

บทที่ 8
การแก่งแย่งแข่งขันของพืช
(ชั่วโมงบรรยายที่ 19, 20)

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายคำจำกัดความของการแก่งแย่งแข่งขัน (competition) ได้
2. อธิบายสถานะที่ส่งผลต่อการเติบโตของพืชในระดับ individual ได้
3. ให้คำจำกัดความของคำศัพท์ที่เกี่ยวกับ competition model ได้
4. อธิบายกลไกที่ทำให้พืชต่างชนิดสามารถอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศเดียวกันได้ภายใต้ competition

ความหมายของการแก่งแย่งแข่งขัน (competition)

การที่สิ่งมีชีวิตมีความเหมาะสม (fitness) ลดลงเนื่องจากต้องแบ่งทรัพยากรที่มีจำกัดกับสิ่งมีชีวิตตัวอื่น (individual) การแก่งแย่งนี้ แบ่งได้เป็น

- การแก่งแย่งในชนิดเดียวกัน (intra-specific competition)
- การแก่งแย่งในสิ่งมีชีวิตต่างชนิด (inter-specific competition)

ระดับของผลจากการแก่งแย่งสามารถเกิดได้ทั้ง ในระดับตัว (individual), ประชากร (population) และ สังคมพืช (community)

การแก่งแย่งในชนิดเดียวกัน (intra-specific competition)

ผลกระทบระดับตัวและ ประชากร จากการแก่งแย่งในพืชชนิดเดียวกัน

ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตสามารถวัดได้จาก มวลชีวภาพ (biomass)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก่งแย่งนี้มี 3 ปัจจัย คือ

1. ความหนาแน่นของพืชในพื้นที่หนึ่ง (density)

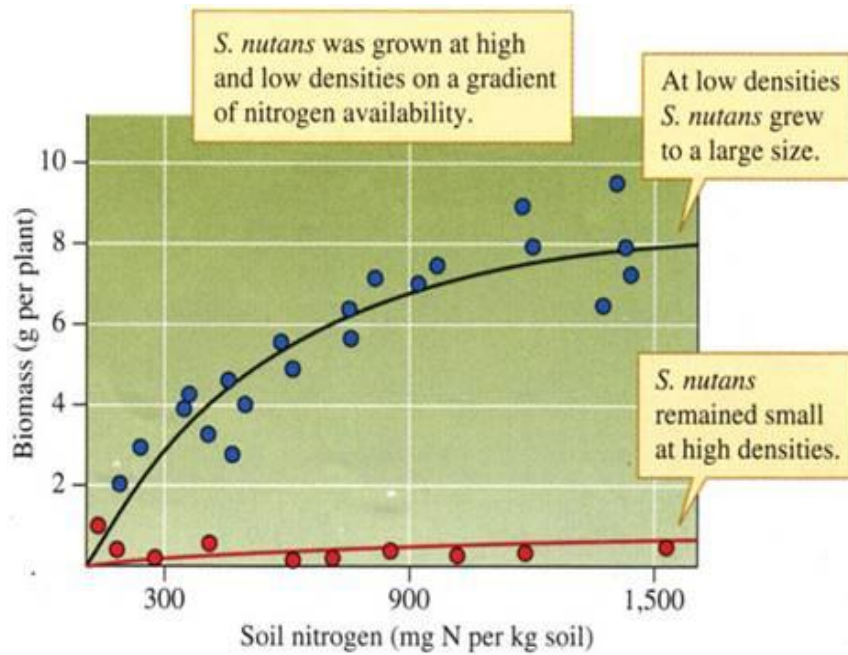
ความหนาแน่นเกี่ยวข้องกับพื้นที่ (space) พืชแต่ละต้นมีความต้องการทรัพยากรที่คล้ายกัน หากความหนาแน่นมากมีโอกาสที่พืชแข่งขันเพื่อได้รับทรัพยากรสูง

ตัวอย่างการศึกษาใน *Sorghum nutans* (ภาพที่ 8.1) ที่ความหนาแน่นต่างกัน และมีการทดลองให้ปริมาณสารอาหารไนโตรเจนระดับต่าง ๆ กัน ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 8.2

ภาพที่ 8.1 *Sorghum nutans*

(ที่มา: <http://www.jeinc.com/Websites/jeinc/Images/indiangrassweb3.jpg>)

