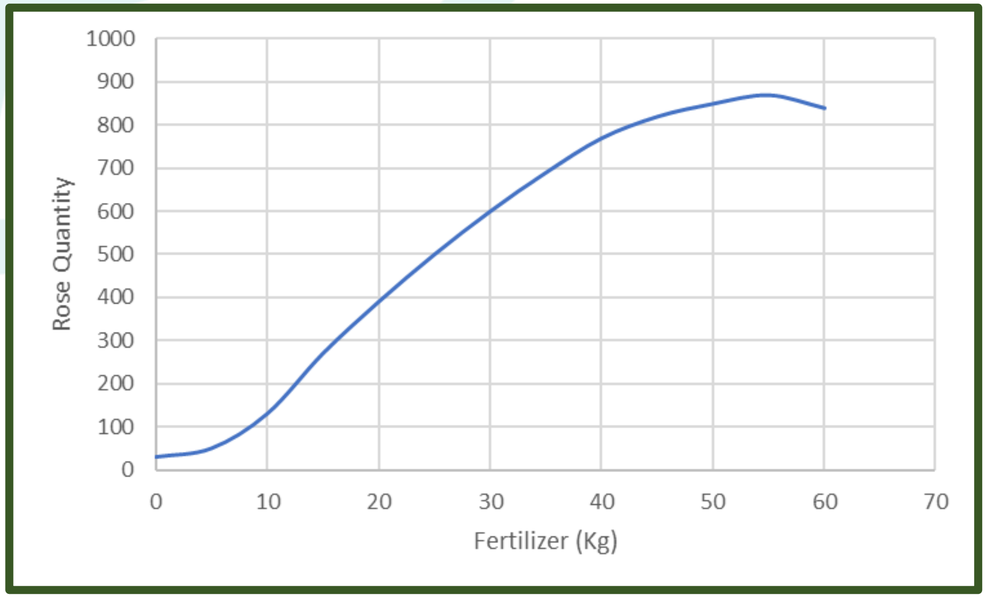
-Draw a graph showing the relationship between fertilizer (kg) and Rose Quantity

2.1 แนวคิดของฟังก์ชันการผลิต

$$Y = f(X)$$

Y คือ ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ

X คือ ปัจจัยการผลิต



Fertilizer (Kg)	Rose Quantity	Mariginal Product
0	30	-
5	50	20
10	130	80
15	270	140
20	390	120
25	500	110
30	600	100
35	690	90
40	770	80
45	820	50
50	850	30
55	870	20
60	840	-30

- Only one input is considered.
- Certain pairs of input and output quantities given an utilized technology

ปัจจัยการผลิตมีกี่ประเภท

ประเภทของปัจจัยการผลิต

$$Y = f(X_1 | X_2, X_3, X_4)$$

X_1 - a variable input

X_2, X_3, X_4 - fixed inputs

ปัจจัยผันแปร (Variable inputs)

คือ ปัจจัยการผลิตที่จำเป็นต้องใช้เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตในระยะเวลาสั้น ดังนั้นหากต้องการเพิ่มผลผลิตปริมาณการใช้ปัจจัยผันแปรก็จะเพิ่มขึ้นในระยะเวลาการผลิตระยะสั้น/ผู้ผลิตควบคุมปริมาณการใช้ได้

ตัวอย่าง ปัจจัยผันแปรทางการเกษตร

เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี แรงงานครัวเรือน แรงงานจ้าง สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช น้ำมันเชื้อเพลิง

ปัจจัยคงที่ (Fixed inputs)

คือ ปัจจัยการผลิตที่ปริมาณการใช้*ไม่*เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิตในระยะเวลาการผลิตระยะสั้น/ผู้ผลิต*ไม่*สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ในระยะสั้น

ตัวอย่าง ปัจจัยคงที่ทางการเกษตร

ที่ดินของตนเอง ที่ดินเช่า รถไถนาเดินตาม รถดำนา เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นสารเคมี บ่อเลี้ยงปลา โรงเรือน มอเตอร์ไซต์ พ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ ฯลฯ

2.2 ปัจจัยคงที่ ปัจจัยผันแปร และระยะเวลาของการผลิต

- **ระยะเวลาการผลิต**
  - **ระยะสั้นมาก** – ปัจจัยการผลิตทุกชนิดเป็นปัจจัยคงที่
  - **ระยะสั้น** – ปัจจัยการผลิตอย่างน้อย 1 ปัจจัยเป็นปัจจัยผันแปร และปัจจัยการผลิตที่เหลือเป็นปัจจัยคงที่
  - **ระยะยาว** – ปัจจัยการผลิตทุกชนิดเป็นปัจจัยผันแปร
  - **ระยะยาวมาก** – ปัจจัยการผลิตทุกชนิดเป็นปัจจัยผันแปร และเทคโนโลยีการผลิตเปลี่ยนแปลง

”Economic analysis tends to focus only on the short and long run, and largely ignores the very short and very long run.” How is today?

