

Ecology (01424381)

Topic: Population

Lectured by Dr. Bongkot Wichachucherd
Room SC2-303, bongkot.w@ku.ac.th

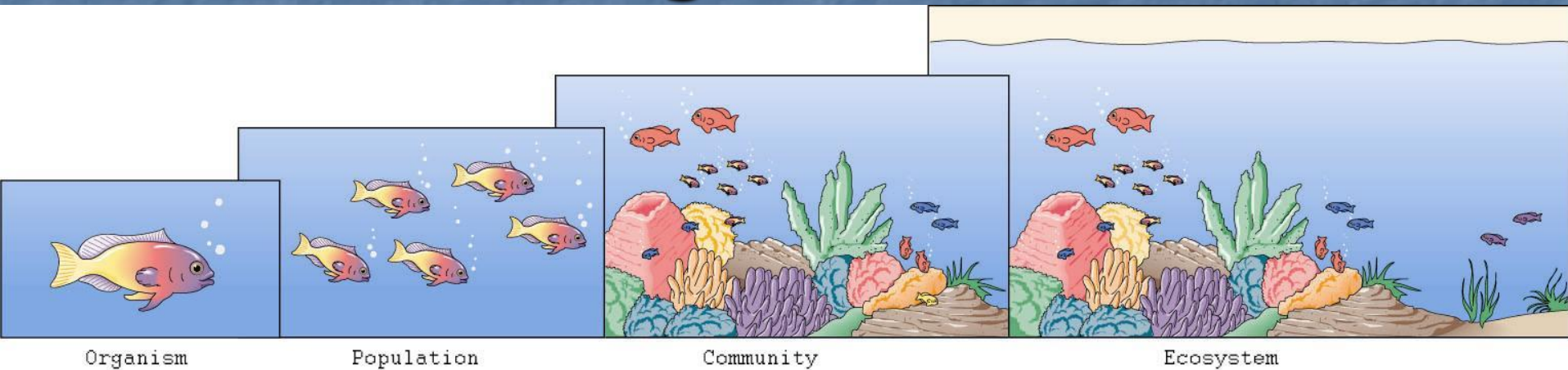
Chapter Outline

- Scope of Ecology
- Population: Distribution
- Regulation of Population Size
- Population Density
- Population Growth Models
- Age Distributions
- Survivorship Curves
- Life History Patterns

Scope of Ecology

- Ecology – what is it?
- Definitions:
 - Habitat - Place where an organism lives.
 - Population - All the organisms within an area belonging to the same species.
 - Community - All various populations interacting at same locale.
 - Ecosystem – A collection of communities

Ecological Levels





Characteristics of Populations

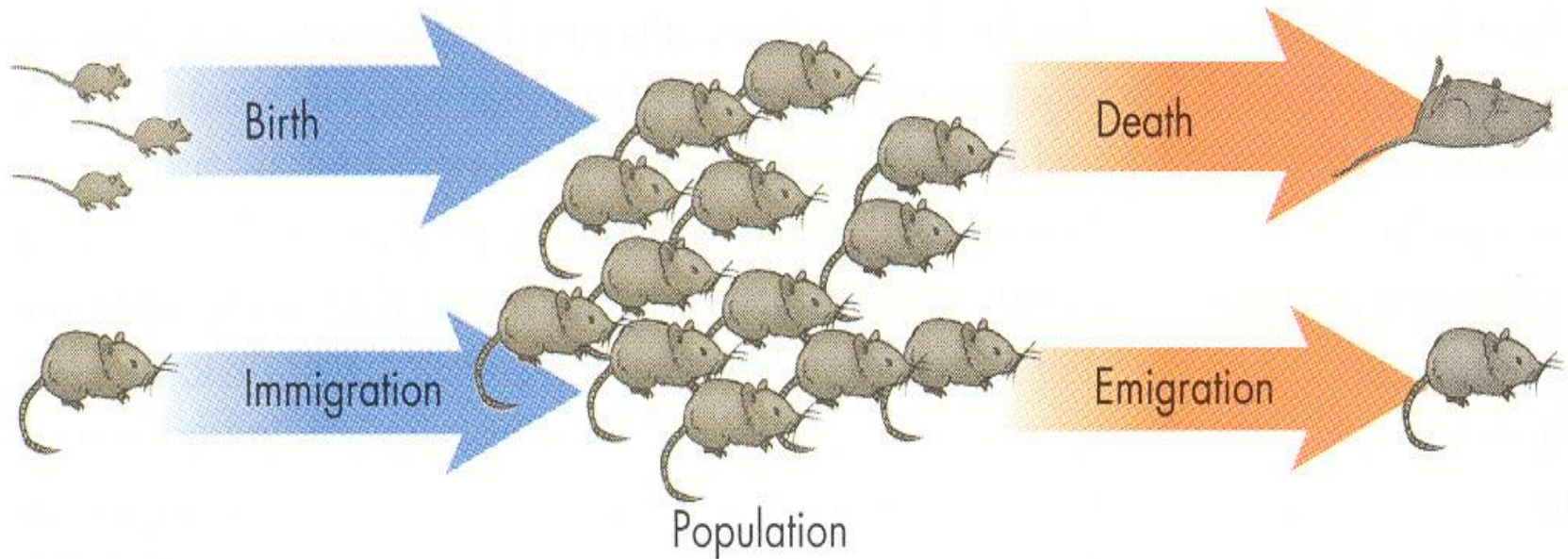
ลักษณะสมบัติของประชากร เป็นอย่างไร มีลักษณะอย่างไร ?

นอกจาก สิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต คือ การเจริญเติบโต การตอบสนอง และการดำรงอยู่อย่างต่อเนื่อง (มีการสืบพันธุ์) แล้วนั้น ในระดับของการอยู่ร่วมกันของประชากร ยังจะต้องมีการศึกษาในเรื่องอื่นๆอีก ได้แก่

Population structure: Demography

- 4 parameters

ประชากรสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีขนาดคงที่ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงสั้น ๆ เพราะโดยปกติแล้วขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรเกิดขึ้น ดังนี้



Population Size

การเปลี่ยนแปลงประชากร

$$\text{อัตราการเกิด(ตาย)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่เกิด(ตาย)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

$$\text{อัตราการอพยพเข้า(ออก)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่อพยพเข้า (ออก)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

$$\text{อัตราการเพิ่ม(ลด)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่เพิ่ม(ลด)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

Ex. จากการสำรวจประชากรเพลี้ยในนาข้าว 2 เดือน ช่วงก่อน และระหว่างการปลูกข้าว พบว่าช่วงก่อนปลูกข้าว พบเพลี้ย 570 ตัว/ตร.ม. เมื่อผ่านไป 2 เดือนสำรวจอีกครั้ง พบเพลี้ย 994 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการเพิ่มประชากรเพลี้ยเป็นอย่างไร

Population Growth Models

Parameters

$$N_{t+1} = N_t + B + I - D - E$$

If the population is not resource-limited.