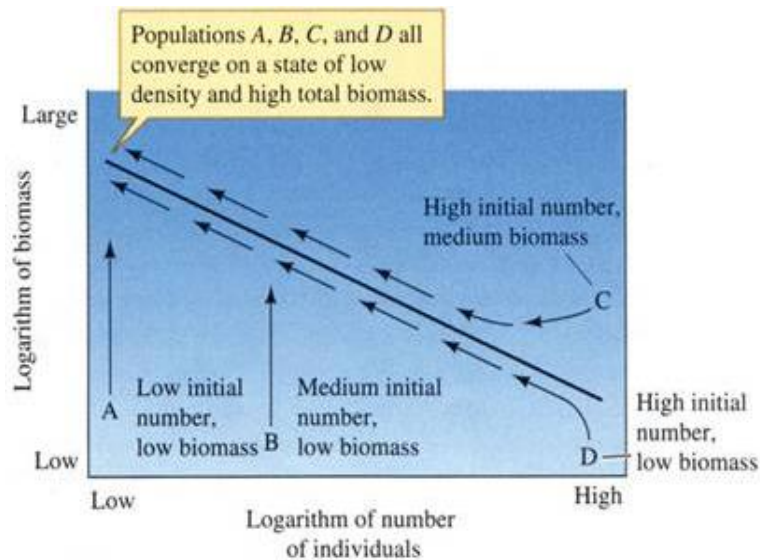




ภาพที่ 8.2 มวลชีวภาพของต้นพืชเมื่ออยู่ในสภาพที่มีไนโตรเจนระดับต่าง ๆ เมื่อพืชอยู่ร่วมกันที่ความหนาแน่นต่ำ พืชมีขนาดใหญ่กว่าที่ทุกระดับสารอาหาร

(ที่มา: <http://sky.scnu.edu.cn/life/class/ecology/chapter/Chapter13.files/image006.jpg>)

ความหนาแน่นของพืชกับการแก่งแย่งนำไปสู่แนวคิดกฎการตัดสางตนเอง (self-thinning rule) ที่ทำนายว่า ประชากรพืชจะมีความหนาแน่นลดลง โดยที่มวลชีวภาพรวมจะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 8.3)



ภาพที่ 8.3 กฎการตัดสางตนเอง (self-thinning rule)

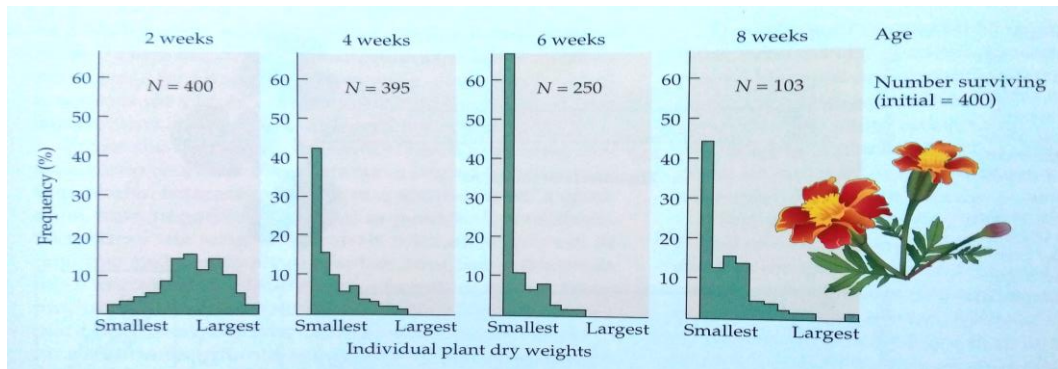
(ที่มา: <http://sky.scnu.edu.cn/life/class/ecology/chapter/Chapter13.files/image008.jpg>)

2. ขนาดของพืช (size)

ในประชากรหนึ่งถ้ามีขนาดของต้นที่ต่างกันมาก จะเรียกได้ว่า มีการจัดลำดับขนาด (size hierarchy) ปัจจัยของขนาดพืชพบได้ในการทดลองในเรือนเพาะชำ แต่ยังมีตัวอย่างไม่มากในธรรมชาติ

ตัวอย่างการศึกษาในประชากรพืช *Tagetes putala* (Marigold) (Ford 1975)

