

Ökológia alapjai I.

- <http://zeus.nyf.hu/~szept/kurzusok.htm>
- Tankönyv:
 - Gallé László (2013) Ökológia. JATEPress
www.doksi.hu
 - Pásztor Erzsébet és Oborny Beáta (szerk). 2007.
Ökológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Ajánlott irodalom:
 - Szentesi, Á., Török, J., Izsák, J. (2023) Állatökológia I.II. ELTE
[https://allatokologia.elte.hu/ELTE%20%C3%81llat%C3%B6kol%C3%B3gia%20k%C3%B6nyv_e-book%20\(2024\).pdf](https://allatokologia.elte.hu/ELTE%20%C3%81llat%C3%B6kol%C3%B3gia%20k%C3%B6nyv_e-book%20(2024).pdf)



Vizsga témakörök

1. Ökológia története, kérdései, alapelvei és főbb területei
2. A fajok előfordulását befolyásoló tényezők
3. Populáció fogalma, Populációökológiai vizsgálati módszerek Populációdinamikai paraméterek
4. Populációnövekedési modellek
5. Evolúció és ökológia
6. Fajok közötti kapcsolatok, Niche elmélet, kompetíciós modellek
7. Ragadozó-préda modell, táplálék hálózatok
8. Életközösségek és jellemzésük, A biológiai sokféleség
9. Ökológiai rendszerek anyag- és energia forgalma
10. Természetes és Mesterséges ökológiai rendszerek
11. Biodiverzitás csökkenés és a Globális klímaváltozás okai és következményei

Ökológia története, kérdései, alapelvei és főbb területei

Ökológiai története

Arisztotelész (ie. III. sz): mezei egér csapások (gradációk) az egerek magas szaporasága miatt vannak, amit a ragadozók nem tudnak csökkenteni. Csak a heves esőzések csökkenthetik a létszámukat.

Graunt (1662) Az emberi népesség szaporodási és halálozási rátái, ivar aránya és korstruktúrája kvantitatív mérésének fontossága a lakosság számának követésére. London lakossága 64 évente duplázódna bevándorlás nélkül.

- Leeuwenhoek (1687) gabonabogarak, döglegyek és emberi tetvek szaporodási rátáját vizsgálta. 1 pár döglégy 746,496 utódot képes produkálni három hónap alatt. Az első próbálkozás az állati populációk növekedési rátájának kalkulációjára



Ökológiai története

- Buffon (1756) Hasonló populációs folyamatok az embernél, állatoknál, növényeknél.

A fajok jelentős mértékű szaporodását, számos faktor korlátozhatja pl. A mezei egerek gradációját betegségek és táplálékhiány is kontrollálhatja – nem csak az esők (Arisztotelész), hanem biológiai faktorok

A populációk nagyságának szabályozásának problémáját vetette fel



- Malthus (1798) „Az élőlények száma négyzetesen nő míg a táplálék mennyisége csak lineárisan növekedhet. A táplálék által kontrolált az egyedszám.”



Ökológiai története

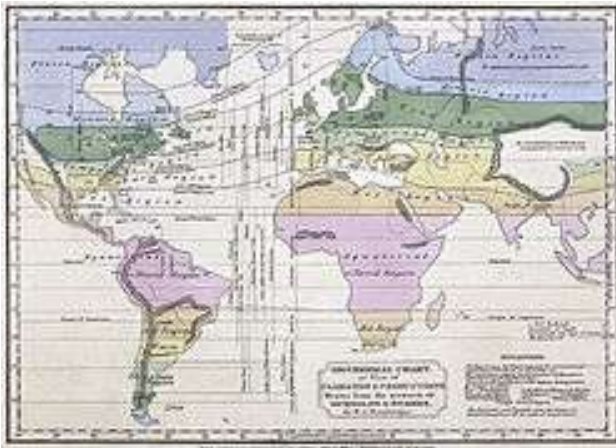
- Möbius (1877) közösségek a tengerpartokon, biocönózis fogalma



- Cowles (1899) Növényi szukcesszió



- Humboldt (XIX sz. közepe) Éghajlat és növényzeti zónák kapcsolatának leírása



Ökológiai története

- Darwin (1859) Természetes szelekció



A XX. sz. elejére a populációk és közösségek szintjén jelentkező alapvető törvényszerűségek felismerése révén az ökológia elindult a tudománnyá fejlődés útján. Gyökerei a Természetismeret (Natural History), emberi demográfia, biometria, és a mezőgazdaság és orvostudomány alkalmazott problémáin alapulnak.