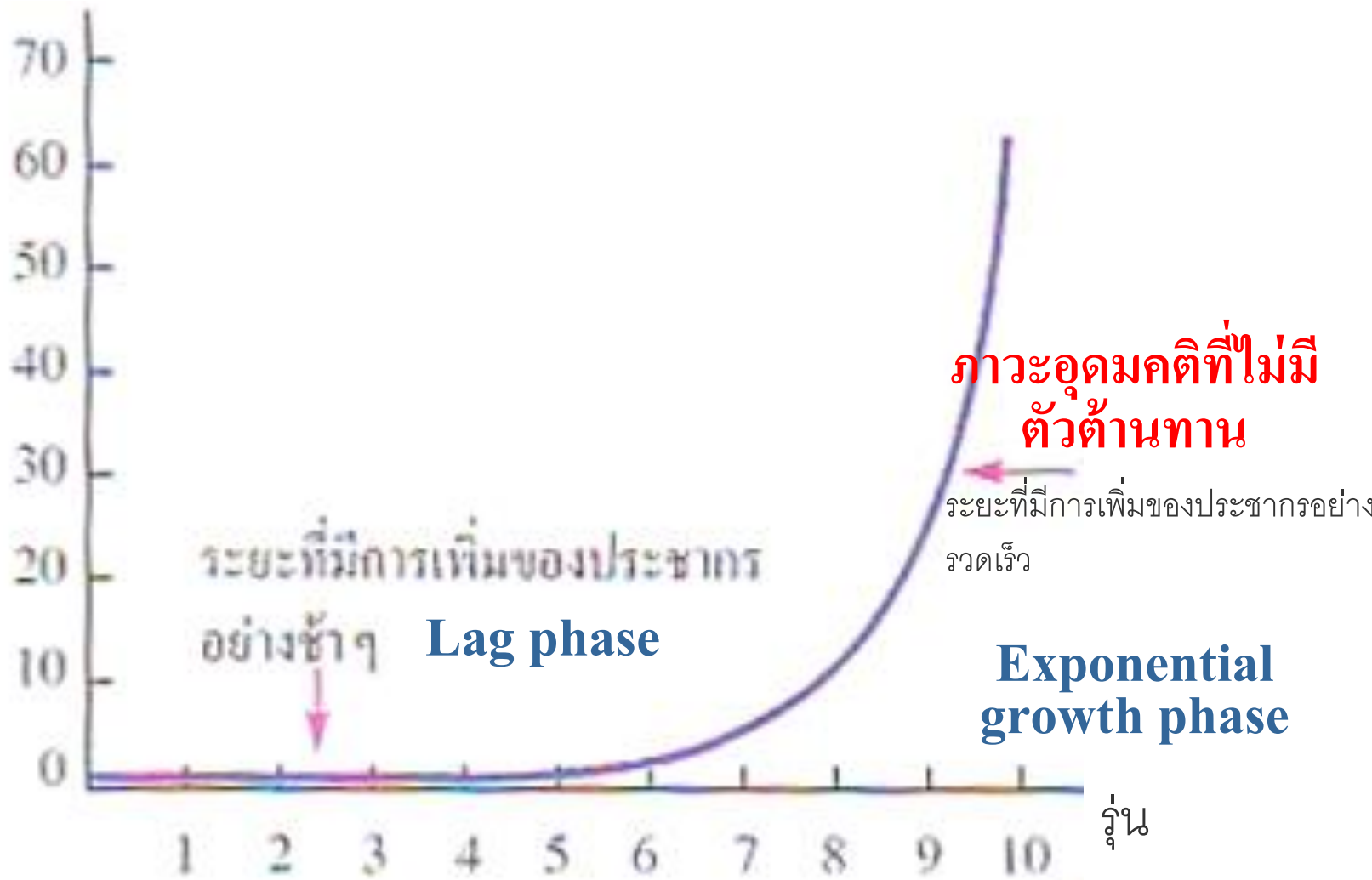
Environmental pressure

- Abiotic factors
- Biotic factors

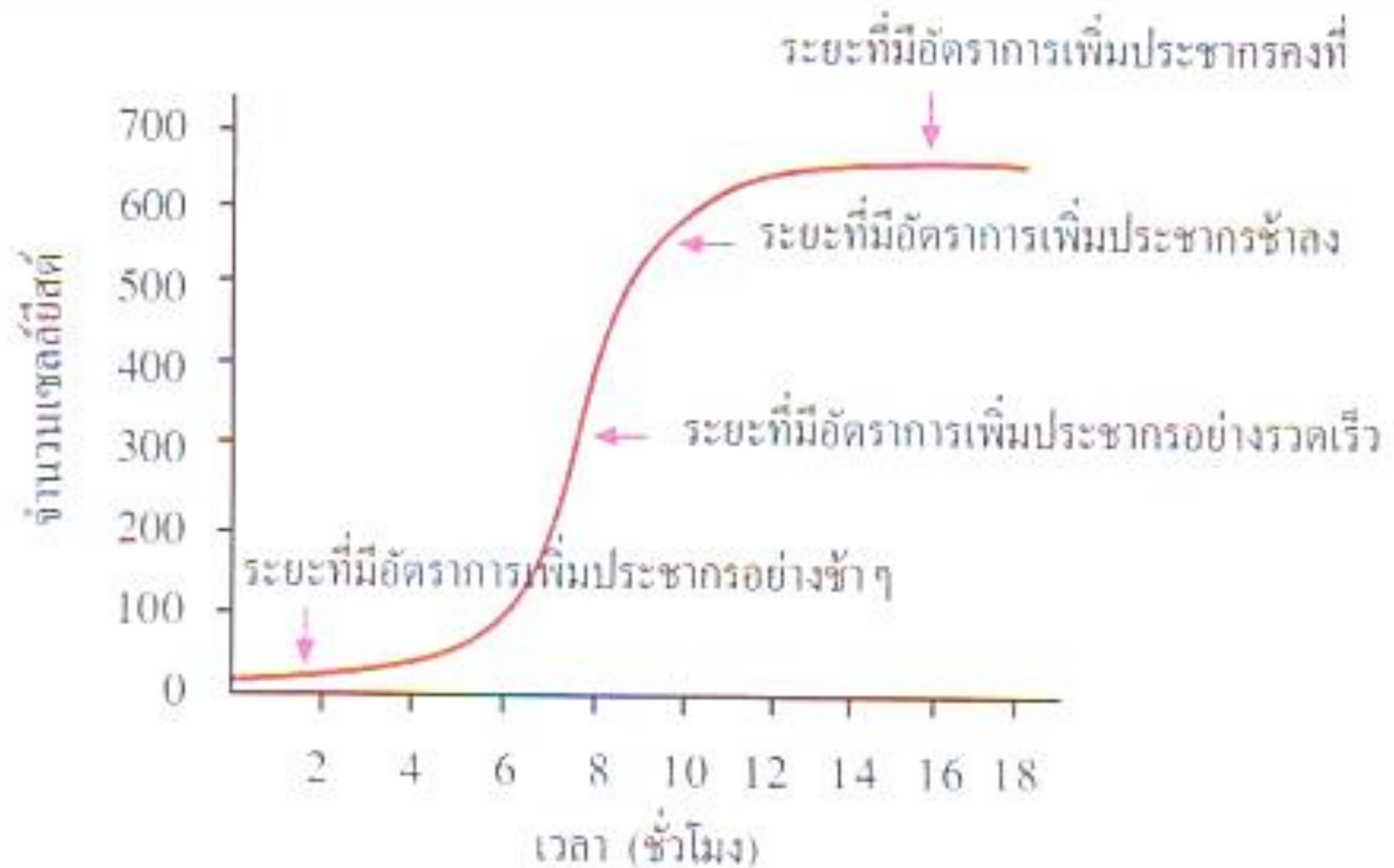
Population Growth Models

1. แบบ Exponential/continuous growth หรือแบบทวีคูณนั้นพบได้ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิตในแต่ละรุ่น เช่น พวกละอองต่าง ๆ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้วก็ตาย --J shape
2. แบบ Logistic growth เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเพิ่มจำนวนของเซลล์ยีสต์ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ—S shape

จำนวนประชากร(พันตัว)



กราฟแสดงการเพิ่มของประชากรแบบ Exponential growth



กราฟแสดงการเพิ่มประชากรแบบ Logistic growth

J shape: Density-independent population growth

Rate of change of
population size at time t = intrinsic rate of increase X
population size

$$dN/dt = rN$$

S shape: Density-dependent population growth

Rate of change of
population size at time t = intrinsic rate of increase X
population size X density-
dependent factor

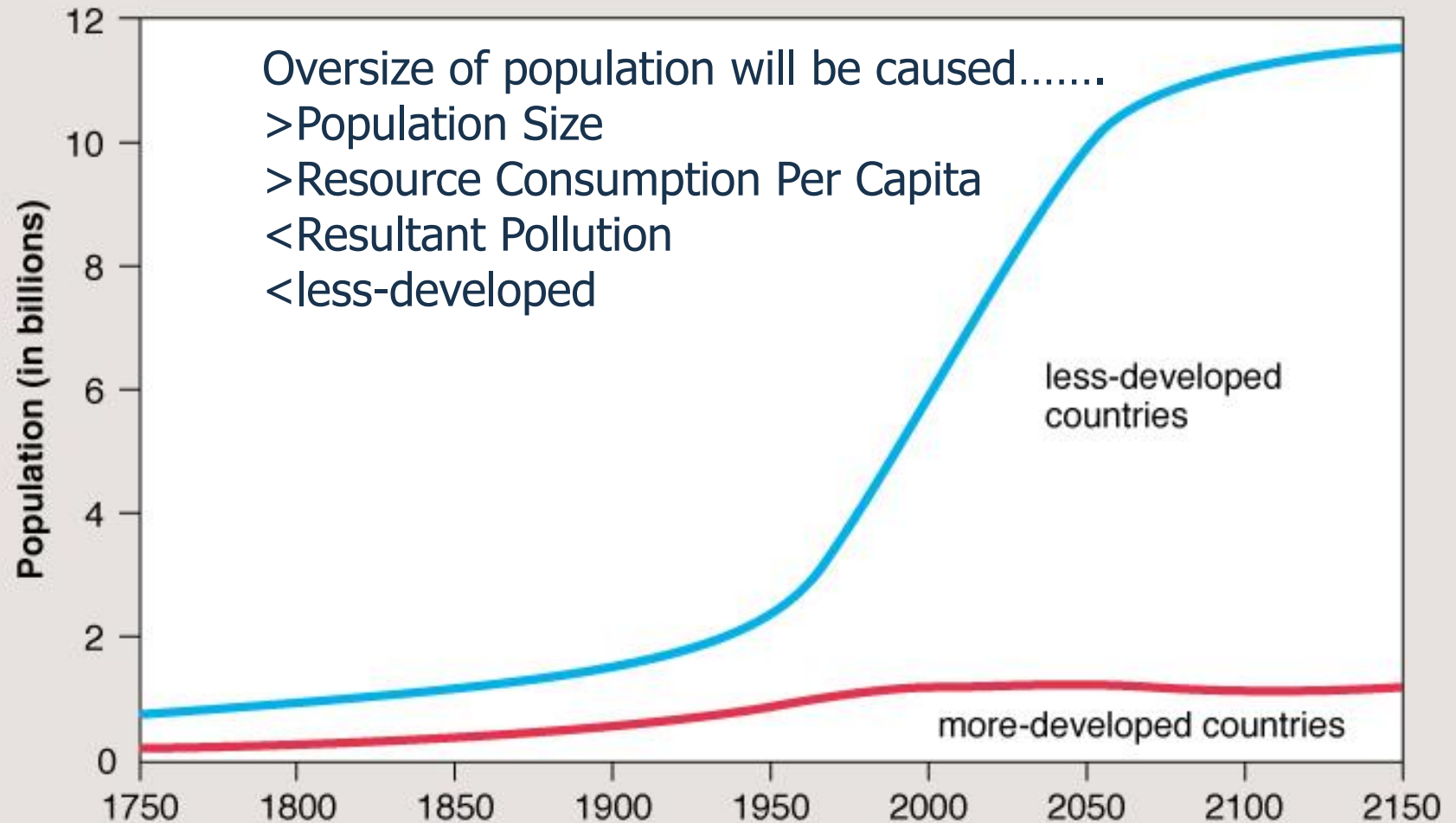
$$dN/dt = rN (1 - N/K)$$

ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อม (Environmental pressure)