ประชากรเริ่มต้นมี 400 ต้น และมีขนาดที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 8.4) เมื่อเวลาผ่านไปจำนวนต้นมีลดลง และจะเห็นว่ามีการคัดเลือกที่มีต้นขนาดใหญ่เริ่มน้อยลง แสดงว่าต้นที่ไม่สามารถแก่งแย่งได้หายไปจากประชากร



ภาพที่ 8.4 ประชากรของ *Tagetes putala* (Marigold) เมื่อเวลาผ่านไป (จากการศึกษาของ Ford 1975) (ที่มา: Gurevitch et al. 2008)

3. การเกิดก่อนหลัง (time of emergence)

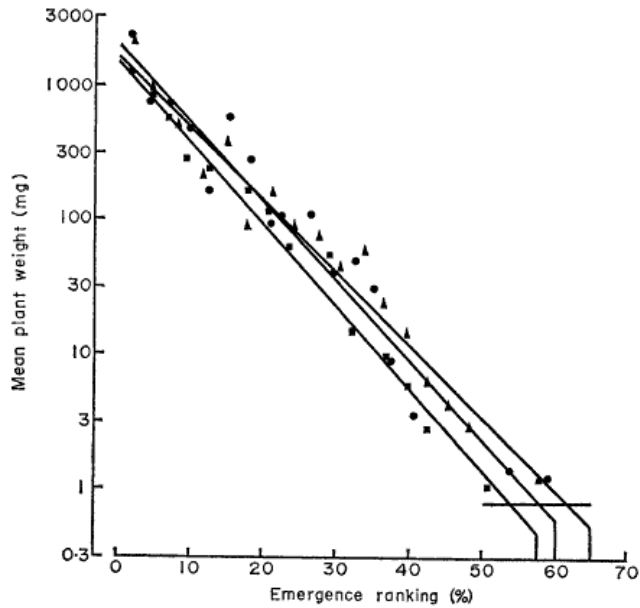
ลำดับเกิดก่อนหลังมีผลต่อขนาดของต้น จากสมมติฐานว่า พืชที่งอกออกมาก่อนก็จะสามารถได้รับทรัพยากรก่อนพืชที่งอกล่าช้าหลัง ๆ (disproportionate sharing of resources) ทำให้เติบโตได้ดีกว่า

ตัวอย่างการศึกษาใน *Dactylis glomerata* (Ross and Harper 1972) (ภาพที่ 8.5, 8.6)



ภาพที่ 8.5 *Dactylis glomerata*

(ที่มา: <http://www.pfaf.org/Admin/PlantImages/DactylisGlomerata.gif>)



ภาพที่ 8.6 น้ำหนักของต้นกับลำดับการเกิดก่อนหลัง (percentage emergence) ของกลุ่มประชากร แต่ละสัญลักษณ์และเส้นมาจากแต่ละซ้ำของประชากร ต้นที่เกิดก่อนมีน้ำหนักมากกว่าต้นที่เกิดหลัง (ที่มา: Ross and Harper 1972)

กลไกของการแก่งแย่ง ก็มาจากการที่พืชรับทรัพยากร นั่นคือ แสง น้ำ สารอาหาร ถ้ามีทรัพยากรเพียงพอพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้ หากพืชได้รับทรัพยากรน้อยลง พืชก็จะมีอาการเจริญเติบโตที่น้อยลง ทั้งนี้ ในบางครั้งผลด้านลบต่อการเจริญเติบโตนั้นอาจไม่ได้เกิดจากพืชแก่งแย่งกันโดยตรง

การแก่งแย่งของพืชต่างชนิด (inter-specific competition)

ชนิดของการแก่งแย่ง แบ่งตามปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

1. Interference competition

เช่น allelopathy คือการที่พืชหลายชนิดอาจไม่ได้แก่งแย่งทรัพยากรโดยตรง แต่พืชหนึ่งหลั่งสารออกมาทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืชต้นอื่น

2. Exploitative competition

เป็นรูปแบบที่พบบ่อย เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ทรัพยากร โดยเมื่อพืชชนิดหนึ่งใช้ทรัพยากรไปแล้ว พืชอีกชนิดก็จะไม่สามารถใช้ได้ เช่น ดึงธาตุไนโตรเจนจากดินไปใช้ พืชอีกชนิดหนึ่งในบริเวณเดียวกันก็จะไม่สามารถใช้โมเลกุลไนโตรเจนนั้นได้

ผลลัพธ์ของการแก่งแย่งของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด มีได้ดังนี้ (ตารางที่ 8.1)