2.2 ปัจจัยคงที่ ปัจจัยผันแปร และระยะเวลาของการผลิต

$$Y = f(X_1 \mid X_2, X_3, X_4)$$

X_1 - a variable input

X_2, X_3, X_4 - fixed inputs

2.3 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

- ผลผลิตทั้งหมด (Total Physical Product: TPP) คือ ผลผลิตทั้งหมดที่ได้รับจากการใช้ปัจจัยการผลิต

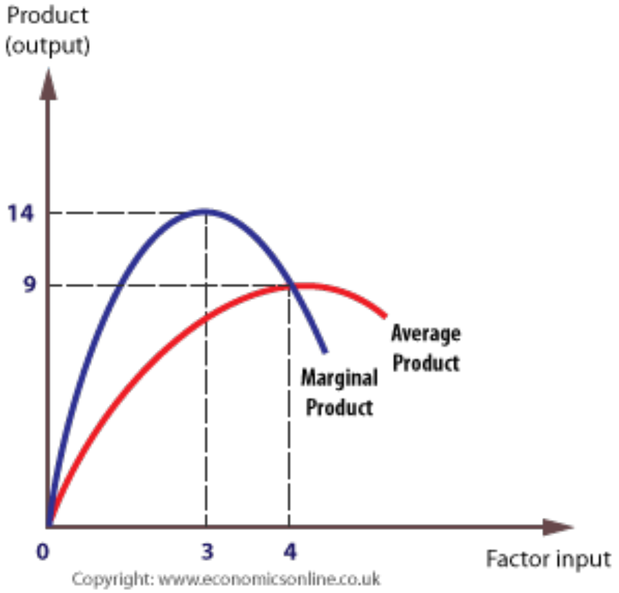
$$TPP = Y$$

- ผลผลิตเฉลี่ย (Average Physical Product: APP) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตทั้งหมดต่อปัจจัยการผลิตผันแปร

$$APP = \frac{Y}{X}$$

- ผลผลิตเพิ่ม (Marginal Physical Product: MPP) คือ ปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการใช้ปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น 1 หน่วย

$$MPP = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{dY}{dX}$$



จงหาระดับการใช้ปุ๋ยที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด

Fertilizer (Kg)	Incremental input	Rose Quantity	Incremental output	MPP	APP (Y/X)
X		TPP or Y			Y/X
0		30			
5		50			
10		130			
15		270			
20		390			
25		500			
30		600			
35		690			
40		770			
45		820			
50		850			
55		870			
60		840			

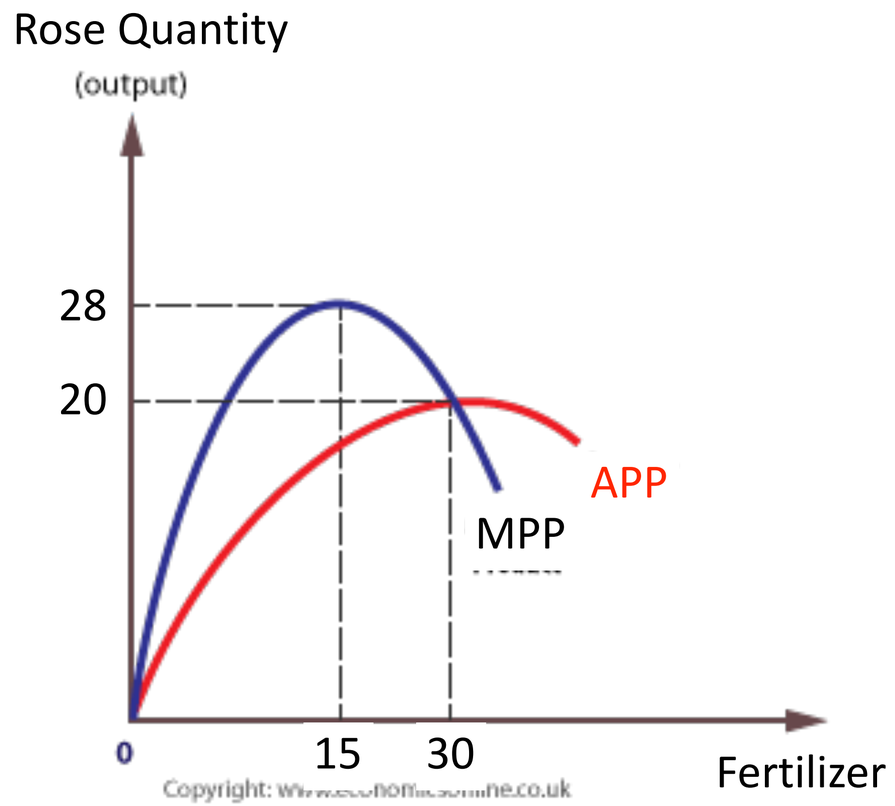
Draw a graph showing the relationship between MPP, APP and input.