หมายถึง ปัจจัยจำกัดทางสิ่งแวดล้อมทั้งหลาย เช่น
อาหาร ของเสียจากเมแทบอลิซึม การแก่งแย่งแข่งขัน
ของสมาชิก การเป็นผู้ล่าและเหยื่อ โรคระบาด สาร
มลพิษ ภัยพิบัติธรรมชาติ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีผลทำ
ให้การเพิ่มจำนวนของประชากรลดลง

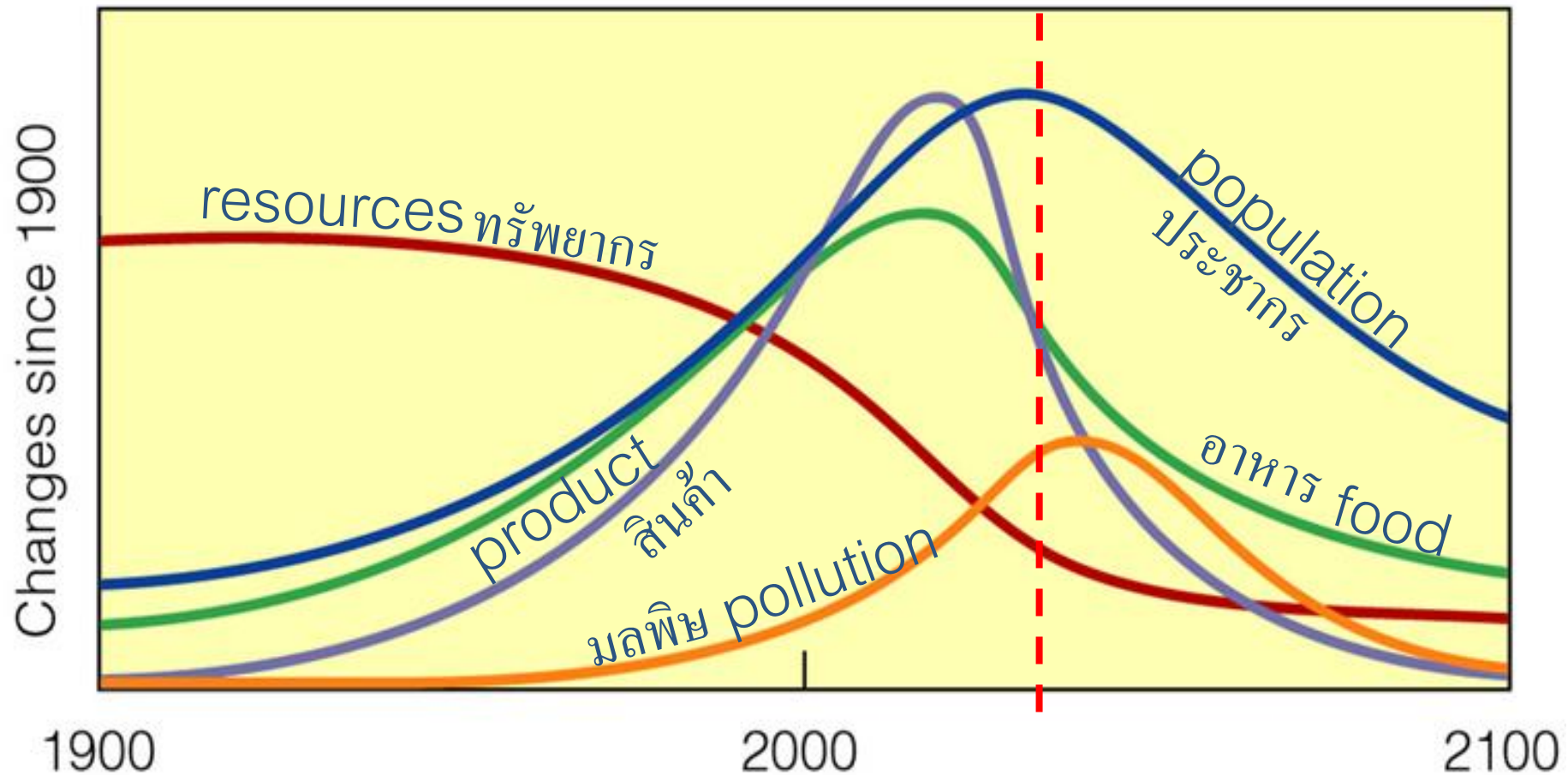


World Population Growth



Source: Population Reference Bureau.

การทำนายจำนวนประชากรในอนาคต



หลังจากปี 2030 ปริมาณทรัพยากรที่ลดลง ทำให้ปริมาณสินค้าลดลง สภาพแวดล้อมที่มีมลพิษ จะทำให้ผลิตอาหารได้น้อยลง จะเป็นปัจจัยที่ทำให้ **จำนวนประชากรลดลง**

ความสามารถในการรองรับสูงสุดของธรรมชาติ (Carrying capacity)

หมายถึง ความหนาแน่นของประชากรที่สมดุลกับปริมาณอาหารหรือทรัพยากรในแหล่งที่อยู่นั้นสามารถตอบสนองได้ มี 2 แบบ คือ

1. Maximum carrying capacity คือ ความหนาแน่นสูงสุดเท่าที่ปริมาณทรัพยากรในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นจะสามารถตอบสนองได้ (อยู่แบบพอเพียง กินน้อยที่สุดเท่าที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้)
2. Optimum carrying capacity คือ ความหนาแน่นที่เหมาะสมซึ่งทรัพยากรที่มีคุณภาพในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นจะสามารถตอบสนองได้อย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นความหนาแน่นของประชากรที่ต่ำกว่าแบบที่ 1 โดยสมาชิกแต่ละตัวจะได้รับทรัพยากรที่มีคุณภาพดี (อยู่แบบสบาย กินได้อิ่ม ไม่ต้องกระเบียดกระเสียร)



Max. carrying capacity กินคนละ 1 จาน/มื้อ ก็อยู่ได้ อาจมีบางคนไม่อิ่ม



Opt. carrying capacity กินได้คนละมากกว่า 1 จาน/มื้อ ทุกคนได้กินจนอิ่ม จำนวนคนน้อยกว่าอาหาร



หากเราแบ่งขนาดการเพิ่มของประชากร อย่างกว้างๆ โดยยึดความหนาแน่น จะแบ่งได้ออกเป็น **2** กลุ่ม คือ

