

ПРИНЦИПИ МИКРОБНЕ ЕКОЛОГИЈЕ

Интеракција организама и средине

ФВМ, КАТЕДРА ЗА ХИГИЈЕНУ И ТЕХНОЛОГИЈУ НАМИРНИЦА

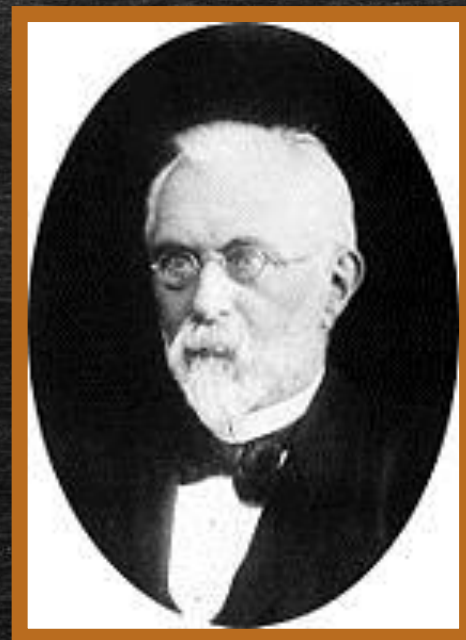
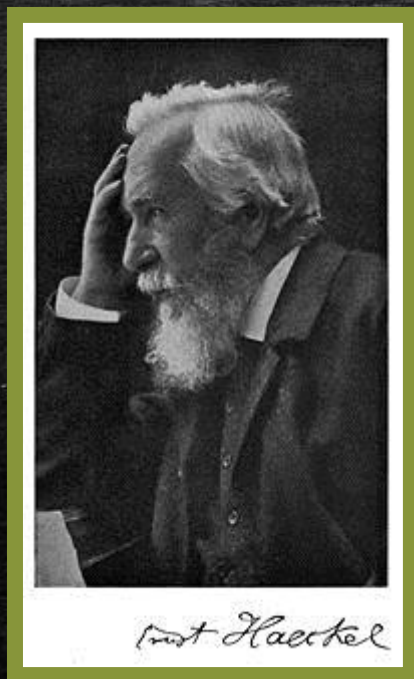
"What I see in Nature is a magnificent structure that we can comprehend only very imperfectly, and that must fill a thinking person with a feeling of humility. This is a genuinely religious feeling that has nothing to do with mysticism."

~Albert Einstein

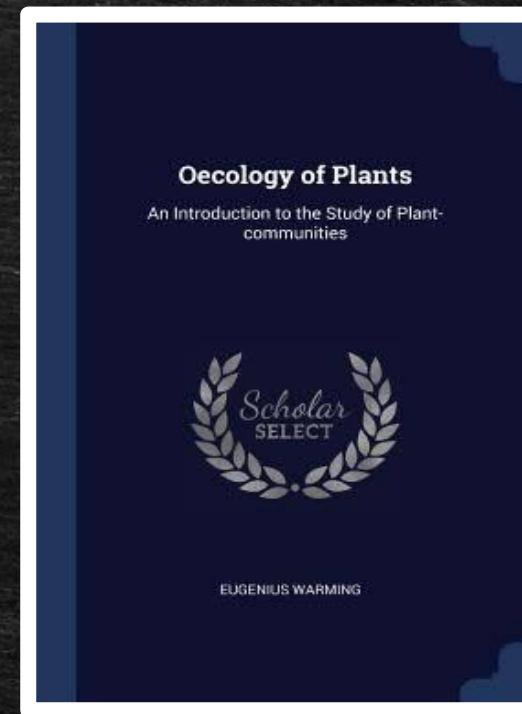
БИОЛОГИЈА ЕКОСИСТЕМА – ЕКОНОМИЈА ПРИРОДЕ

οίκος, *oikos*, “дом”; ἰ λόγος, *logos*, “знање”

- [Ernst Haeckel](#), 1869



[Eugenius Warming](#), 1895



- 1804. Alexander von Humboldt / Idea for Plant Geography
- 1859. Charles Darwin/ On the Origin of the Species Using Natural Selection

- Грана биологије, мултидисциплинарна наука, холистична студија?

”If one individual can be singled out to be honoured as the founder of ecology, Warming should gain precedence”

5/31/2024

ERNST HAECKEL, 1866. “Свеопшта морфологија организма”

„Под екологијом подразумевамо укупну науку о односима организама према околном свету, где у ширем смислу мислимо на све егзистенцијалне предуслове. Ови предуслови су делом органске, а делом анорганске природе; и једни и други су од највећег значаја за све облике организама, јер их присиљавају на њихово прилагођавање.

У анорганске услове преживљавања, на које се сваки организам мора прилагодити, убрајају се физикална и хемијска својства његовог станишта (клима, светлост, топлота, влажност и електрични параметри атмосфере), аноргански облици хране, специфичности воде и тла итд.

У органске услове егзистенције убрајамо све односе организама према другим организмима са којима долазе у додир и од којих имају обично или користи или штете. Сваки организам има пријатеље и непријатеље, такве који им егзистенцију омогућавају и такве који је угрожавају. „

ПОДЕЛА ЕКОЛОГИЈЕ

- екологија јединке (аутоекологија, идиекологија или екофизиологија)
 - екологија врсте (популацијска екологија)
 - екологија животне заједнице (синекологија)
 - глобална екологија (планетарна екологија или холекологија)
-
- терестичка и акватичка екологија
 - лабораторијска и теренска екологија
 - општа, теоријска и примењена екологија
 - **микробна екологија**, фитоекологија, зооекологија, хумана екологија

Екологија, микробна екологија, микробиологија хране

- Екологија - целокупност функционисања екосистема
- Микробна екологија
 - 1) Микробни диверзитет – изолација, идентификација и квантификација МО у различитим хабитатима
 - 2) Микробна активност – *modus operandi* МО у њиховим хабитатима, и како се то одражава на диверзитет
- Микробиологија хране – нагласак
 - 1) Контрола контаминације
 - 2) Спречавање раста микроорганизама квара и патогена, а фаворизовање раста корисне микробиоте

'...Microbial ecology is microbial physiology under the worst possible conditions...'