ตารางที่ 8.1 ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้

ผลลัพธ์	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	หมายเหตุ
1*	อยู่รอด	สูญพันธุ์	เหลือชนิดเดียว
2	อยู่รอด	อยู่รอด	Coexistence - Unstable
3*	อยู่รอด	อยู่รอด	Coexistence - Stable กรณีนี้ความรุนแรงของ intraspecific < interspecific competition

* ในที่นี้จะขยายความ ผลลัพธ์ 1 และ 3

ผลลัพธ์ที่ 1

เกิดเมื่อสิ่งมีชีวิตมี niche ที่เหมือนกัน สิ่งมีชีวิตหนึ่งใช้ทรัพยากรได้ดีกว่า ประชากรเจริญเติบโตได้เป็นปกติ การใช้ทรัพยากรของสิ่งมีชีวิตนี้ ก็สามารถทำให้อีกสิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตของประชากรที่ต่ำลงจนสูญพันธุ์ได้ กรณีนี้เรียกได้ว่า Competition exclusion principle

ผลลัพธ์ที่ 3

เกิดเมื่อสิ่งมีชีวิตมี niche ที่แตกต่างกันบ้าง หรือที่เรียกว่า Niche differentiation ปริมาณการใช้ทรัพยากรต่างกัน หรือใช้ทรัพยากรที่ต่างกัน

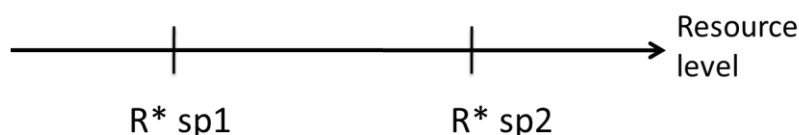
เรื่องการแก่งแย่งทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นจากแบบจำลอง (Model)

แบบจำลองการแก่งแย่ง (competition models)

1. **R* concept** อ่านว่า R star เสนอโดย MacArthur 1972

R* คือระดับทรัพยากรในสิ่งแวดล้อมที่ทำให้การเจริญของประชากรเป็นศูนย์ คือ ไม่เพิ่มไม่ลด แต่ถ้า ทรัพยากรในระบบมีน้อยกว่า R* ประชากรจะลดลง

พิจารณาที่ ทรัพยากร 1 อย่าง แผนภาพที่ 8.7 แสดงระดับ R* ที่ต่างกันของพืช 2 ชนิด (ดูที่ขีด) ถ้าทรัพยากรเริ่มจากทางขวาสุด และค่อย ๆ ลดลง ประชากรพืชชนิดที่ 2 (sp2) จะลดลงก่อน และ ประชากร พืชชนิดที่ 1 (sp1) จะชนะการแก่งแย่งนี้



ภาพที่ 8.7 R* concept ของพืชสองชนิด

(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

2. Model of resource competition โดย Tilman 1988 (ภาพที่ 8.8) ขยายต่อยอดจาก R* concept ทำให้มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยประกอบด้วยทรัพยากร 2 อย่าง



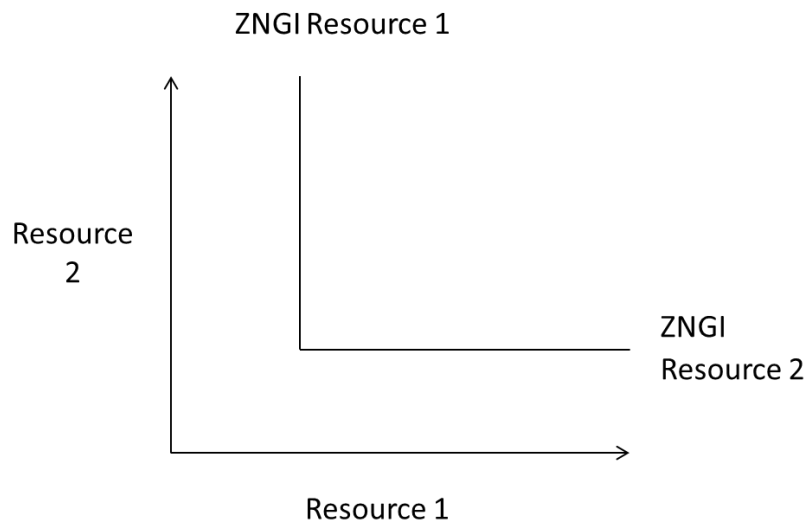
ภาพที่ 8.8 David Tillman

(ที่มา: <http://www.balzan.org/upload/Tilman-David-PremioBalzan2014.jpg>)