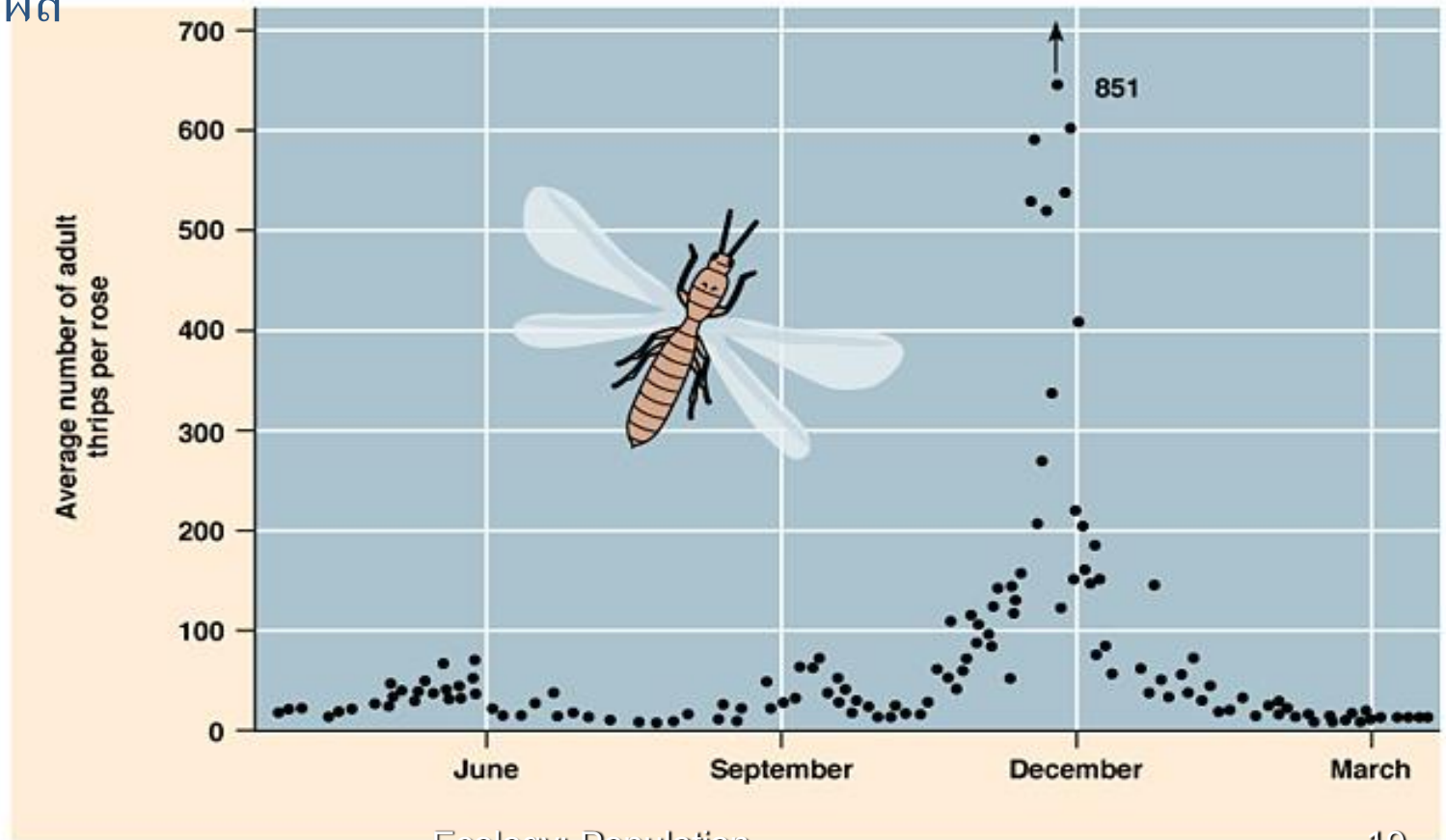
- Density - Independent Factors
- Density - dependent Factors

Population Size

Regulation of Population Size

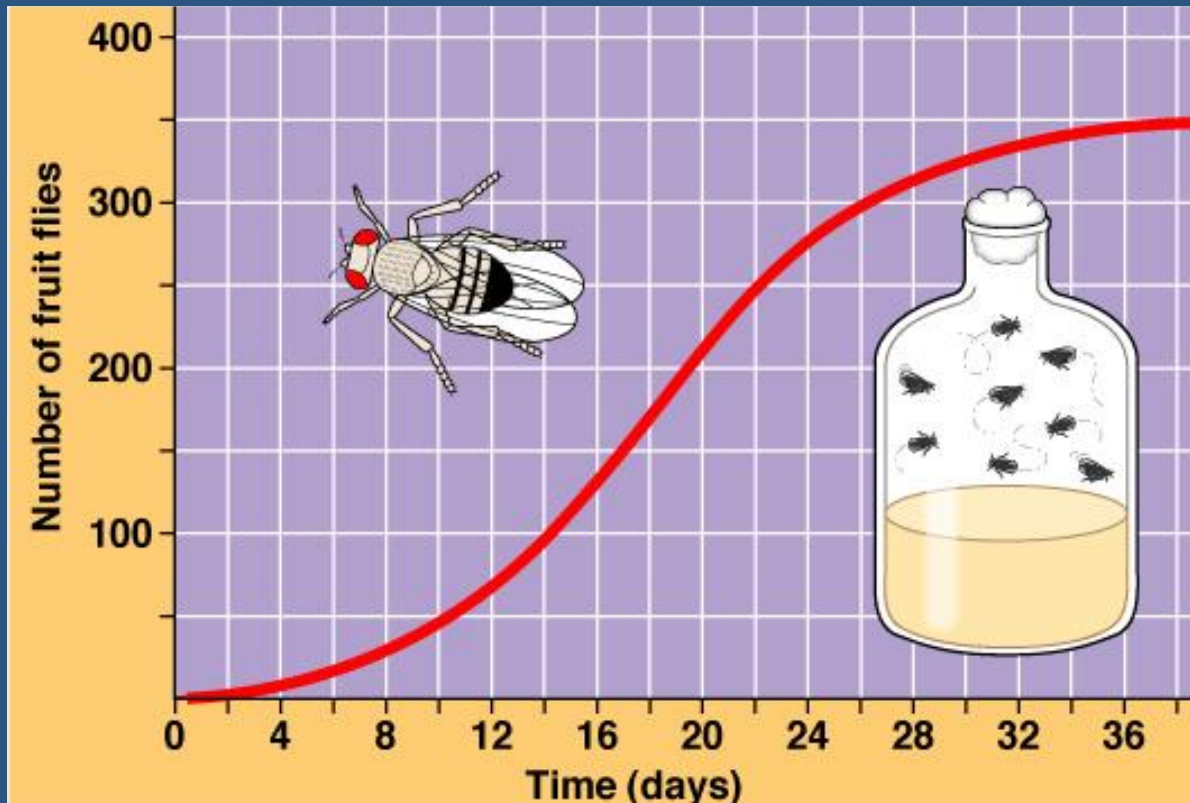
■ Density - Independent Factors

ถ้าความหนาแน่นไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่ม หรือลดขนาดประชากร แล้วอะไรน่าจะเป็นตัวควบคุม หรือส่งผล



Regulation of Population Size

■ Density - Dependent Factors



Population Size

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนประชากร

ปัจจัยภายใน (Intrinsic factors)

- สภาพทางสรีรวิทยา
- พฤติกรรม (โดยเฉพาะพฤติกรรมทางสังคม)
- กรรมพันธุ์

ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors)

- ปัจจัยทางกายภาพและเคมี
- การล่า
- ตัวเบียน
- เชื้อโรค
- อาหาร (ปริมาณและคุณภาพ)
- ที่อยู่อาศัย ฯลฯ

Population Size

Population density measurement

ความหนาแน่นประชากร (Population density)

จำนวนประชากร (ขนาดประชากร) ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

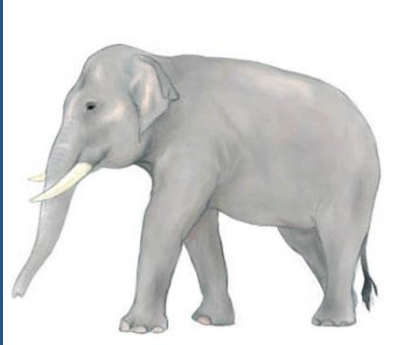
$$\text{ความหนาแน่นประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากร}}{\text{พื้นที่หรือปริมาตร}}$$

Ex. จากการนับตัวกะปิใน Quadrat ขนาด 1 x 1 ตร.ม. 5 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 2, 2, 7, 3, 5
จงหาความหนาแน่นของประชากรตัวกะปิ ในพื้นที่นี้ (ตัว/ตร.ม.)

Ex. จากการนับ Rotifer ในน้ำจากบ่อน้ำข้าง ศวท. โดยหยดตัวอย่างน้ำ 3 หยดลงบนสไลด์ แล้วนับจำนวน 5 ครั้ง ได้จำนวน Rotifer ในแต่ละครั้งดังนี้ 12, 20, 17, 32, 19 จงหาความหนาแน่นของประชากร Rotifer ในตัวอย่างน้ำนี้ (ปริมาตรน้ำ 20 หยด เท่ากับ 1 มล.)

Population structure: หากแบ่งตาม offspring biology

1. Unitary population: one zygote → single individual



2. Modular population: zygote → module



Population structure:

หากแบ่งตาม Life history patterns

- r - Strategists (Opportunistic)
 - Early successional stage
 - Small size, short life
- k - Strategists (Equilibrium)
 - Late successional stage
 - Big size, long life

Type of reproduction in population

ประชากรของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้มีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่ม
ประชากรอยู่ 2 แบบ คือ

1. การสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิต (Single reproduction)
เช่น แมลงต่าง ๆ เช่น แมลงชีปะขาว ผีเสื้อและตัวไหม หรือพืชล้มลุก เช่น
คะน้า กวางตุ้ง ข้าว และถั่วเขียว ซึ่งเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ก็จะออกลูกแล้วตาย
ไป
2. การสืบพันธุ์ได้หลายครั้งในช่วงชีวิต (Multiple reproduction)
เช่น สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น สุนัข แมว มนุษย์ ไม้พุ่ม เช่น ชบา แก้ว เข็ม และ
ไม้ยืนต้น เช่น มะม่วง ขนุน ล้ม ลำไย

Age and stage structure

Describe the number of individuals in each age class as a ratio of one class to another.