Brock, T.D (1966) Principles of Microbial Ecology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

МИКРОБИОЛОГИЈА ХРАНЕ

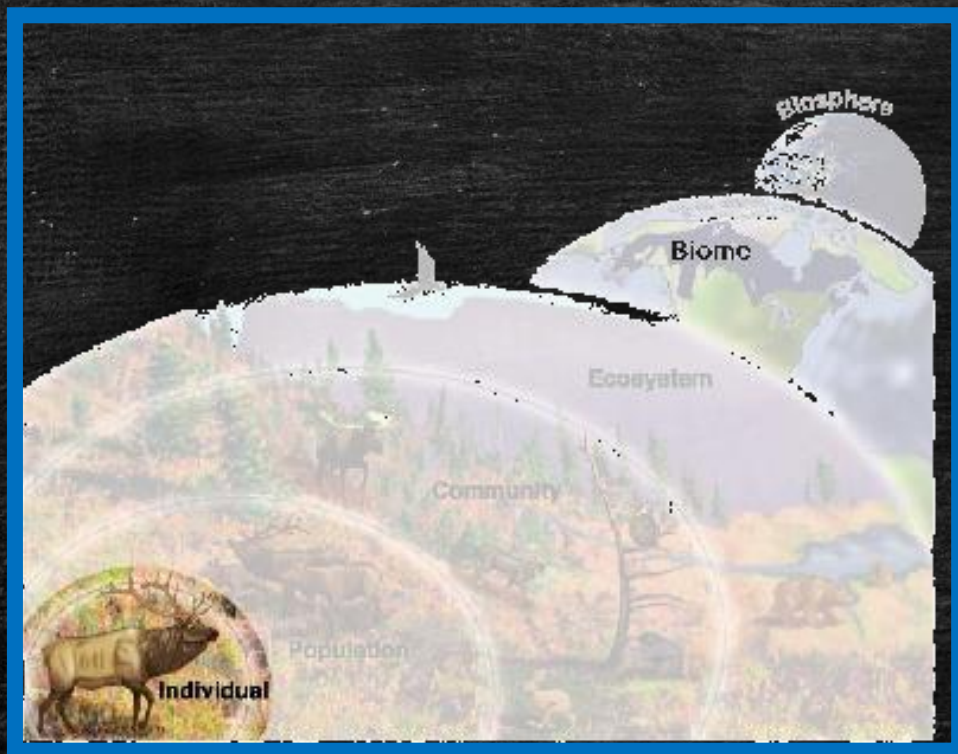
- Пионир – *Haines, 1933, Cambridge* – класичне студије о колонизацији (контаминацији) сировог меса бактерија
- *Ingram, Mossel i Westerdijk* – основни аспекти контаминације хране бактеријама и плеснима
- Скоро сваки микроорганизам може бити изолован из готово сваке хране ► *Tanner, 1944*
- ПРОМЕНА ПРИЛАЗА У МИКРОБИОЛОГИЈИ ХРАНЕ
- Квантификацијом се запажа да сваку поједину намирницу одликује специфична микробиота која бројно надмашује природно загађење за најмање 10^4 cfu/g

- Микробиоту охлађеног сировог меса: грам негативни психротрофи из родова *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Shewanella*, *Moraxella*
- Микробиоту сировог млека: грам позитивне коке и штапићи родова *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*

ФУНДАМЕНТАЛНИ ПРИНЦИПИ ЕКОЛОГИЈЕ

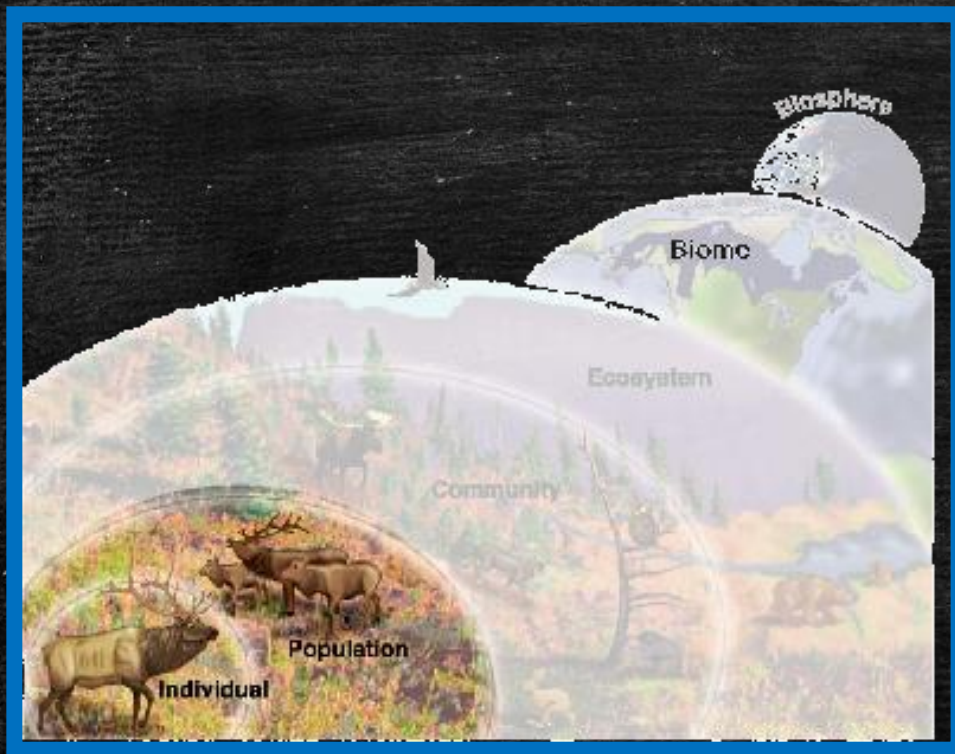
- Нивои еколошке организације
- Концепт екосистема
- Концепт еколошке нише и хабитата