2.3 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

Fertilizer (Kg)	Incremental Input	Rose Quantity	Incremental Output	MPP	APP
X	ΔX	TPP or Y	ΔY	ΔY/ΔX	Y/X
0	-	30	-	-	-
5	5	50	20	4	10.00
10	5	130	80	16	13.00
15	5	270	140	28	18.00
20	5	390	120	24	19.50
25	5	500	110	22	20.00
30	5	600	100	20	20.00
35	5	690	90	18	19.71
40	5	770	80	16	19.25
45	5	820	50	10	18.22
50	5	850	30	6	17.00
55	5	870	20	4	15.82
60	5	840	-30	-6	14.00

The relationship between MPP and APP

Fertilizer (Kg)	Incremental Input	Rose Quantity	Incremental Output	MPP	APP
X	ΔX	TPP or Y	ΔY	ΔY/ΔX	Y/X
0	-	30	-	-	-
5	5	50	20	4	10.00
10	5	130	80	16	13.00
15	5	270	140	28	18.00
20	5	390	120	24	19.50
25	5	500	110	22	20.00
30	5	600	100	20	20.00
35	5	690	90	18	19.71
40	5	770	80	16	19.25
45	5	820	50	10	18.22
50	5	850	30	6	17.00
55	5	870	20	4	15.82
60	5	840	-30	-6	14.00



2.3 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

- กำหนดให้ฟังก์ชั่นการผลิตของข้าวโพด (Y) ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นดังนี้ (Debertin, 1986, p. 26-27)

$$Y = 50 + 5.93X^{\frac{1}{2}}$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = \frac{2.965}{\sqrt{X}}$$

ถ้ากำหนดให้ ปริมาณการใช้ ไนโตรเจนเป็นดังตาราง ผลผลิต และผลผลิตส่วนเพิ่มจะเป็นเท่าใด

Nitrogen (lb./acre)	Corn output (Bushel/acre)	APP	Average MPP	Real MP $\frac{dY}{dX}$
0				
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
200				

2.3 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

$$Y = 50 + 5.93X^{\frac{1}{2}}$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = \frac{2.965}{\sqrt{X}}$$

Table A

Fertilizer (lb./Acre)	Output (Bushel/	MPP เฉลี่ย $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$
X	Y	
0	50.0	-
40	87.5	0.9376
80	103.0	0.3884
120	115.0	0.2980
160	125.0	0.2512
200	133.9	0.2213

Table B

Fertilizer (lb./Acre)	Corn Output (Bushel/Acre)	MPP เฉลี่ย $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$	MPP ที่แท้จริง $\frac{dY}{dX}$
X	Y		
0	50.0	-	-
20	76.5	1.3260	0.6630
40	87.5	0.5492	0.4688
60	95.9	0.4214	0.3828
80	103.0	0.3553	0.3315
100	109.3	0.3130	0.2965
120	115.0	0.2830	0.2707
140	120.2	0.2602	0.2506
160	125.0	0.2422	0.2344
180	129.6	0.2275	0.2210
200	133.9	0.2152	0.2097

2.4 กฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง (The Laws of Diminishing Returns)

- “เมื่อเพิ่มจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรชนิดหนึ่งเข้าไปในกระบวนการผลิตในขณะที่กำหนดปัจจัยอื่น ๆ ให้คงที่ เมื่อดำเนินการไปถึงจุดหนึ่ง จะพบว่า**แต่ละหน่วยของปัจจัยผันแปรที่ใช้เพิ่มเข้าไปนั้น จะทำให้ผลผลิตส่วนเพิ่มที่ได้รับลดลง**”