Age class : แบ่งตาม เวลา → year/month
: แบ่งตาม life history stage

insects → eggs, larvae, pupae and instars



Theoretical pyramid

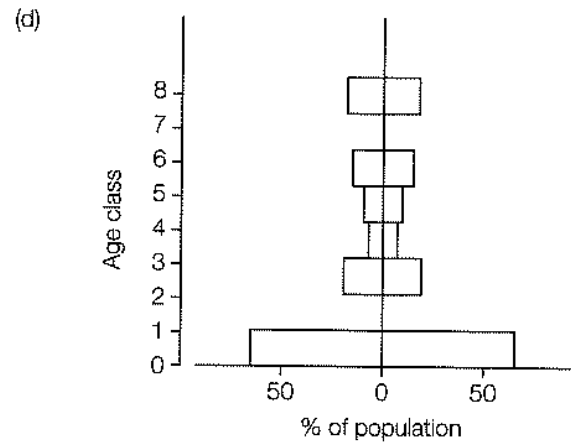
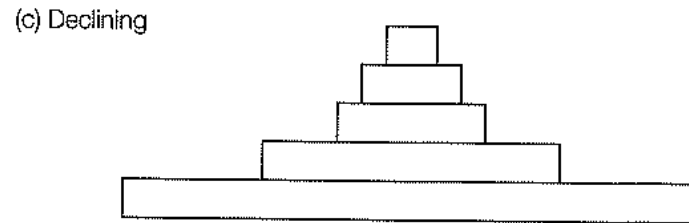
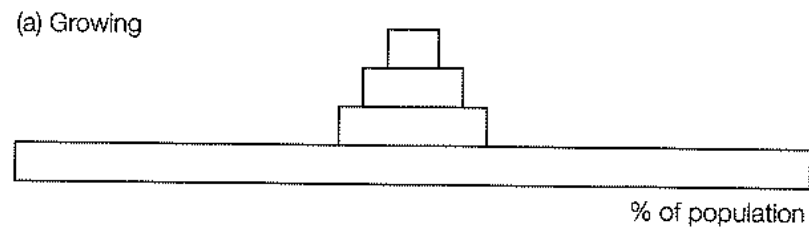
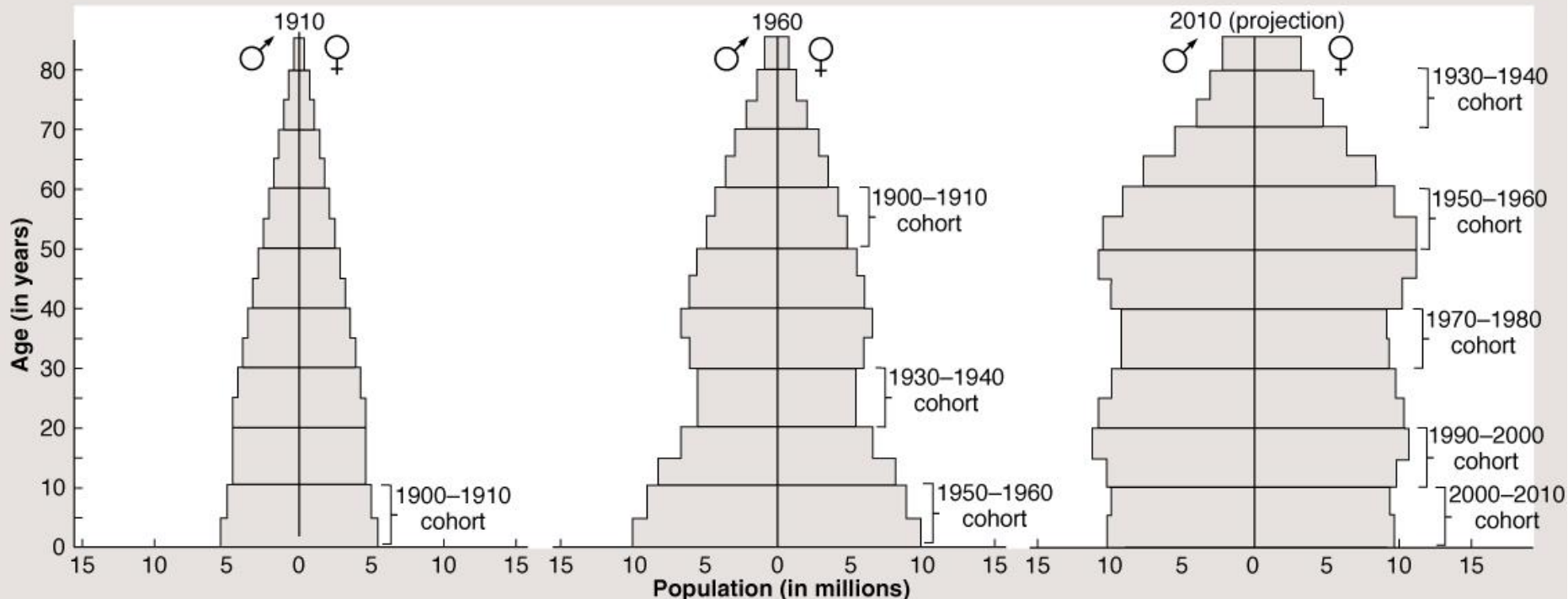


Fig. 2. (a), (b), and (c) Theoretical age pyramids, especially applicable to mammals and birds (see text). (d) A real age pyramid for the cactus ground finch (*Geospiza scandens*) on Isla Daphne major, in the Galapagos (1984).

Age distributions

- What proportion of population is in each cohort?
- Age Structure Diagrams

U.S. Age Distributions

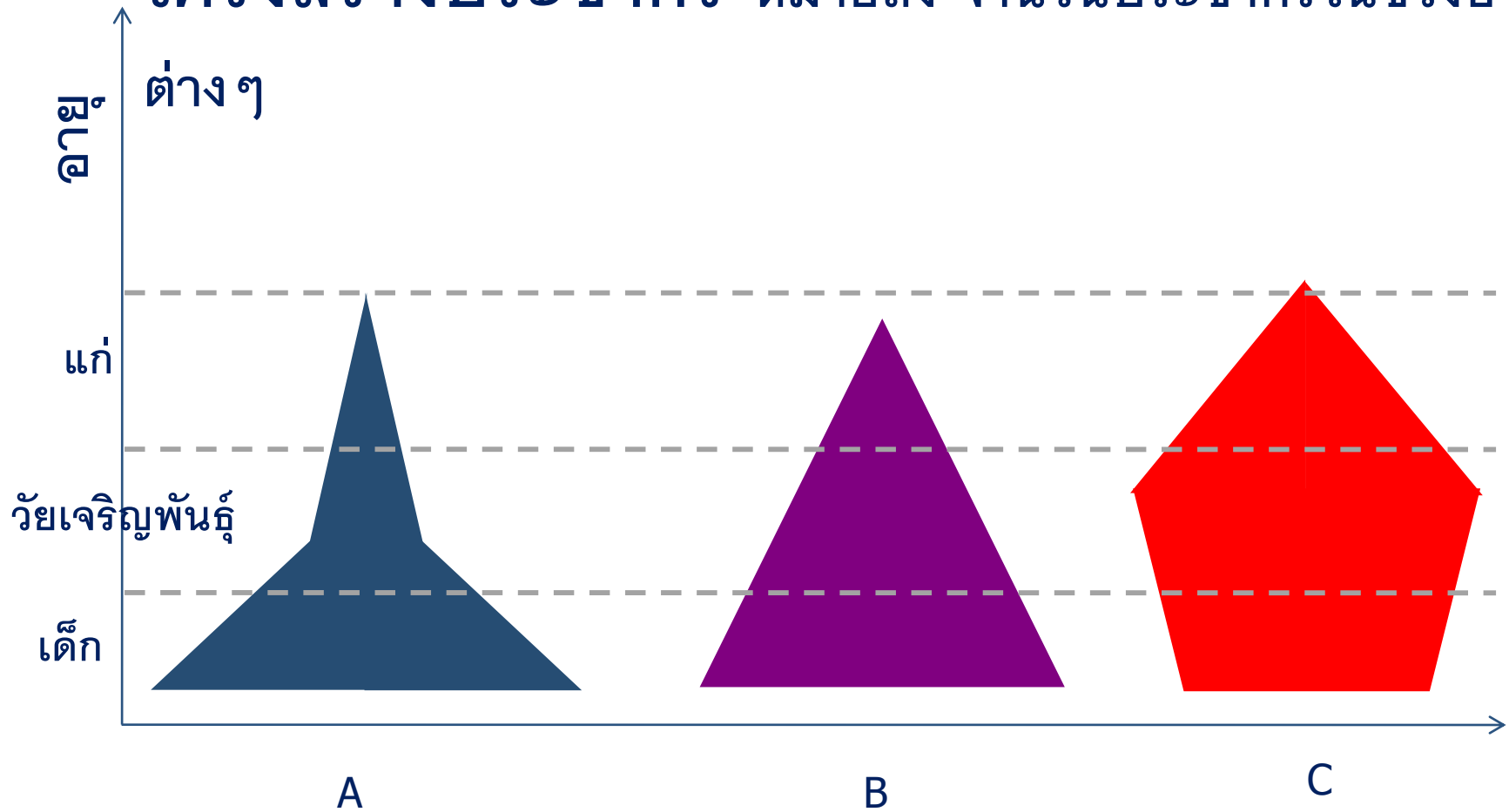


Age distributions

Age Structure Diagrams divide populations into three age groups.