Нивои организације



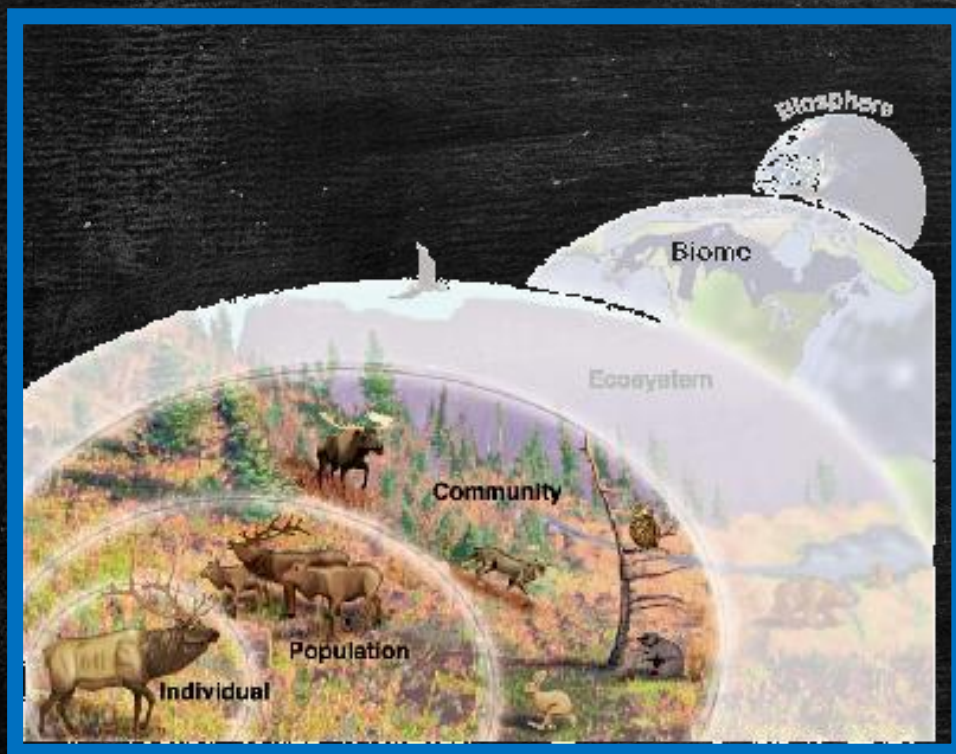
- Индивидуа

Нивои организације



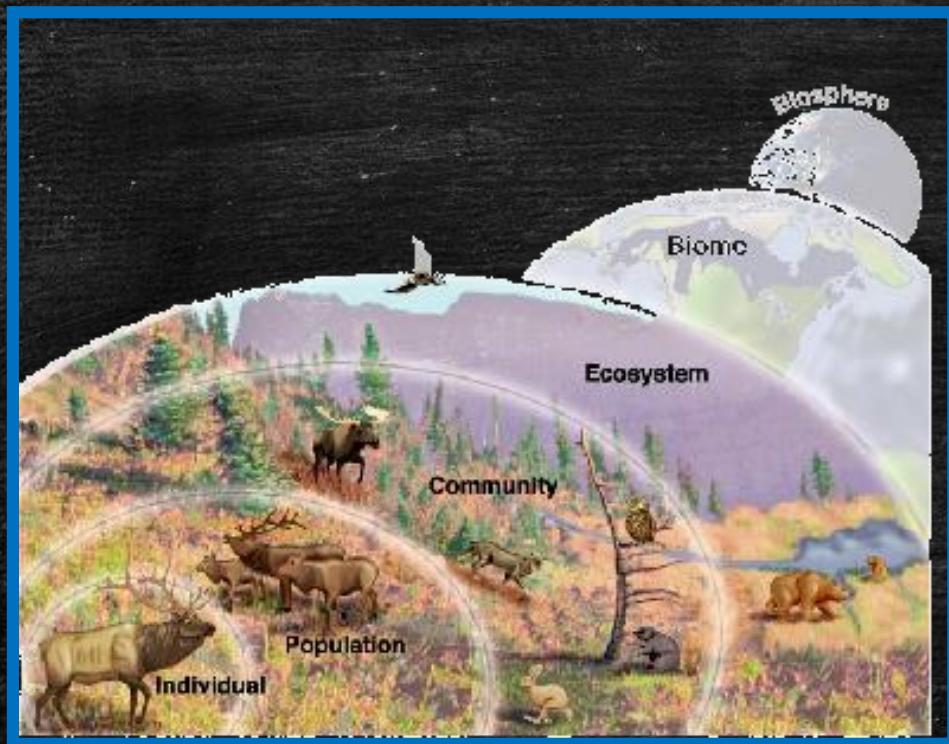
- Популација – група индивидуа једне врсте које егзистирају на истом подручју у дато време

Нивои организације



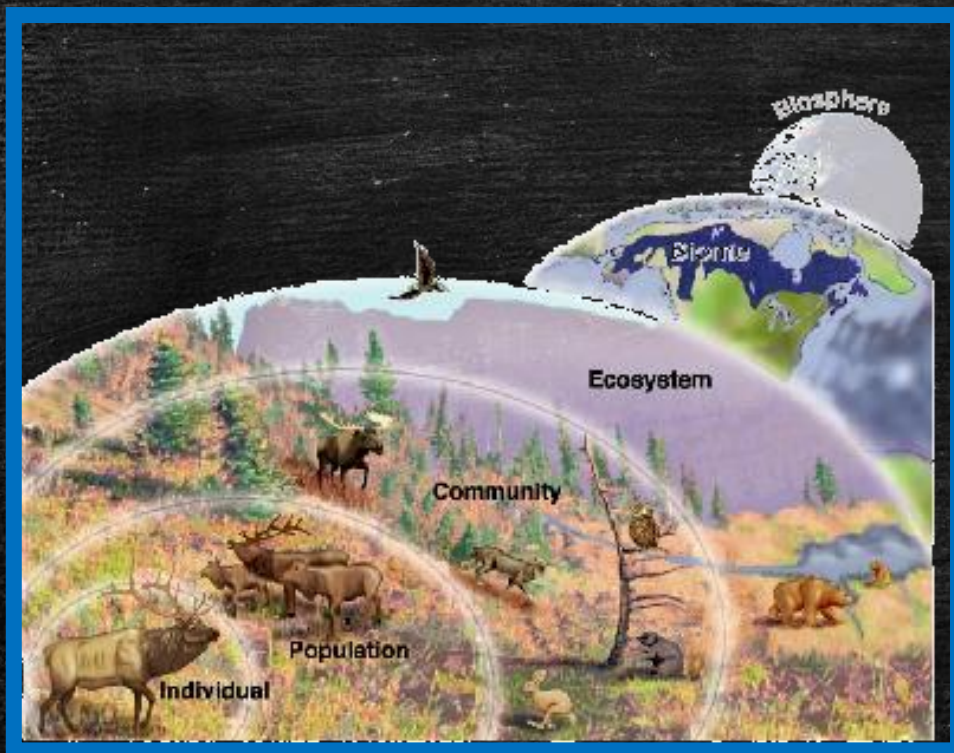
- заједница – група различитих популација
- конзорцијум, асоцијација

Нивои организације



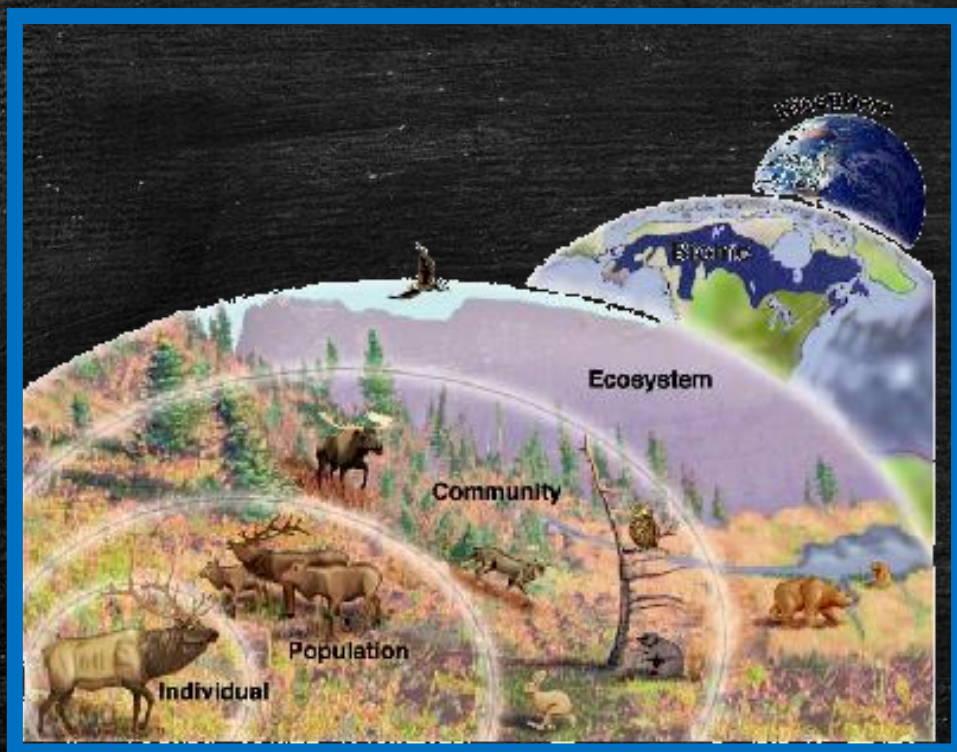
- Екосистем – живи организми, неживе компоненте, извор енергије и интеракције у датом подручју