องค์ประกอบของโมเดล มีดังนี้ นำเสนอในรูปแบบกราฟมีแกน x , y แสดง ทรัพยากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2.1. Zero Net Growth Isocline (ZNGI)

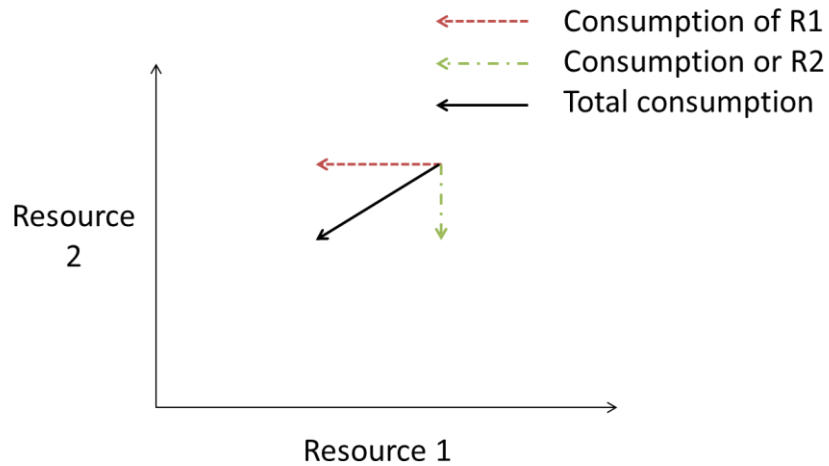
เส้นกราฟที่บอกระดับทรัพยากรระดับหนึ่งที่ทำให้การเจริญเติบโตของประชากรเป็นศูนย์ ถ้ามีทรัพยากร 2 อย่าง ก็จะมี 2 เส้น สิ่งมีชีวิตต่างชนิดจะมี ZNGI ต่างกันออกไป



ภาพที่ 8.9 Zero Net Growth Isoclines (ZNGI) เมื่อมีทรัพยากร 2 อย่าง (ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

2.2. Consumption vector

เวกเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทรัพยากรจากการใช้ของสิ่งมีชีวิต แสดงการใช้ของทั้งสองทรัพยากร



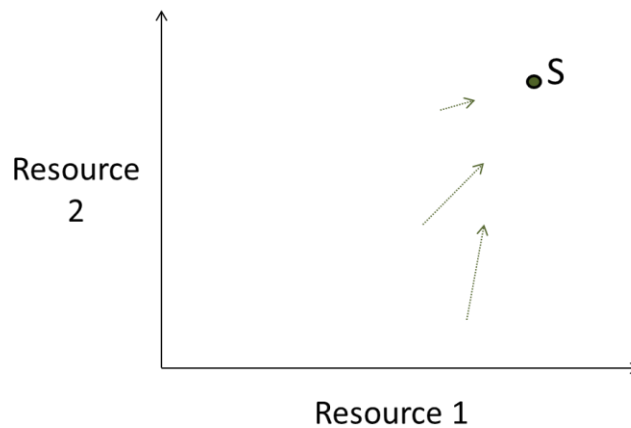
ภาพที่ 8.10 Consumption vector ของพืชชนิดหนึ่ง
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

2.3. Resource Supply Point (S)

เป็นจุดแสดงปริมาณทรัพยากรทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ เป็นทรัพยากรที่วัดได้ เป็นได้ทั้งที่มีอยู่ทางกายภาพและชีวภาพ