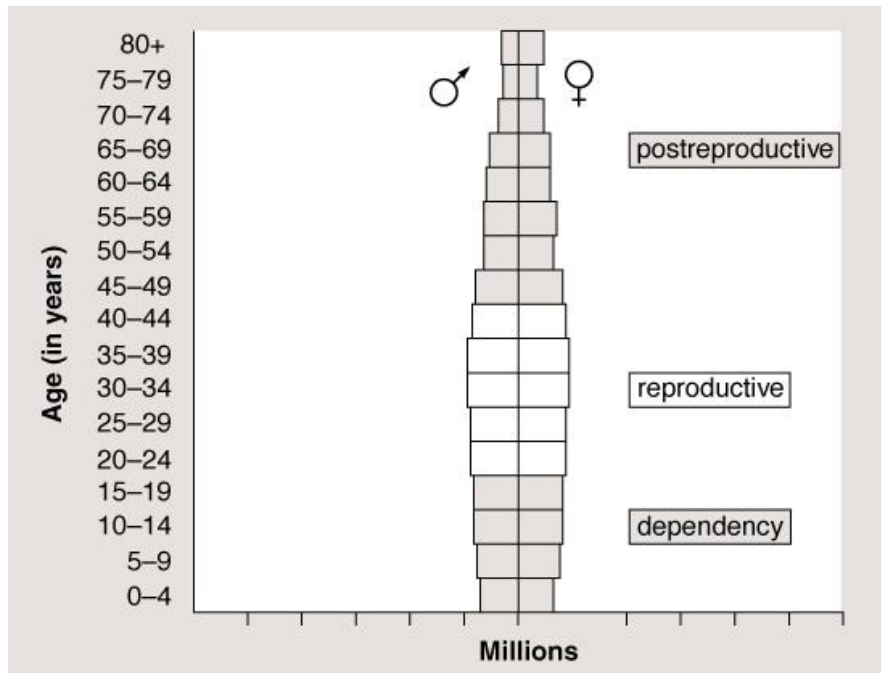
- Pre-Reproductive
- Reproductive
- Post-Reproductive

โครงสร้างประชากร หมายถึง จำนวนประชากรในช่วงอายุ



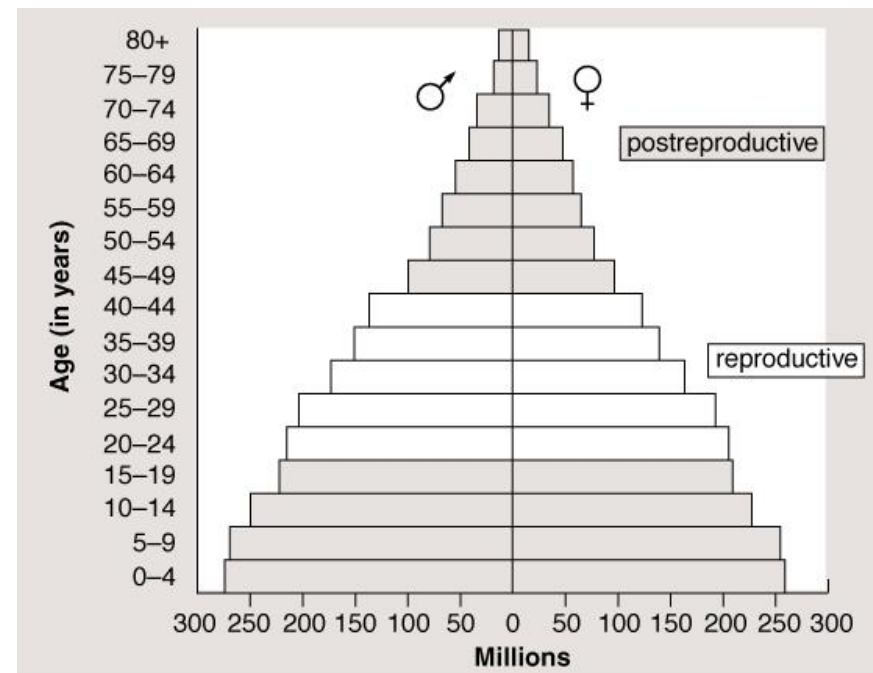
Age distributions

More-Developed Countries



a. More-developed countries (MDCs)

Less-Developed Countries



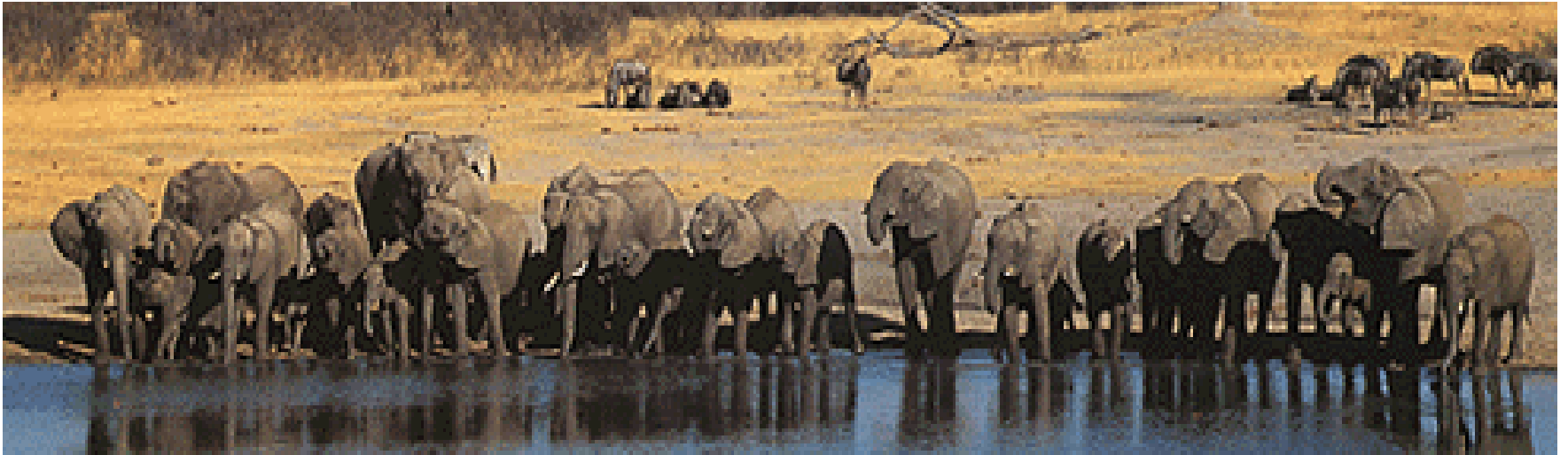
b. Less-developed countries (LDCs)

Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

ทำไมสิ่งมีชีวิตบางชนิดจึงออกลูกหรือวางไข่คราวละมาก ๆ และบางชนิดก็ออกลูกหรือวางไข่คราวละ 1 หรือ 2 ตัว

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีแบบแผนการรอดชีวิตของประชากรขึ้นอยู่กับช่วงอายุขัย (Life span) ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เช่น แมลงมีอายุสั้น แต่ในสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น ช้างและคนมีช่วงอายุขัยยาวนานเฉลี่ย 70-120 ปี



Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

ตลอดช่วงอายุขัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด จะมีอัตราการอยู่รอดในช่วงอายุขัยต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน การรอดชีวิตของประชากรในช่วงวัยต่าง ๆ กัน ทำให้ความหนาแน่นของประชากรที่อยู่ในวัยต่าง ๆ แตกต่างกันด้วย มีรูปแบบกราฟการรอดชีวิตของประชากรอยู่ 3 แบบ ดังต่อไปนี้



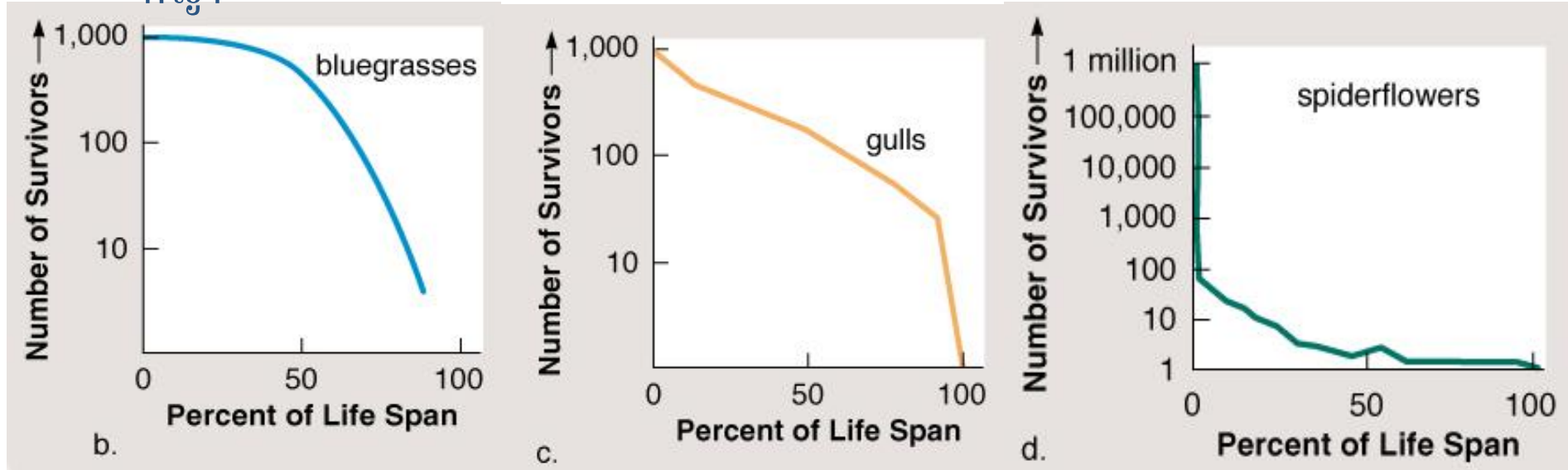
Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