Megfogalmazása:

A szót először Henry Thoreau használta 1858-ban, definíció nélkül

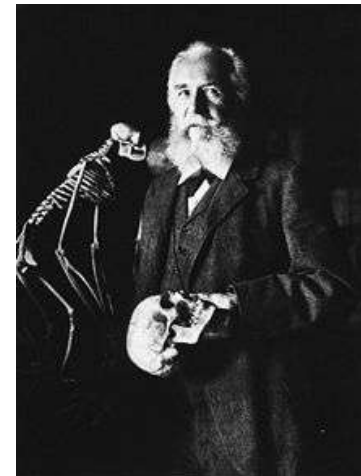


Haeckel (1869): Az ökológiai az élőlények kapcsolatát vizsgálja azok élő és élettelen környezetével. -> **Túl általános megfogalmazás !**

Fiziológia

Genetika Ökológia Etológia

Evolúciótan



Elton (1927): Tudományos természetismeret



Odum (1963): A természet struktúrájának és funkciójának ismerete



Andrewartha (1961): Az élőlények egyedszámának és eloszlásának tudományos vizsgálata - statikus, kihagyja a kapcsolat feltételezését



Krebs (1985): Az ökológia azon interakciók (kölcsönhatások) vizsgálatának tudománya, amely interakciók meghatározzák az élőszervezetek eloszlását és egyedszámát. Hol, mikor, mennyi és miért.



▪

Juhász-Nagy Pál (1970):

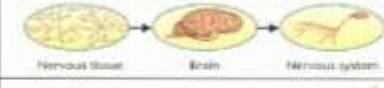


- Bizonyos szupraindividuális (SIO, **Szupra**Individuális **O**rganizáció) jelenségek érdeklik
- Vizsgálati alapegysége a populáció

Biológiai organizáció szintjei



13 **FIGURE 1-21 LEVELS OF ORGANIZATION**

Biosphere	The part of Earth that contains all ecosystems	
Ecosystem	Community and its nonliving surroundings	
Community	Populations that live together in a defined area	
Population	Group of organisms of one type that live in the same area	
Organism	Individual living thing	
Groups of Cells	Tissues, organs, and organ systems	
Cells	Smallest functional unit of life	
Molecules	Groups of atoms; smallest unit of most chemical compounds	

▪

Juhász-Nagy Pál (1970):

- Bizonyos szupraindividuális jelenségek érdeklik
- Vizsgálati alapegysége a populáció

Centrális (null) hipotézis:

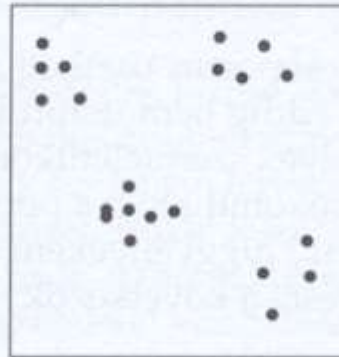
Bárhon, bármikor, bármilyen populáció a természetben bármilyen mennyiségben megtalálható.

Centrális tény: a CH hamis

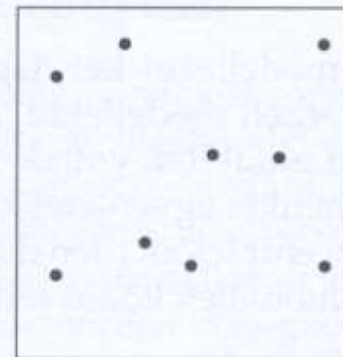
Centrális probléma: Milyen mértékben és miért hamis

2. ábra A populációmintázatok
típusai.

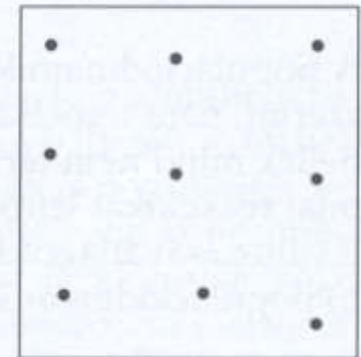
aggregált



random



szegregált



▪
Juhász-Nagy Pál (1970):

- Bizonyos szupraindividuális jelenségek érdeklik
- Vizsgálati alapegysége a populáció

Centrális hipotézis:

Bárhon, bármikor, bármilyen populáció a természetben bármilyen mennyiségben megtalálható.