Нивои организације



- Биом- група екосистема који имају исту климу и сличне доминантне заједнице

Нивои организације



- Биосфера - глобални аспект, сви биолошки и физички процеси који омогућују али уједно и утичу на живот

МАКРО vs МИКРО








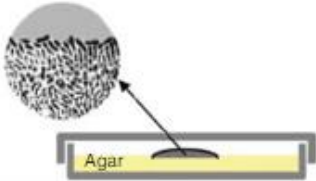





	Macroecology	Microbial Ecology	
Community			Microbial community
Population			Microbial population
Organism			Microcolony (equivalent of a single macroorganism)
Organ			Colony (can be viewed as equivalent of tissue, organ or entire macroorganism)
Tissue			
Cell			Prokaryotic cell
Macromolecule			Macromolecule

Fig. 4.1. Levels of biological organization. The ecosystem level incorporates the interactions among organisms and their abiotic environment. The left column shows the conventional definitions accepted in general ecology (1), right column is modified to include microbial components.

Концепт екосистема

- Екосистем – било која ситуација где постоји интеракција организма и околине
- Екосистем – самоодржавајућа јединица природе; функционално независна јединица природе где живи организми реагују како међусобно, тако и са физичким окружењем; 2 основна екосистема – терестријални (копнени) и акватични (водени)
- Динамичност и стабилност – биотични и абиотични фактори

Концепт еколошке нише и хабитата

- Већина еколога ће се сложити да ниша представља средишњи концепт екологије, чак иако не знају што ниша тачно представља!

Real i Levin, 1991

- Еколошка ниша једног организма зависи не само од тога где живи, већ и од тога шта ради. По аналогији, биолошки говорећи, може се рећи да је хабитат “адреса” организма, а ниша, његова “професија”.

Odum, 1953, Fundamentals of Ecology

Концепт хабитата

- Хабитат - физичко хемијски атрибути средине који подржавају физиолошку активност, раст и репродукцију посебне врсте или групе микроорганизама
 - Организам може имати више од једног хабитата
 - Хабитат не егзистира у изолацији

Концепт еколошке нише

- Ниша - део еколошког простора (дефинисан свим могућим комбинацијама биотичних и абиотичних услова средине), у којем организми опстају, искориштавају и троше изворе, али и утичу на средину

Хисторија концепта нише

- Joseph Grinnell, 1917 – место заузето од једне врсте или субврсте
- Charles Elton, 1927 – место (функција) у биотичној околини, у односу на изворе хране и непријатеље
- G.F. Gause, 1934 - Гаусов принцип– “competitive-exclusion” (компетитивно искључење) – две врсте у заједници не могу имати исту нишу
- George Evelyn Hutchinson, 1957 – хиперволумен у мултидимензионалном еколошком простору одређен захтевима врсте неопходним за репродукцију и преживљавање