หญ้า

นกนางนวล

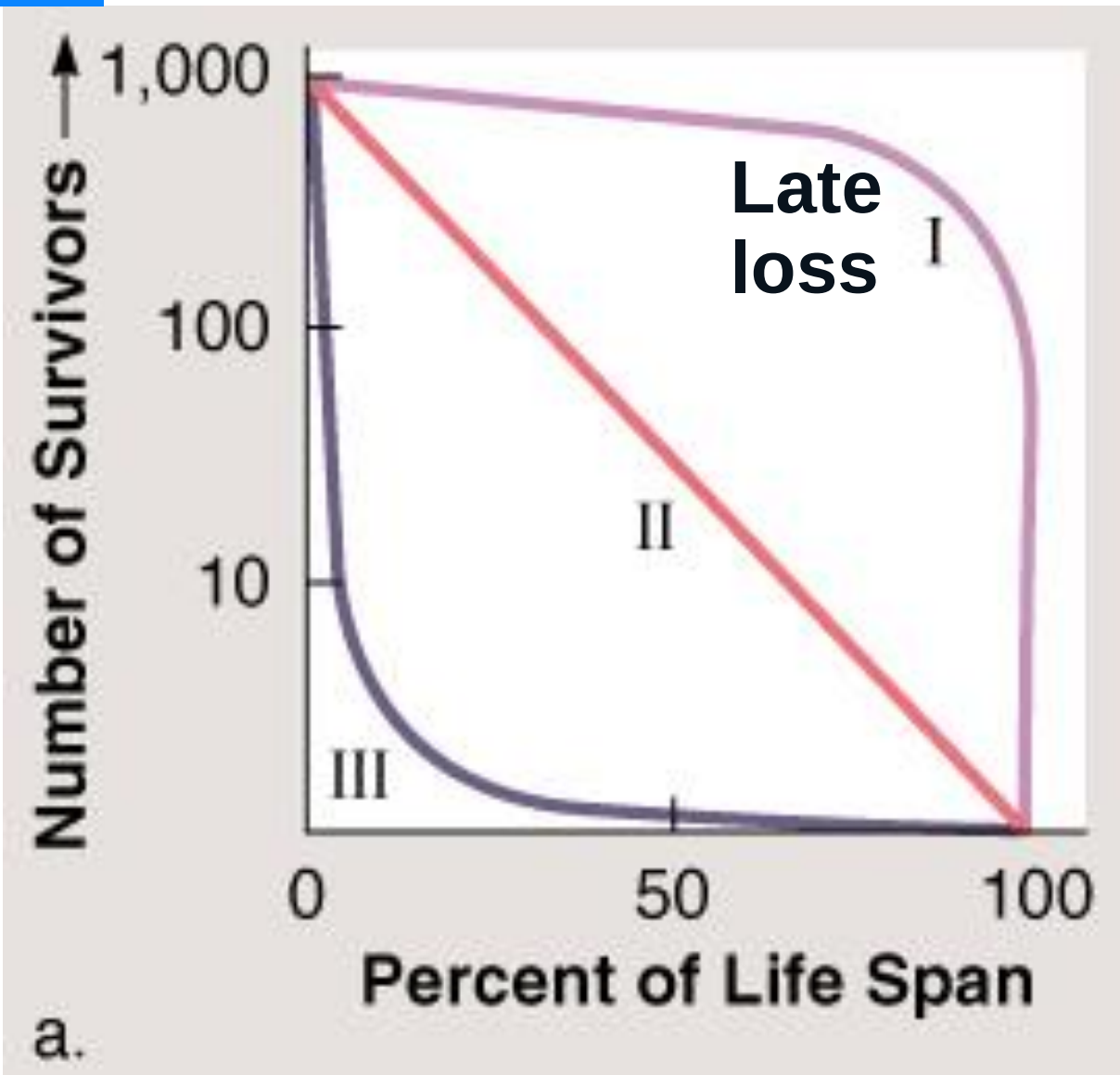
ดอกไม้



- Cohort (รุ่น)--- all the members of a population born at the same time.
- Survivorship---the probability of newborn individuals of a cohort surviving to particular ages.
- Illustrated by Survivorship Curves

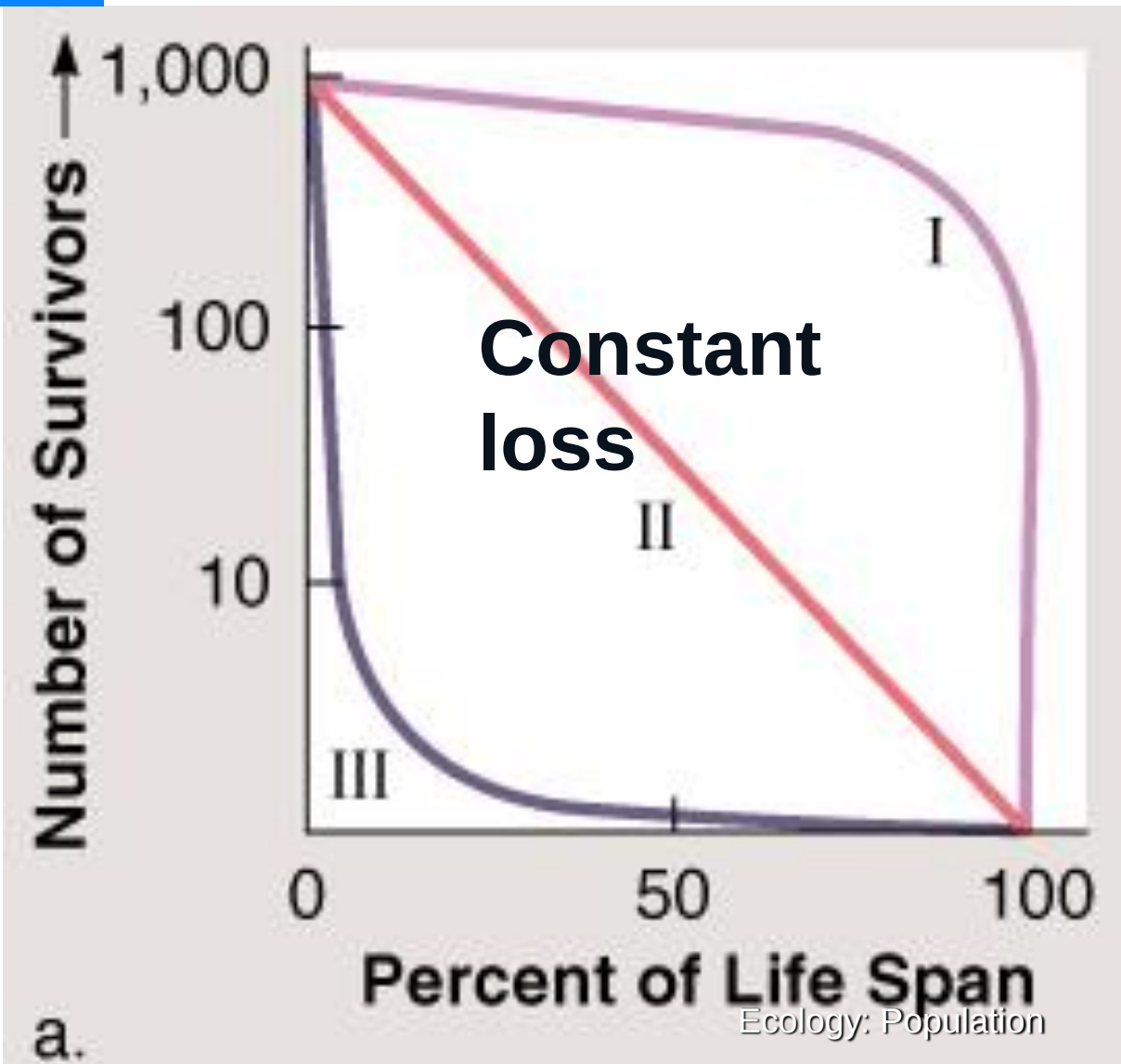
Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร



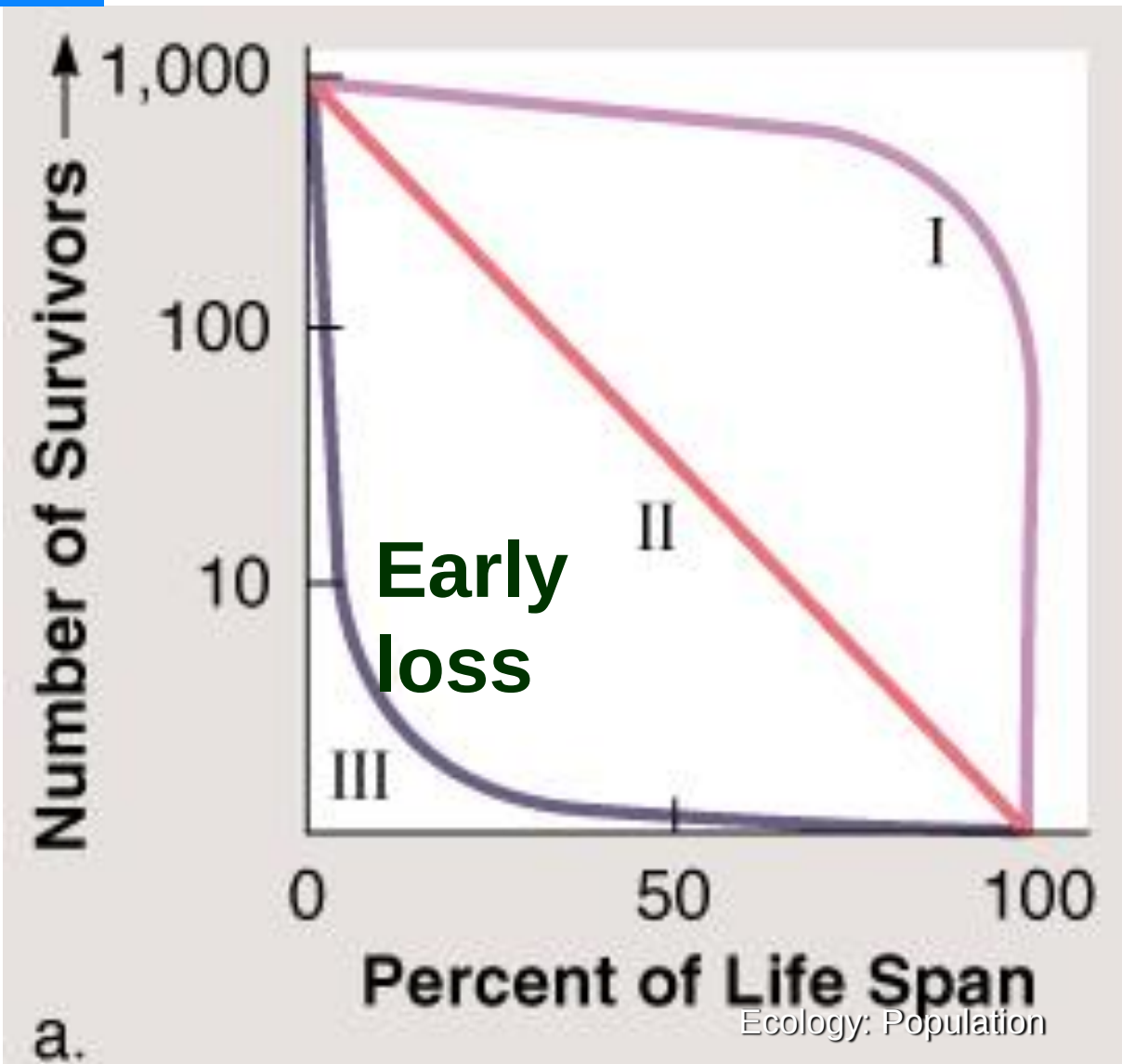
Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร



Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร



ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับการเจริญเติบโตของประชากร

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงบวก

- การพึ่งพาอาศัย (Mutualism: ++) ทั้ง 2 ชนิดได้ประโยชน์
- การเกื้อกูล (Commensalism: +0) ชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ ขณะที่อีกชนิดหนึ่งไม่มีผลใดๆ

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงลบ

- การต่อสู้แย่งแย่ง (Competition: --) ทั้ง 2 ชนิด ได้รับผลเสีย
- การล่า (Predation: +/-) มีชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์



Mutualism



Commensalism



Competitive



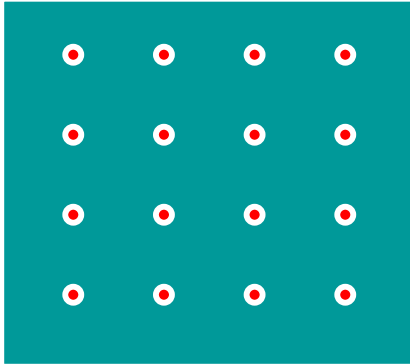
Predation

Density and Distribution of Populations

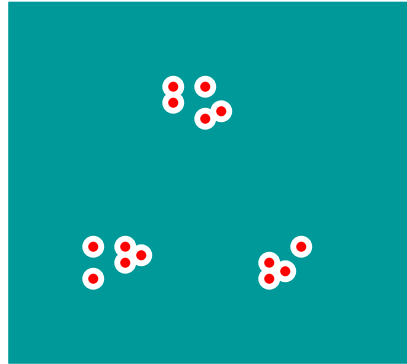
- **Population Density** - Number of individuals per unit area or volume.
- **Population Distribution** - Pattern of dispersal of individuals within the area of interest.

PATTERN OF DISPERSION

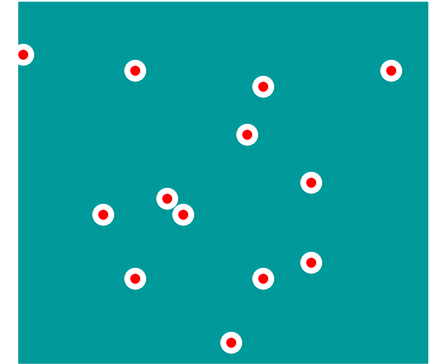
UNIFORM



CLUMPED



RANDOM



การแพร่กระจายแบบรวมกลุ่ม (Clumped distribution)

การแพร่กระจายแบบนี้เป็นรูปแบบการแพร่กระจายของประชากรที่พบในธรรมชาติมากที่สุด ส่วนใหญ่มักพบรวมกันด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันของดิน อุณหภูมิ ความชื้น ทำให้เกิดแหล่งที่อยู่อาศัยรูปแบบต่าง ๆ เป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตมาอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เช่น ไม้เต็งบนดินจะพบในดินที่ร่วนซุย และมีความชื้นสูง มีอินทรีย์วัตถุมาก หรือการสืบพันธุ์ที่ทำให้สมาชิกในประชากรมาอยู่รวมกัน โดยเฉพาะตัวอ่อนที่ยังอาศัยการเลี้ยงดูจากพ่อแม่ เช่น สัตว์ที่อยู่เป็นครอบครัว เช่น ชะนี หรือรูปแบบของพฤติกรรมที่อยู่เป็นกลุ่ม เช่น ผึ้งนก ผึ้งวัวควาย ผึ้งปลา โขลงช้าง

การแพร่กระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform distribution)

พบในบริเวณที่มีการแก่งแย่งสูงมากๆ เช่น นกทะเลที่ต้องทำรังตามหน้าผาแคบๆ เพียงบนก้อนหิน หรือพืชในทะเลทราย ซึ่งจะสร้างสารเคมีออกมายับยั้งพืชต้นอื่นตามระบบราก จึงต้องกระจายกันอยู่ห่างๆ เพื่อให้มีโอกาสรอดเท่าเทียมกัน

การแพร่กระจายแบบอิสระ (Random distribution)

ไม่ค่อยพบนักในธรรมชาติ ยกเว้นพืชที่มีกระบวนการกระจายเมล็ดออกไปอย่างอิสระ เช่น ไปกับลม

Population Distribution

การกระจายตัวของประชากรถูกกำหนดโดยปัจจัยต่อไปนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพ เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ สารอาหาร
2. ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดสิ่งมีชีวิต
เช่น การแก่งแย่ง การล่า หรือ สภาวะปรสิต
3. สถานะทางภูมิศาสตร์ ที่สำคัญได้แก่สิ่งที่ขวางกั้น การ
แพร่กระจายของประชากรนั้น (Barrier) เช่น ภูเขา ทะเล
ทะเลทราย เกาะ เป็นต้น

การประเมินการกระจายตัวของประชากร

ทำได้จากการเก็บข้อมูล แล้วนำมาคำนวณ Index of dispersal จากสูตรนี้

$$\text{Index of dispersal} = \frac{\text{Variance}}{\text{Mean}}$$

- * ถ้าค่า Index of dispersal ใกล้เคียง 1 จะเป็น การกระจายแบบสุ่ม
- * ถ้าค่า Index of dispersal น้อยกว่า 0.5 จะเป็น การกระจายแบบสม่ำเสมอ
- * ถ้าค่า Index of dispersal มากกว่า 1.3 จะเป็น การกระจายแบบเกาะกลุ่ม

โดยที่ $\text{Variance} = \text{SD}^2$

และ $\text{SD} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$

ตัวอย่างการประเมินการกระจายของประชากร

Ex. จากการสำรวจประชากรนกที่หน้าผาแห่งหนึ่ง โดยใช้ตารางสุ่ม 5 ครั้ง
ได้ผลดังนี้ 3, 2, 1, 2, 1 ตัว การกระจายตัวของประชากรนกเป็นแบบใด

Population estimating-density method

1. Direct counting
2. Mark capture-recapture method
3. Quadrat sampling
4. Line transect method