2.4. Supply vector **

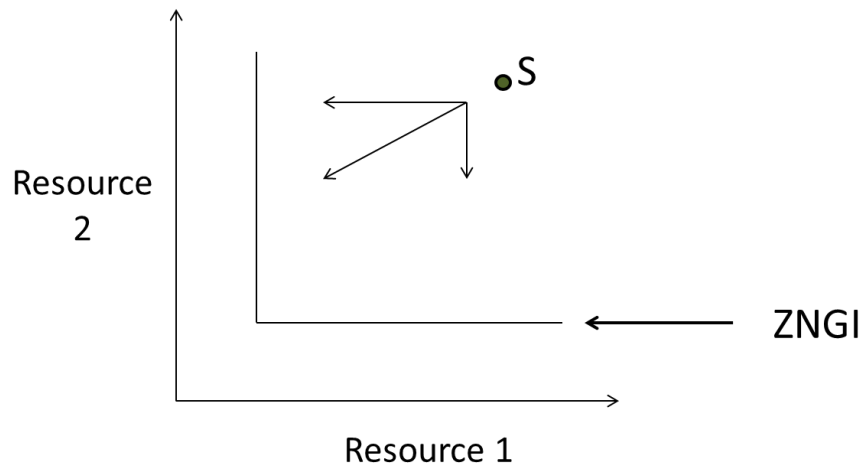
เวกเตอร์ที่แสดงอัตราการเพิ่มของทรัพยากรในระบบ ทิศทางการเพิ่มจะเป็นจากระดับปัจจุบันไปยัง Supply point (S)



ภาพที่ 8.11 supply point (S) และ supply vectors เส้นประ
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

**หมายเหตุ ในการทำความเข้าใจผลลัพธ์ของโมเดล จะไม่ได้แสดง Supply vector

เมื่อนำองค์ประกอบมารวมกัน ของพืช 1 ชนิด จะได้ดังภาพที่ 8.12

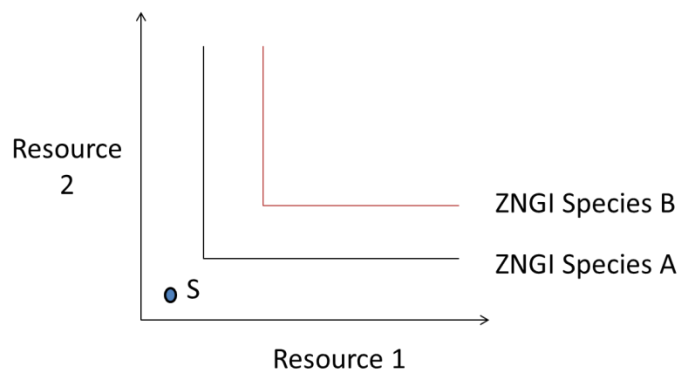


ภาพที่ 8.12 นำองค์ประกอบของโมเดลมารวมกัน สำหรับพืช 1 ชนิด
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

เมื่อพิจารณาการแก่งแย่งระหว่างพืช 2 ชนิด สามารถนำมาพิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตใดจะอยู่รอดและสิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ร่วมกันในระบบได้หรือไม่ จากการพิจารณาว่าทรัพยากรมีมากหรือน้อยกว่า ระดับ ZNGI (คล้ายกับการพิจารณา R^*) ทำความเข้าใจแต่ละกรณีจากคำถามดังต่อไปนี้

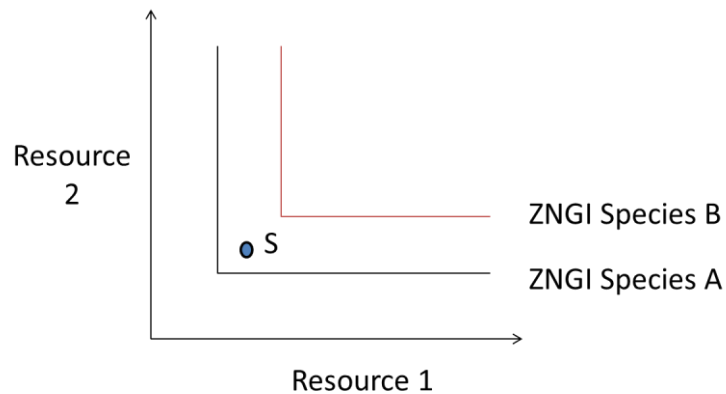
อาศัยหลักการเดียวกันกับการพิจารณา R^* concept จงพิจารณาการแข่งขันที่มีองค์ประกอบตาม Model of resource competition และมีเงื่อนไขดังกรณีต่อไปนี้

กรณีที่ 1 พืช 2 ชนิด ZNGI ไม่ตัดกัน ถ้า Supply point อยู่ในภาพที่ 8.13 พืชทั้งสอง อยู่ไม่ได้ ทรัพยากรทั้งสองต่ำกว่าที่ประชากรจะเพิ่มได้