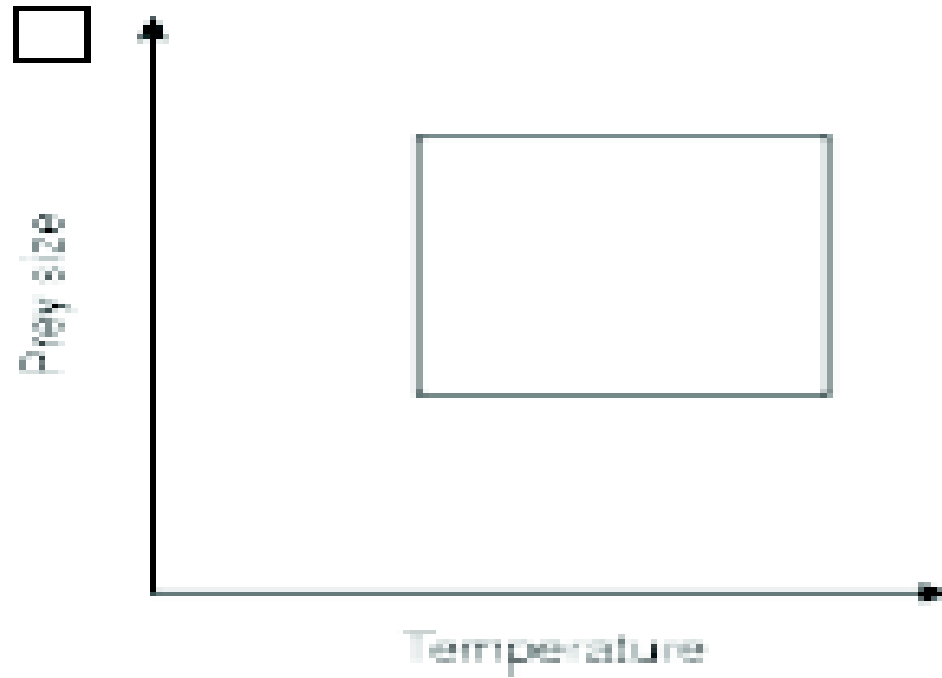
ЈЕДНОДИМЕНЗИОНАЛНА НИША

A one-dimensional niche



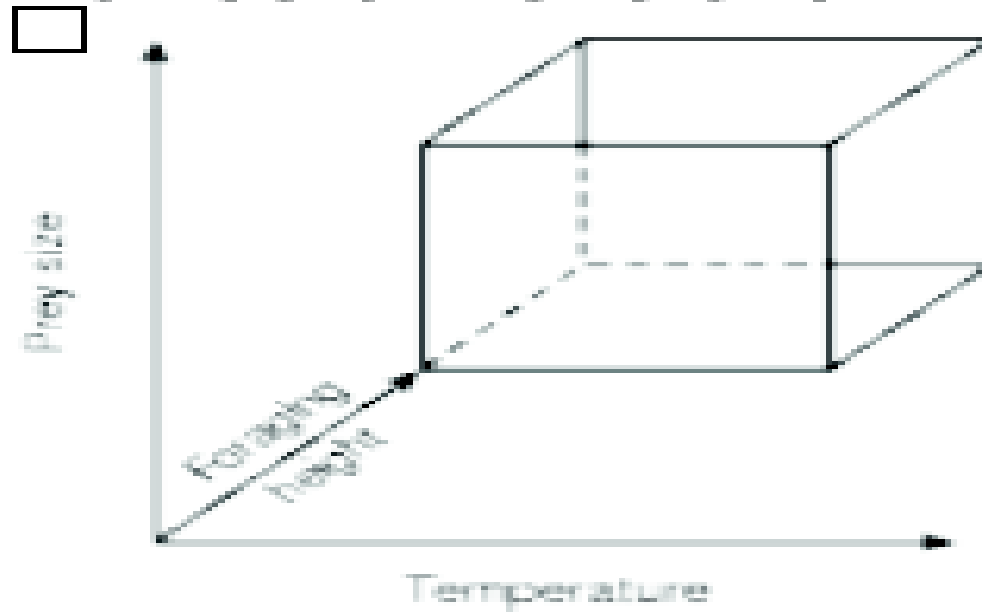
ДВОДИМЕНЗИОНАЛНА НИША

A two dimensional niche



ТРОДИМЕНЗИОНАЛНА НИША

A three-dimensional niche

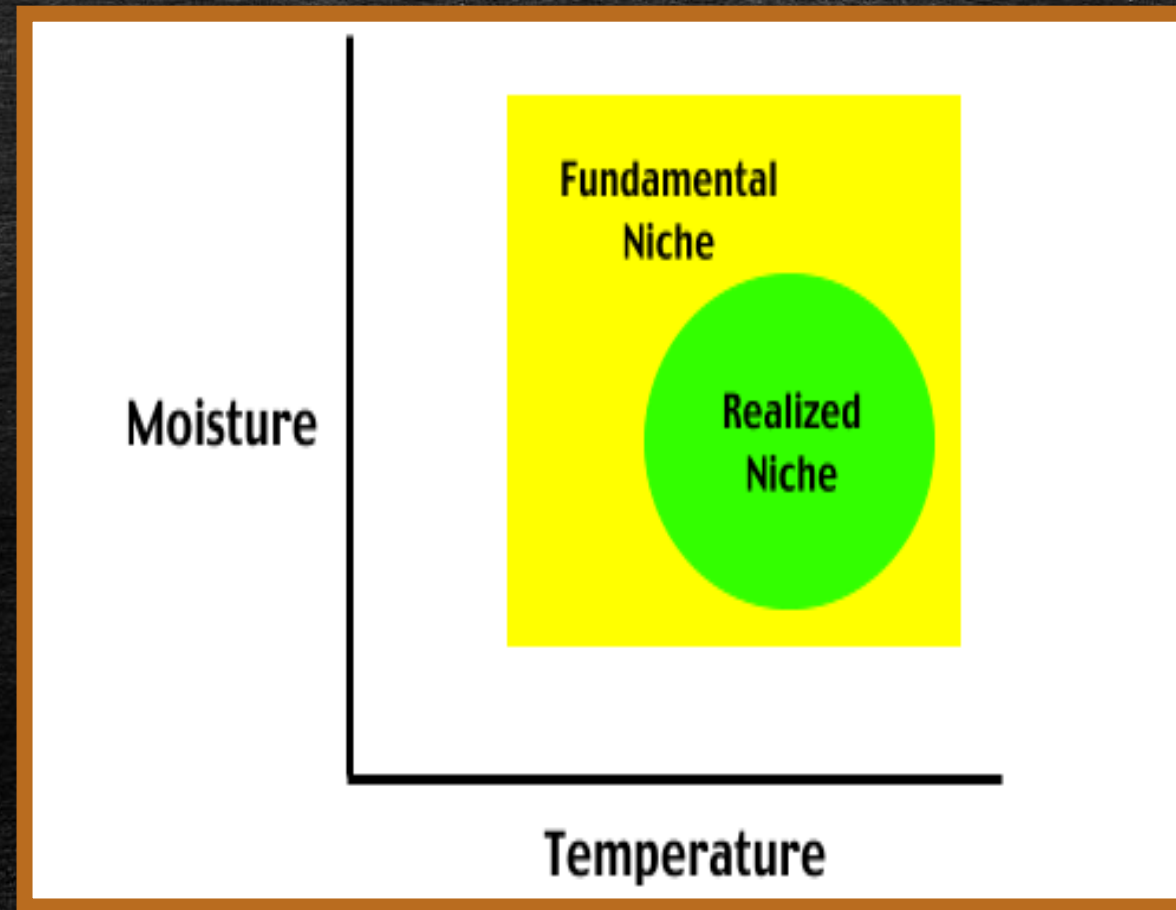


Н – ДИМЕНЗИОНАЛНИ ХИПЕРПРОСТОР

ФУНДАМЕНТАЛНА И РЕАЛИЗОВАНА НИША

- ФУНДАМЕНТАЛНА НИША – потенцијал врсте да користи све расположиве изворе, у одсуству предатора и компетитора, и највећим делом је одређена морфолошким и физиолошким ограничењима врсте
- РЕАЛИЗОВАНА НИША – део фундаменталне нише који у стварном животу заузима врста уз присутну интеракцију са другим врстама

ФУНДАМЕНТАЛНА И РЕАЛИЗОВАНА НИША



УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

- “Празне” нише у окружењу и заузеће од стране организама ?!
- Hutchinson –ов концепт нише – идеја нише као свеукупност адаптација на средину – промена у простору и времену
- САМО ЈОШ ЈЕДАН АТРИБУТ ВРСТЕ, КАО ШТО су ИЗГЛЕД КОЛОНИЈЕ, ВЕЛИЧИНА, ФИЗИОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Eugene Odum: The father of modern ecology

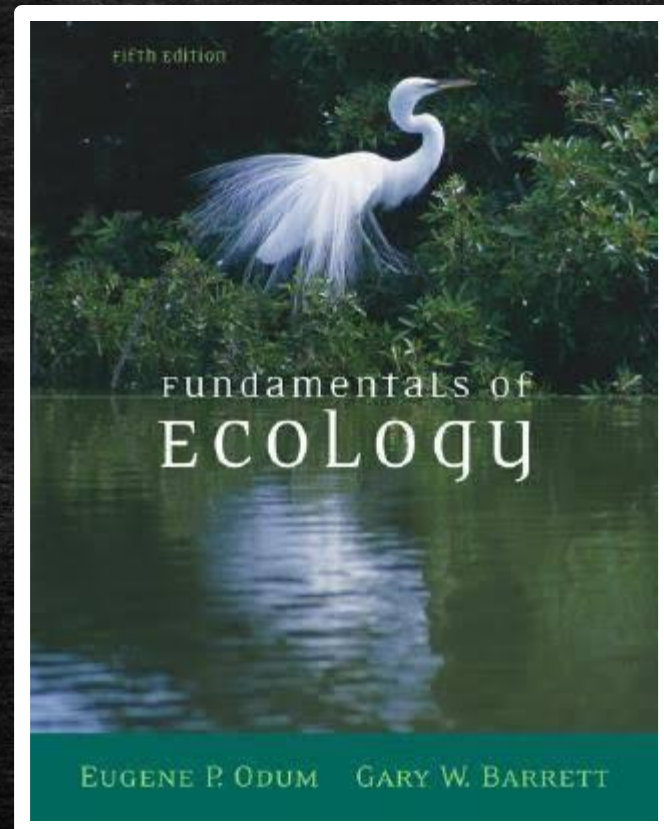
January 9, 2018 · by James Hataway



Eugene Odum is lionized throughout science as the father of modern ecology and recognized by the University of Georgia as the founder of what became the Eugene P. Odum School of Ecology — the world's first stand-alone college of ecology, which celebrates its 10th anniversary this year.