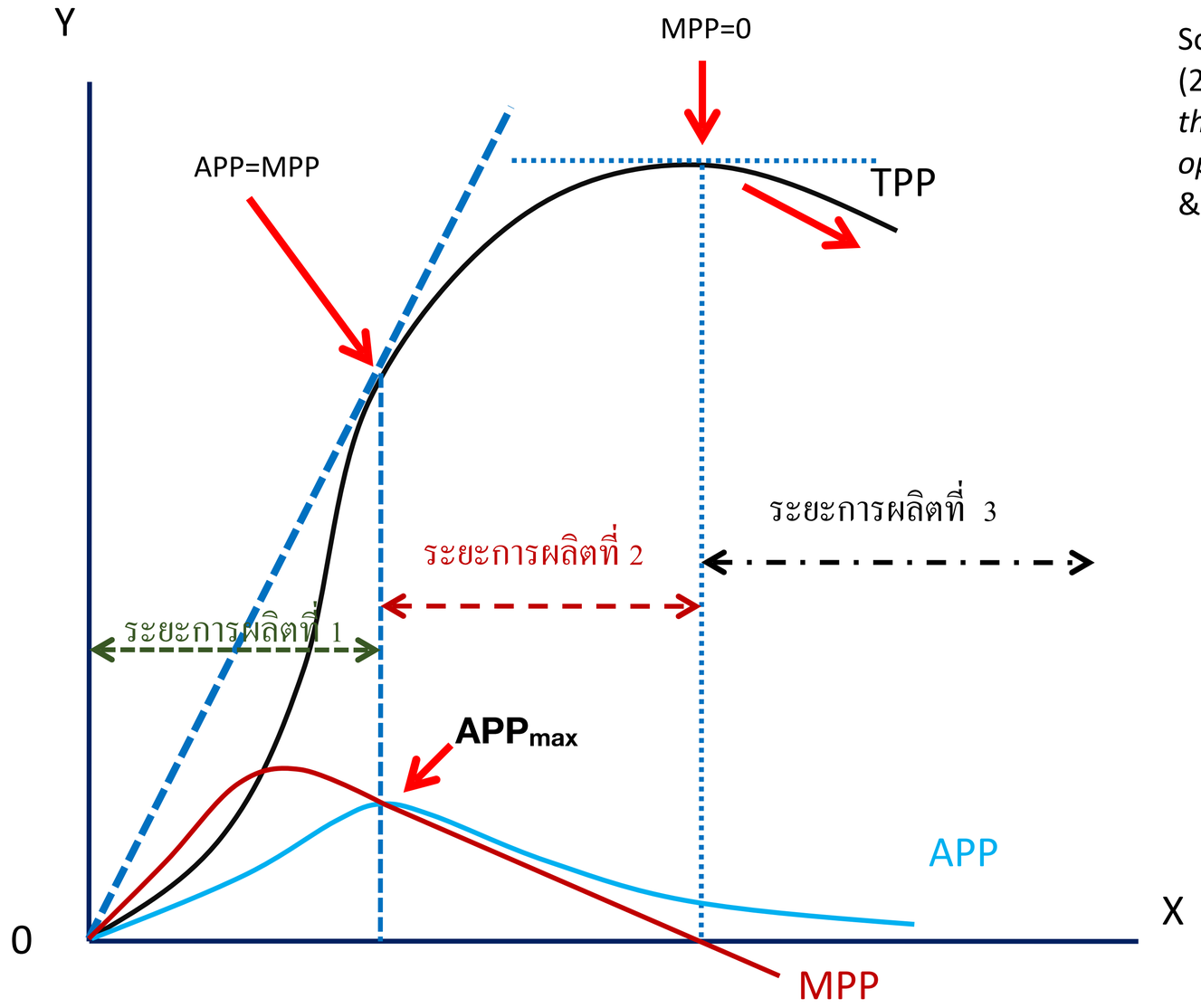
ภายใต้ข้อสมมติ

1. เทคโนโลยีคงที่
2. ปัจจัยคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง
3. ปัจจัยผันแปรแต่ละหน่วยที่เพิ่มขึ้นต้องมีคุณภาพเหมือนกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง TPP, APP, และ MPP

- **ระยะการผลิตที่ 1** ระยะผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น (Increasing Returns)
  - Input and TPP keep increasing
  - MPP > APP > 0
  - Maximum APP = MPP
- **ระยะการผลิตที่ 2** ระยะผลตอบแทนลดน้อยถอยลง (Diminishing Returns)
  - TPP keep increasing in a diminishing rate
  - APP keep decreasing
  - APP > MPP ≥ 0
- **ระยะการผลิตที่ 3** ระยะผลตอบแทนลดลง (Negative Marginal Returns)
  - TPP keep decreasing
  - MPP < 0