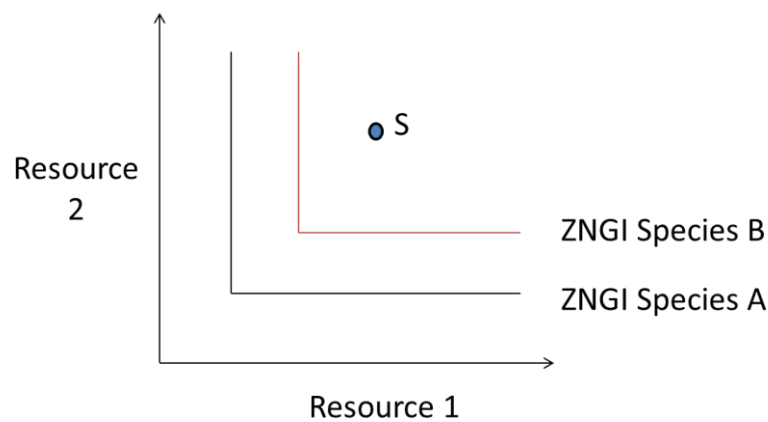
ภาพที่ 8.13 กรณีที่ 1
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

กรณีที่ 2 พืช 2 ชนิด ZNGI ไม่ตัดกัน ถ้า S อยู่ในภาพที่ 8.14 พืช A อยู่ได้แต่ พืช B อยู่ไม่ได้ เพราะทรัพยากรทั้งสองต่ำกว่าที่ประชากร B จะเพิ่มได้



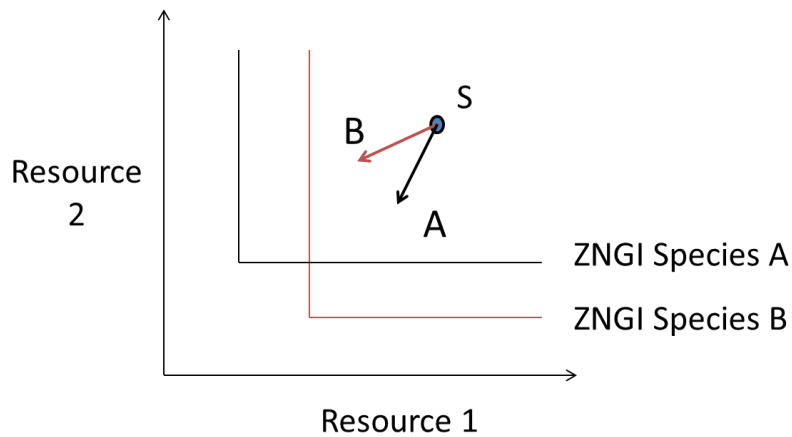
ภาพที่ 8.14 กรณีที่ 2
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

กรณีที่ 3 พืช 2 ชนิด ZNGI ไม่ตัดกัน ถ้า S อยู่ในภาพที่ 8.15 พืชสองชนิดอยู่รอดได้ ระยะเวลาหนึ่ง จนหากทรัพยากรลดลงจนต่ำกว่า ZNGI ของชนิด B พืช B จะค่อย ค่อยลดลงจนตายไปและจะเหลือแต่พืช A ที่อยู่รอด



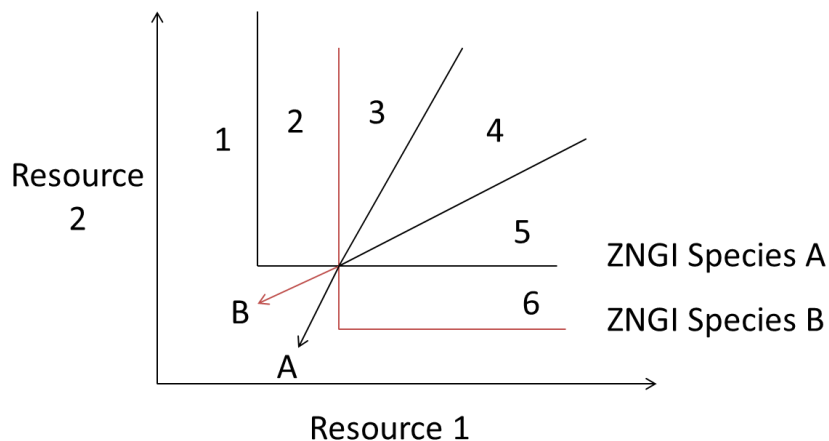
ภาพที่ 8.15 กรณีที่ 3
(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