“He would wave his hands around while he talked like a maestro in front of an orchestra,” said David Coleman, UGA Distinguished Research Professor Emeritus of Ecology, who worked closely with Odum at the SREL. “He was a master at getting people to think about things in different ways.”

1953.



ИНТЕРАКЦИЈА ОРГАНИЗАМА

- Odum (Fundamentals of Ecology, 1953) - ефекат на величину популације

(-) = штетан

(+) = користан

(o) = неутралан

ИНТЕРАКЦИЈА ОРГАНИЗАМА

Тип интеракције	Ефекат	Природа интеракције	Коментар
КОМПЕТИЦИЈА	- -	Обе популације редуковане, услед заједничке овисности о храњивим материјама или потреби за кисеоником	Доминација једне врсте у лабораторијским условима, иако се не искључује кооегзистенција
АМЕНСАЛИЗАМ	- 0	Раст једне популације је редукован због присуства друге ; без ефекта на другу популацију	Доминација једне врсте
ПАРАЗИТИЗАМ/ ПРЕДАЦИЈА	+ -	Један микроорганизам има корист на рачун другог	Често се јавља у природи , али не тако често, уколико уопште, у матриксу хране
НЕУТРАЛИЗАМ	0 0	Без ефекта на обе популације	Вероватно не постоји ван лабораторије

ИНТЕРАКЦИЈА ОРГАНИЗАМА

Тип интеракције	Ефекат	Природа интеракције	Коментар
КОМЕНСАЛИЗАМ	+ 0	Једна популација има корист, а друга нити штете нити користи	Мешане културе
МУТУАЛИЗАМ/ ОБАВЕЗНО УДРУЖИВАЊЕ	+ +	Популације имају реципрочну корист	Креће се између “губитка” интеракције и зависности. Веома важна у природи.
КООПЕРАЦИЈА	+ +	Популације имају узајамну корист	Заједно дају карактеристике коначном производу.

ИНТЕРАКЦИЈА ОРГАНИЗАМА

- Ефекат испољен на обе популације

МУТУАЛИЗАМ

КОМПЕТИЦИЈА

- Ефекат испољен на једну од популација

КОМЕНЗАЛИЗАМ

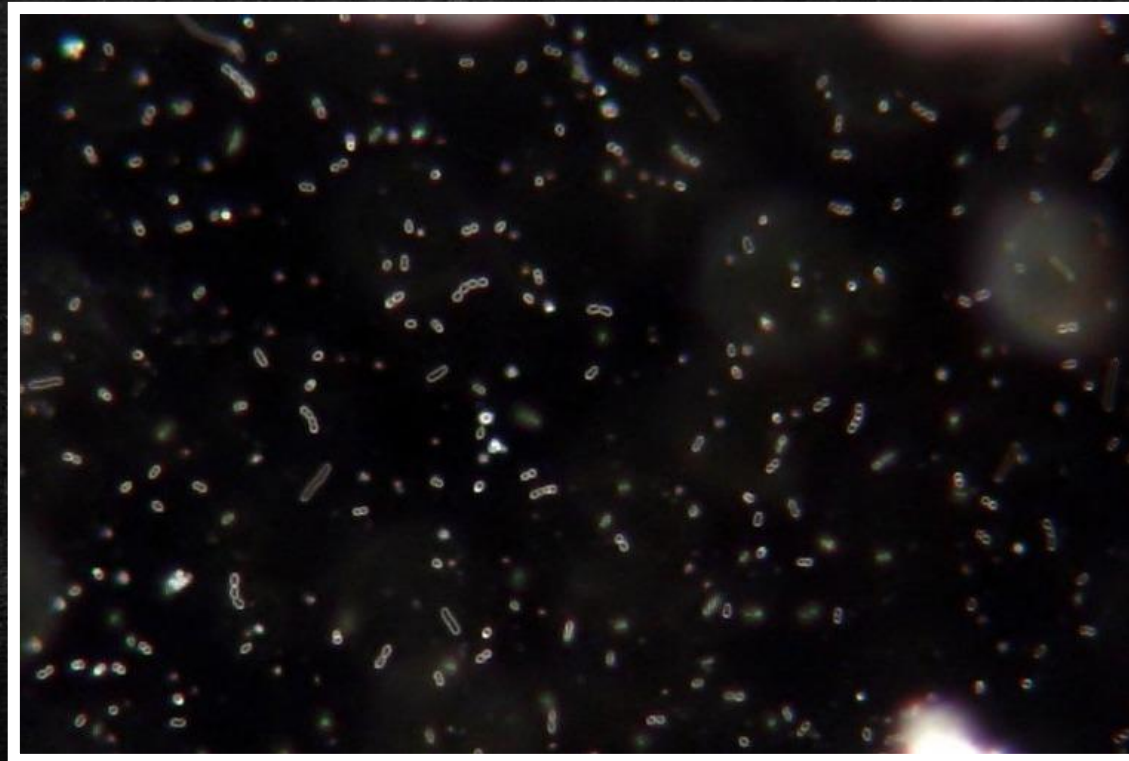
АМЕНСАЛИЗАМ

МУТУАЛИЗАМ/КООПЕРАЦИЈА

- Мутуализам - корист по оба партнера (популације), одређени степен облигације, популације не могу егзистирати одвојено – међусобна метаболичка овисност
- Кооперација/ Синергизам– оба организма (популације) имају корист, није облигаторни однос
- Раст једног организма зависи или је побољшан факторима раста, храњивим материјама које осигурава други организам – “Crossfeeding”, “Satellite” феномен
- ПРИМЕРИ :– квасци и БМК у кефиру, различитим врстама сирева; *Lactobacillus arabinosus* (фенилаланин) и *Enterococcus faecalis* (фолна киселина)

МУТУАЛИЗАМ/КООПЕРАЦИЈА

- КООПЕРАЦИЈА (ПРОТОКООПЕРАЦИЈА) – јогуртна култура
Streptococcus salivarius ssp. *thermophilus* i *Lb. delbrueckii* ssp.
bulgaricus