ความสัมพันธ์ระหว่าง TPP, APP, และ MPP



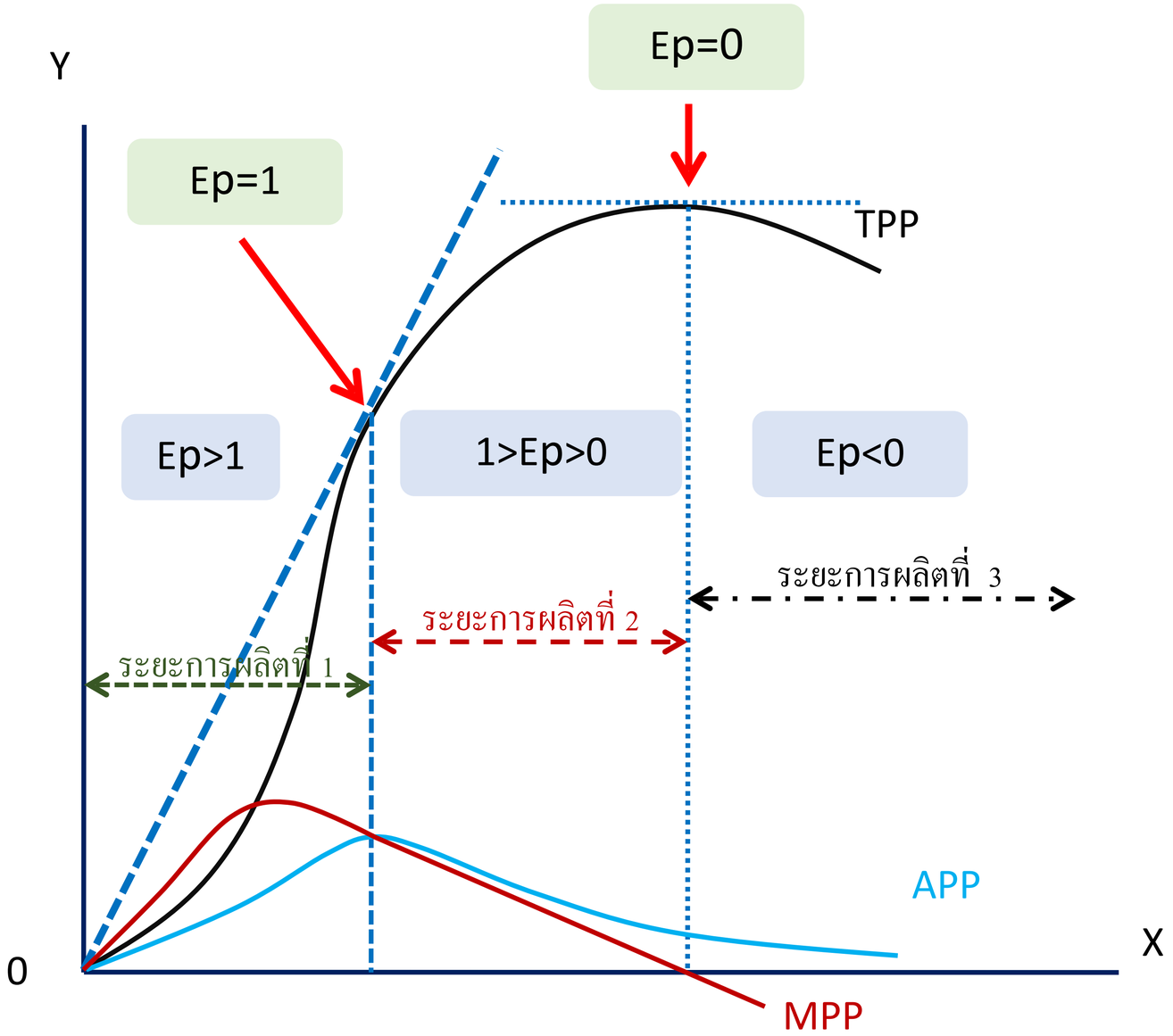
Source: Rasmussen, S. (2012). *Production economics: the basic theory of production optimisation*. Springer Science & Business Media. p.20

2.5 ความยืดหยุ่นของการผลิตเมื่อใช้ปัจจัยการผลิตเพียงชนิดเดียว (A Single-input Production Elasticity)

- ความยืดหยุ่นของการผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการผลิต

$$E_p = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \bullet \frac{X}{Y} = \frac{dY}{dX} \bullet \frac{X}{Y} = \frac{MPP}{APP}$$

2.5 ความยืดหยุ่นของการผลิตเมื่อใช้ปัจจัยการผลิตเพียงชนิดเดียว (A Single-input Production Elasticity)



- STAGE I:
  - $E_p > 1$
  - $E_p = 1$
- STAGE II:
  - $0 < E_p < 1$
  - $E_p = 0$
- STAGE III:
  - $E_p < 0$

ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด

Linear function เป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลในลักษณะผลตอบแทนคงที่ (constant returns)

- ค่า MPP จะเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ต่อทุกๆ หน่วยของปัจจัยผันแปรที่ใช้เพิ่มขึ้น
- ตัวอย่าง
  - รูปแบบสมการ Y = bX

$$APP = \frac{Y}{X} = b$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = b$$

ฟังก์ชันนี้ไม่เป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง เนื่องจากทุกๆ หน่วยของปัจจัยการผลิตที่ใส่เข้าไป จะให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น = b เสมอ

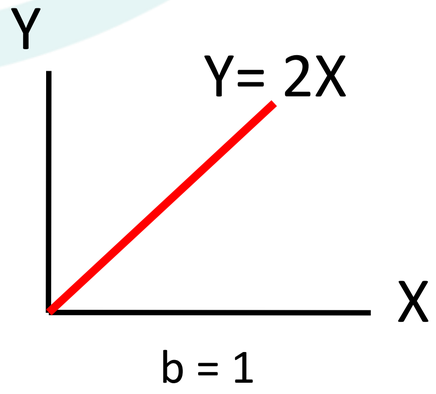
ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด

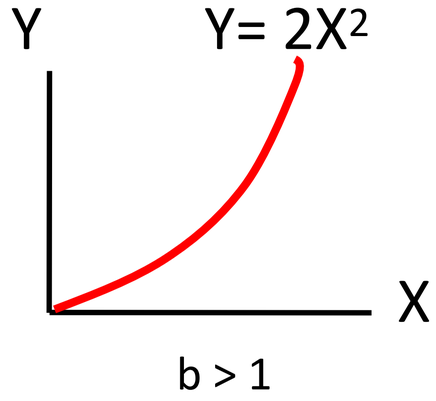
Cobb-Douglas Function

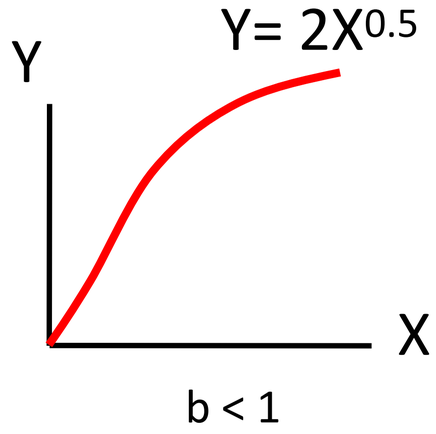
$$Y = AX^b$$

In this case, the value of a single-input production elasticity is a constant value:

$$E_p = b$$

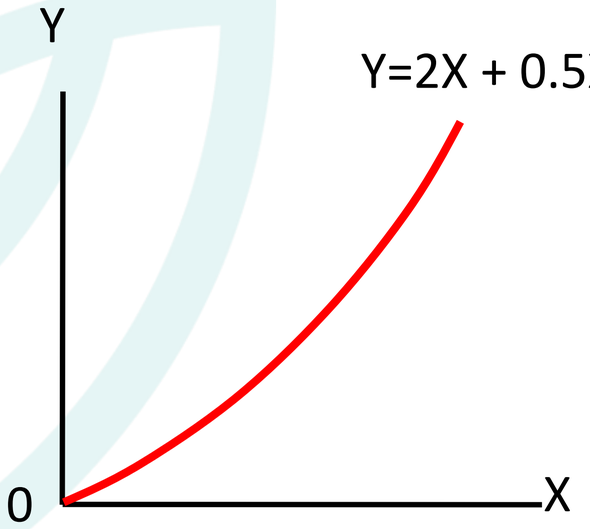






ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด

Quadratic Function

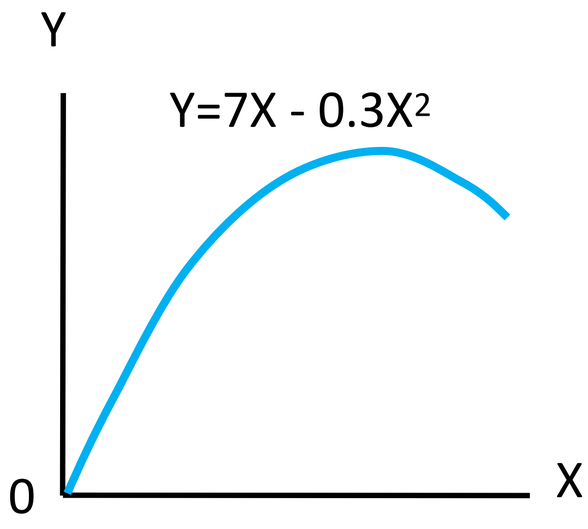


TPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น

$$Y = bX + cX^2$$

$$APP = \frac{Y}{X} = b + cX$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = b + 2cX$$



TPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง

$$Y = bX - cX^2$$

$$APP = \frac{Y}{X} = b - cX$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = b - 2cX$$

ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด

Cubic Function

$$Y = bX + cX^2 - dX^3$$

$$APP = \frac{Y}{X} = b + cX - 3dX^2$$

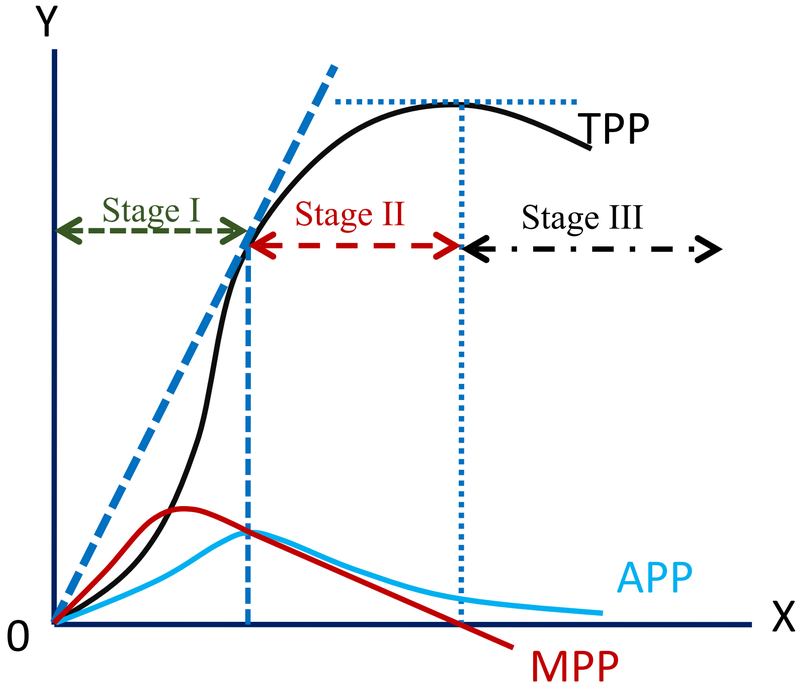
$$MPP = \frac{dY}{dX} = b + 2cX - dX^2$$