ดังนั้น กรณีที่พืชสองชนิดนี้จะอยู่รอดร่วมกันได้ ZNGI ของสองชนิดควรจะตัดกัน และการใช้ทรัพยากรแต่ละชนิดของพืชทั้งสองจะไม่เท่ากัน นั่นคือ พืชทั้งสองถูกจำกัดด้วยทรัพยากรคนละชนิดกัน ดังภาพที่ 8.16 และการอยู่รอดร่วมกันได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับ Consumption vector และ ตำแหน่งของ Supply point (ภาพที่ 8.16)



ภาพที่ 8.16 ณ ที่ Supply point ในภาพ ประชากรพืชสองชนิดถูกจำกัดด้วยทรัพยากรต่างกัน พืช B ถูกจำกัดด้วยทรัพยากร 1 มากกว่าพืช A ส่วนพืช A ถูกจำกัดด้วยทรัพยากร 2 มากกว่าพืช B ทดสอบโดยลองลากเส้น Consumption vector ของแต่ละทรัพยากร (ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

ทั้งนี้ใช้เส้น Consumption vector เป็นแนวโดยลากจากจุดตัดของ ZNGI จะสามารถแบ่งพื้นที่กราฟได้เป็น 6 พื้นที่ ดังนี้ (ภาพที่ 8.17) พื้นที่แสดงตำแหน่ง Supply point ที่เป็นไปได้



ภาพที่ 8.17 Resource consumption model ของพืช 2 ชนิด แก่งแย่งทรัพยากร 2 ชนิด (ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

การแก่งแย่งในระบบนิเวศ

ในธรรมชาติทรัพยากรในระบบมีมากมายหลากหลาย มากกว่า 2 ชนิด และสิ่งมีชีวิตก็มีปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อน การแก่งแย่งซับซ้อนและโมเดลที่จะอธิบายได้ครบถ้วนก็ซับซ้อนตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามโมเดลพื้นฐานที่เริ่มจากทรัพยากร 1 หรือ 2 ชนิด ก็เป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เราได้คิดและเข้าใจธรรมชาติมากขึ้น

คำถามท้ายบท



1. การแก่งแย่ง คืออะไร ทำไมจึงมีผลในด้านลบกับการเติบโตของพืช
2. ปัจจัยอะไรมีผลทำให้การแก่งแย่งของพืชรุนแรงมากหรือน้อย
3. หากนักศึกษาต้องการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของการแก่งแย่งต่อการเติบโต นักศึกษาสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร และจะวัดผลจากการแก่งแย่งอย่างไร
4. จากภาพที่ 8.17 ในกรณีที่ทรัพยากร Supply point อยู่ในพื้นที่หมายเลข 1-6 ให้นักศึกษาพิจารณาว่าผลลัพธ์การอยู่ร่วมกันจะเป็นอย่างไร โดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างในตารางที่ 8.2 เพื่อแสดงว่าสิ่งมีชีวิตใดอยู่รอดได้

ตารางที่ 8.2 ผลลัพธ์ของการแก่งแย่ง ใช้ภาพที่ 8.17 ในการอ้างอิงพื้นที่ supply point

Supply point ในพื้นที่ที่	Species A รอดได้	Species B รอดได้	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
6			

5. ทำไมการศึกษาการแก่งแย่งที่เกิดในธรรมชาติ เช่น ระบบนิเวศป่าเขตร้อน จึงซับซ้อน

วิดีโอ หรือเอกสารข้อมูลเพื่อศึกษาเพิ่มเติม

เรื่อง	URL	QR Code
Strangler fig (VDO)	https://www.youtube.com/watch?v=UCUtpmwac_oE	
Modeling and visualizing competition (VDO)	https://www.youtube.com/watch?v=jiuydrCbHas	

บรรณานุกรมท้ายบท

- Dalling, J. W. 2014. Competition Lecture. Community Ecology IB453. University of Illinois. <http://www.life.illinois.edu/ib/453/Syllabus.htm>.
- Ford, E. D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *Journal of Ecology* 63:311-333.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M., and Fox, G. A. 2006. *The ecology of plants*, 2nd edn. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA. 574 pp.
- Ross, M. A. and Harper, J. L. 1972. Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology* 60 (1):77-88.
- Tilman, D. 1988. *Plant strategies and the dynamics and structure of plant community*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.