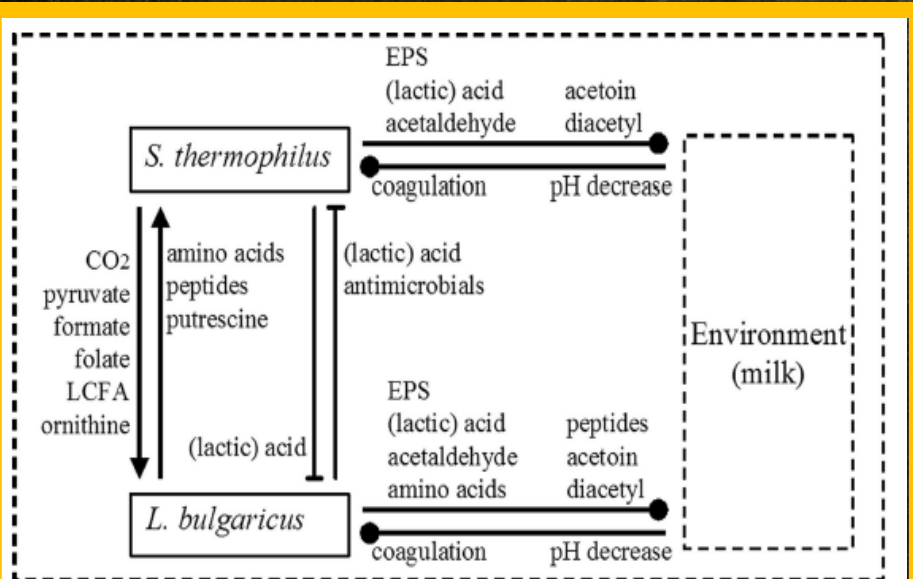


FIG. 1. Schematic representation of the validated and hypothesized interactions that occur between *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, their environment, and the compounds relevant for yogurt characteristics. ▼, positive interactions; ⊥, negative interactions; ●, interactions that do not specifically promote or decrease the growth of the other species. LCFA, long-chain fatty acids. See text for references.

КООПЕРАЦИЈА – ПРОТОКООПЕРАЦИЈА

jogurtna kultura /*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* и *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*

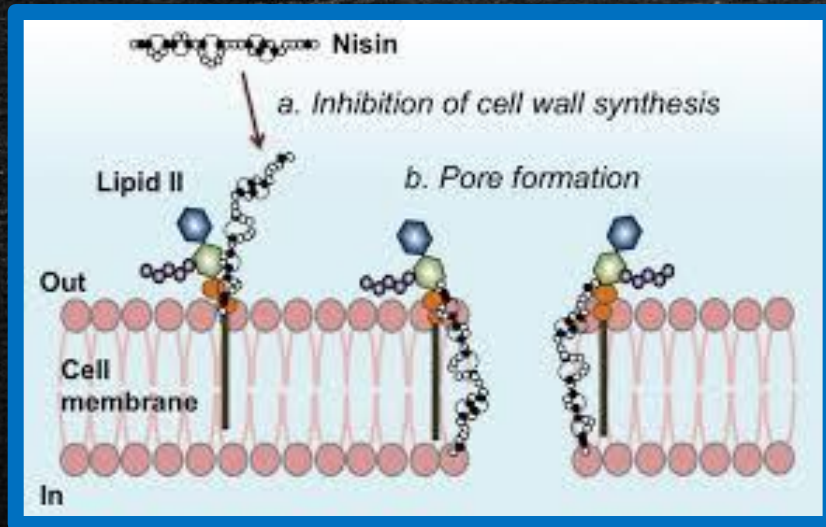
КОМЕНЗАЛИЗАМ

- удруженост два организма (популације) где један организам има корист, а други нити штете нити користи; укључује и модификацију средине активношћу једног како би се средина учинила далеко повољнијом за други микроорганизам - МЕТАБИОЗА
- ПРИМЕРИ: *Lactobacillus acidophilus* и *Propionibacterium shermani* (утилизација лактата); *Lactobacillus casei* и *Saccharomyces cerevisiae* (рибофлавин – “niacinlike” factor); *Proteus vulgaris* и *S. cerevisiae*; сиреви са површинском мажом – лактат искориштавају *Debaryomyces hansenii* и *Geotrichum candidum* – деацидификација површине и раст *Arthrobacter spp.*, *Brevibacterium linens*, *Corynebacterium ammoniagenes* и стафилококе

АМЕНСАЛИЗАМ - АНТАГОНИЗАМ

- Однос штетан по једну врсту, без ефекта по другу

ПРИМЕРИ:



- Бактериоцини БМК – доминација продуцентата бактериоцина али и стабилна коегзистенција између продуцентата бактериоцина и на бактериоцине неосетљиве ћелије МО
- “KILLER” феномен квасаца – аналогија бактериоцинима код БМК
- Инхибиција пропионибактерија од стране ФХЛ; лактобацили метаболишу цитрат, стварајући диацетил, ацетат и формат који делују инхибиторно на пропионибактерије
- Већина врста *Enterobacteriaceae* и поједине БМК аглутинирају *Saccharomyces cerevisiae* реакцијом са манопротеинима квасаца

НЕСПЕЦИФИЧНИ АМЕНЗАЛИЗАМ – продукција органских киселина током ферментације, H_2O_2 , диацетила

КОМПЕТИЦИЈА

- Интеракција две врсте (популације) тако да се такмиче за исти храњиви супстрат и/или исти извор Е ...
- Извори С многоструки и присутни у високим концентрацијама; N је лимитирајући- конкуренција за слободне АК и мале пептиде, а касније и за пептиде ослобођене акцијом протеолитичких ензима
- Два могућа исхода: принцип компетитивног искључења, али и могућа коегзистенција

COMPETITION IS A FACT OF MODERN LIFE

NIH-PA Author Manuscript

NIH-PA Author Manuscript

Nat Rev Microbiol. 2010 January ; 8(1): 15–25. doi:10.1038/nrmicro2259.

Bacterial competition: surviving and thriving in the microbial jungle

Michael E. Hibbing¹, Clay Fuqua¹, Matthew R. Parsek², and S. Brook Peterson²

¹Department of Biology, Indiana University, Bloomington, IN 47405

²Department of Microbiology, University of Washington, Seattle, WA 98195

Preface

Most natural environments harbor a stunningly diverse collection of microbial species. Within these communities, bacteria compete with their neighbors for space and resources. Laboratory experiments with pure and mixed cultures have revealed many active mechanisms by which bacteria can impair or kill other microbes. Additionally, a growing body of theoretical and experimental population studies indicate that the interactions within and between bacterial species can profoundly impact the outcome of competition in nature. The next challenge is to integrate the findings of these laboratory and theoretical studies, and to evaluate the predictions they generate in more natural settings.

Introduction

Examples of true charity and altruism in human societies are highly lauded, and rightfully so, but are far from the norm. Competition is a fact of modern life, with individuals and institutions vying to gain advantage in terms of finances, material resources, and status. In capitalist societies, competition is thought to continually hone the attributes of competing entities, improving their efficiency and defining their activities and structure. The high level of competition in human society in many ways mirrors the comparatively ancient and complex interactions observed at virtually every level in the natural world. The battle for resources through which organisms survive and pass on genes to the next generation can often be fierce and unforgiving. This leads to natural selection, which provides the driving force for innovation and diversification between competing organisms ¹.