EX: ระยะการผลิตที่ 1 เริ่มตั้งแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิต จนถึงจุดที่ APP สูงสุด และ APP จะมีค่าสูงสุดเมื่อ

$$\frac{dAPP}{dX} = c - 2dX = 0$$

$$X = \frac{c}{2d}$$

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต ได้ 3 ลักษณะ คือ TPP เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ และเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง สามารถแสดงระยะการผลิตได้ทั้ง 3 ระยะตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง



2.6 การหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด

- หากพิจารณาปัจจัยการผลิตมีเพียงปัจจัยผันแปรเพียงชนิดเดียว รูปแบบของ Profit function จะเป็นดังนี้

$$\pi = P_y Y - P_x X$$

เมื่อ P_y คือ ราคาผลผลิต Y ต่อหนึ่งหน่วย และ P_x คือ ราคาปัจจัยผันแปร X ต่อหนึ่งหน่วย

2.6 การหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด

Maximize Profit

$$\frac{d\pi}{dX} = P_y f(x) - P_x X$$

$$0 = P_y \frac{dy}{dx} - P_x \quad ; \frac{dy}{dx} = MPP$$

$$P_y \bullet MPP = P_x$$

$$VMP = P_x$$

$$VMP = MFC$$

$$\frac{VMP}{MFC} = 1$$

ในขั้นตอนนี้ตามหลักคณิตศาสตร์เรียก first order condition or necessary condition

หากจะมั่นใจว่าเป็นจุดที่กำไรสูงสุดจริงจะต้องพิสูจน์โดยใช้ second order condition or sufficient condition

$$\frac{d^2\pi}{dx^2} = \frac{d^2TVP}{dx^2} - \frac{d^2TFC}{dx^2} < 0;$$

$$\frac{d^2TVP}{dx^2} < \frac{d^2TFC}{dx^2} \quad ; \quad \frac{d^2VMP}{dx} - \frac{dMFC}{dx}$$

- Value Marginal Product (VMP) = MPP · P_y
- Marginal Factor Cost (MFC) = P_x

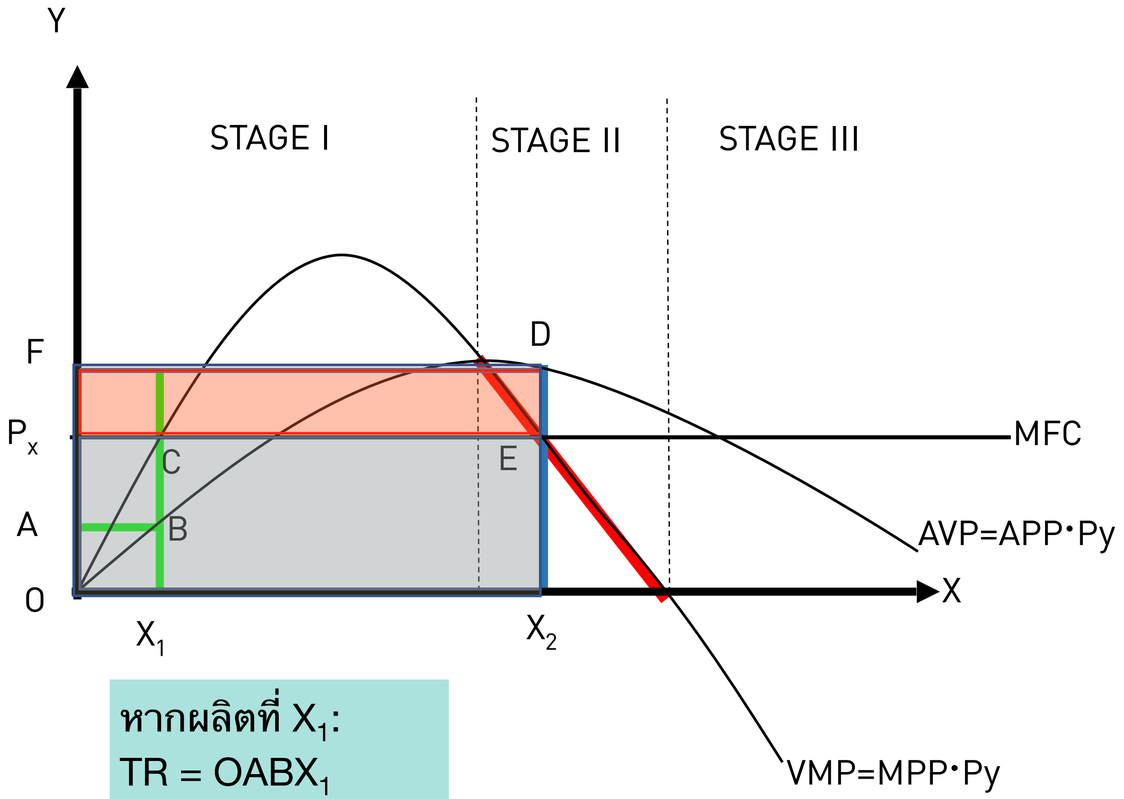
ถ้ากำหนดให้ ปริมาณการใช้ไนโตรเจนและผลผลิตเป็นดังตาราง จงหาค่า ผลผลิตส่วนเพิ่ม มูลค่าของผลผลิตส่วนเพิ่ม และกำไร โดยกำหนดให้ราคาผลผลิตหน่วยละ $10 และปุ๋ยมีราคาหน่วยละ $60