Local dispersal promotes biodiversity in a real-life game of rock–paper–scissors

Benjamin Kerr*, Margaret A. Riley†, Marcus W. Feldman* & Brendan J. M. Bohannan*

* Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, California 94305, USA

† Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University, New Haven, Connecticut 06511, USA

One of the central aims of ecology is to identify mechanisms that maintain biodiversity^{1,2}. Numerous theoretical models have shown that competing species can coexist if ecological processes such as dispersal, movement, and interaction occur over small spatial scales^{1–10}. In particular, this may be the case for non-transitive communities, that is, those without strict competitive hierarchies^{3,6,8,11}. The classic non-transitive system involves a community of three competing species satisfying a relationship similar to the children's game rock–paper–scissors, where rock crushes scissors, scissors cuts paper, and paper covers rock. Such relationships have been demonstrated in several natural systems^{12–14}. Some models predict that local interaction and dispersal are sufficient to ensure coexistence of all three species in such a community, whereas diversity is lost when ecological processes occur over larger scales^{6,8}. Here, we test these predictions empirically using a non-transitive model community containing three populations of *Escherichia coli*. We find that diversity is rapidly lost in our experimental community when dispersal and interaction occur over relatively large spatial scales

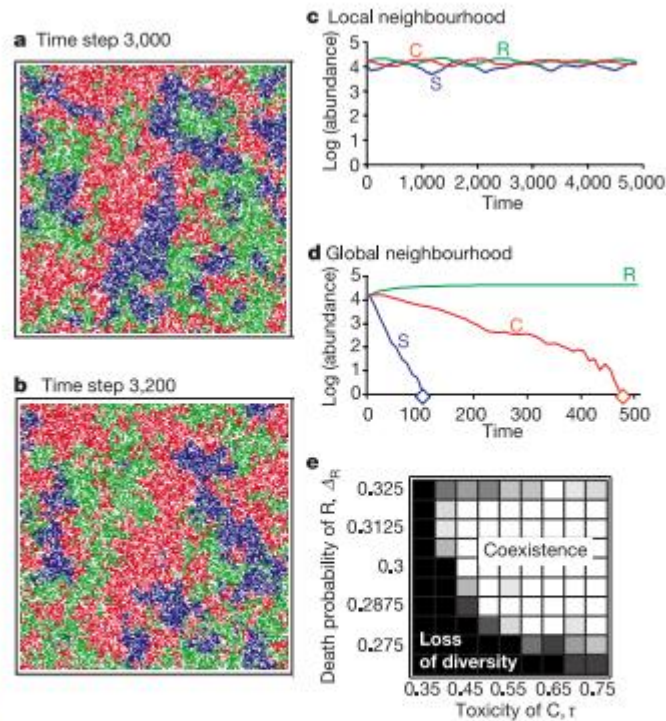


Figure 1 Predictions of the lattice-based simulation (see Box 1). **a, b**, Snapshots of the lattice in a simulation with a local neighbourhood at times 3,000 (**a**) and 3,200 (**b**). The unit of time is an 'epoch', equal to 62,500 lattice point updates (an epoch is the average turnover of any given lattice point in the 250 × 250 grid). The strains are colour-coded as follows: C is red, S is blue and R is green; empty lattice points are white. **c**, The complete community dynamics for the same simulation run. **d**, Community dynamics for a simulation with a global neighbourhood. The abundances in **c** and **d** are log transformed. When the abundance of a strain goes to zero, we represent this event with a diamond on



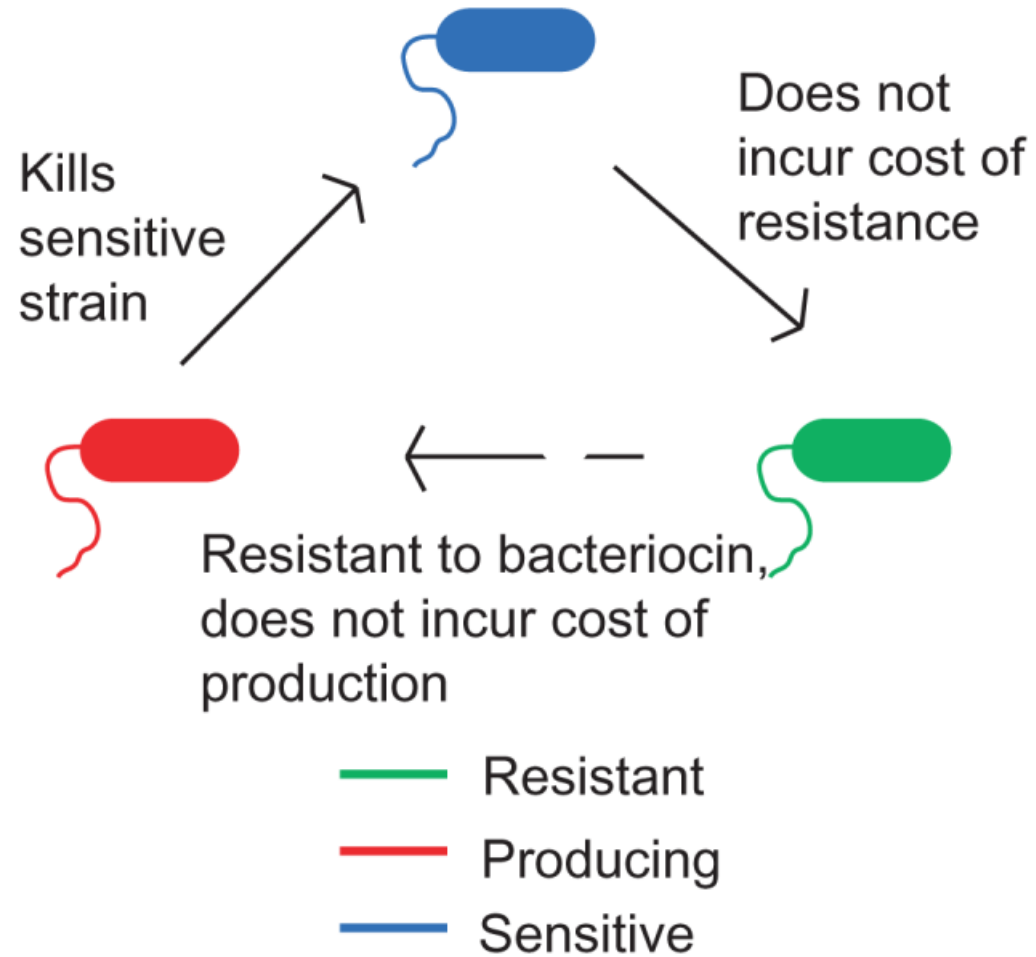


Figure 2. Non-transitive competition networks

A model *Escherichia coli* non-transitive competition network, first described in ref. ¹⁷. A strain producing a colicin toxin (red) outcompetes a sensitive strain (blue), which outcompetes a resistant strain (green), which in turn outcompetes the producing strain.