Nitrogen (lb./ acre)	Corn output (Bushel/acre)	MPP	Py	VMP	MFC	Profit
X	Y					
0	30					
5	50					
10	130					
15	270					
20	390					
25	500					
30	600					
35	690					
40	770					
45	820					
50	850					
55	870					
60	840					

2.6 การหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด

Fertilizer (Kg)	Incremental Input	Rose Quantity	Incremental Output	MPP	Py	VMP	MFC	Profit
X	ΔX	TPP or Y	ΔY	ΔY/ΔX		(Py x MPP)	(Px)	
0	-	30	-	-	10	-	60	300
5	5	50	20	4	10	40	60	200
10	5	130	80	16	10	160	60	700
15	5	270	140	28	10	280	60	1800
20	5	390	120	24	10	240	60	2700
25	5	500	110	22	10	220	60	3500
30	5	600	100	20	10	200	60	4200
35	5	690	90	18	10	180	60	4800
40	5	770	80	16	10	160	60	5300
45	5	820	50	10	10	100	60	5500
50	5	850	30	6	10	60	60	5500
55	5	870	20	4	10	40	60	5400
60	5	840	-30	-6	10	-60	60	4800

2.7 อุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิตของหน่วยธุรกิจ (Firm's Demand for Inputs)



หากผลิตที่ X_1:
TR = $OABX_1$

TC =OP_xCX_1

Deficit = AP_xCB

ตาม Profit maximization เส้นอุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิต คือ เส้น VMP ในระยะการผลิตที่สอง

$$VMP = P_x$$

$$MPP = \frac{P_x}{P_y}$$

$$x = f(P_x, P_y, \alpha)$$

หากผลิตที่ X_2:
TR = $OFDX_2$

TC =OP_xEX_2

Profit = P_xFDE

แบบฝึกหัด

จากสมการการผลิตข้าวโพด

$$Y = 7X - 0.03X^2$$

Y = ผลผลิตข้าวโพด (กก./ไร่)

X = จำนวนปุ๋ยสูตร 16-16-8 (กก./ไร่)

กำหนดให้ราคาข้าวโพด (Py) = 6.7 บาท/กก. และราคาปุ๋ย (Px) = 15 บาท/กก. จงคำนวณหาระดับการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม

แบบฝึกหัด

1) สมมติให้การผลิตผักกาดหางหงษ์ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เป็นปัจจัยผันแปร โดยฟังก์ชันการผลิตผักกาดหางหงษ์คือ

$$Y = 3X + 0.02X^2 - 0.01X^3$$

ให้ Y = ผลผลิตผักกาดหางหงษ์ (กก.)

X = จำนวนปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่ใช้ (กก.)

และกำหนดให้ P_x=20 และ P_y=12 บาท/กก. ตามลำดับ

- จงหาผลิตผลเพิ่ม (MPP) และผลิตผลเฉลี่ย (APP) ณ การใช้ปุ๋ย 10 กก.
- จงหาความยืดหยุ่นในการผลิต ณ การใช้ปุ๋ย 10 กก.
- การใช้ปุ๋ย 10 กก. เป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางกายภาพหรือไม่ เพราะเหตุใด
- จงหาระดับการใช้ปุ๋ย ที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด
- จงหาสมการอุปสงค์ของปัจจัยการผลิต (Input Demand Function)

แบบฝึกหัด

2) กำหนดให้ฟังก์ชั่นการผลิตแสดงได้ดังนี้ $Y = 4X + 5X^2 - 2X^3$

โดย Y คือปริมาณผลผลิตทั้งหมด

X คือปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ทั้งหมด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จากฟังก์ชั่นการผลิตที่กำหนดให้ จงวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทั้งหมด (TPP) ผลผลิตเฉลี่ย (APP) และผลผลิตเพิ่ม (MPP) โดยใช้ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อบอกตำแหน่งระยะการผลิตที่ 1, 2 และ 3
- ค่าความยืดหยุ่นของการผลิต (E_p) มีค่าเท่าใดเมื่อ APP มีค่าสูงสุด
- ทำไมเกษตรกรจึงไม่ควรทำการผลิตในระยะการผลิตที่ 1

3) ทำไมการตัดสินใจใช้ปัจจัยการผลิตที่มีมูลค่าของผลผลิตเพิ่ม (VMP_x) เท่ากับราคาปัจจัยการผลิต (P_x) ผู้ผลิตจะไม่ขาดทุนหากเป็นระยะการผลิตที่ 2 จงอธิบายพร้อมวาดรูปประกอบคำอธิบาย