Centrális tény: a CH hamis

Centrális probléma: Milyen mértékben és miért hamis

Milyen mértékben, **deviációs alapkérdés – szünfenobiológia**

Miért, **kényszerfeltételi alapkérdés – ökológia**

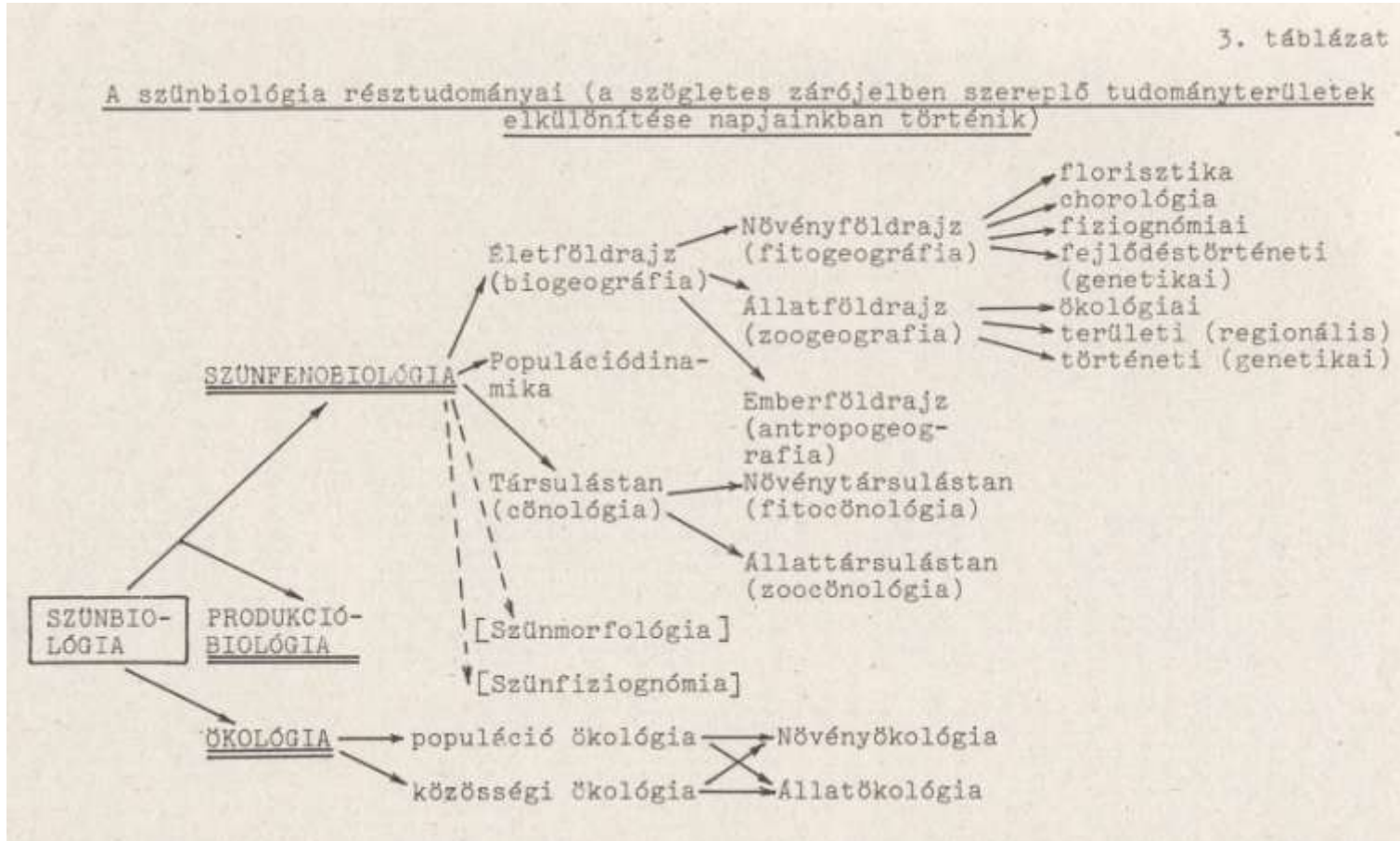
Szünbiológia (Ecology): szünfenobiológia és ökológia együtt

A szünbiológia - Ecology tárgyalja mindkét kérdést

szünfenobiológia - milyen mértékben

- biogeográfia
- populációdinamika
- társulástan
- produkcióbiológia

ökológia – miért



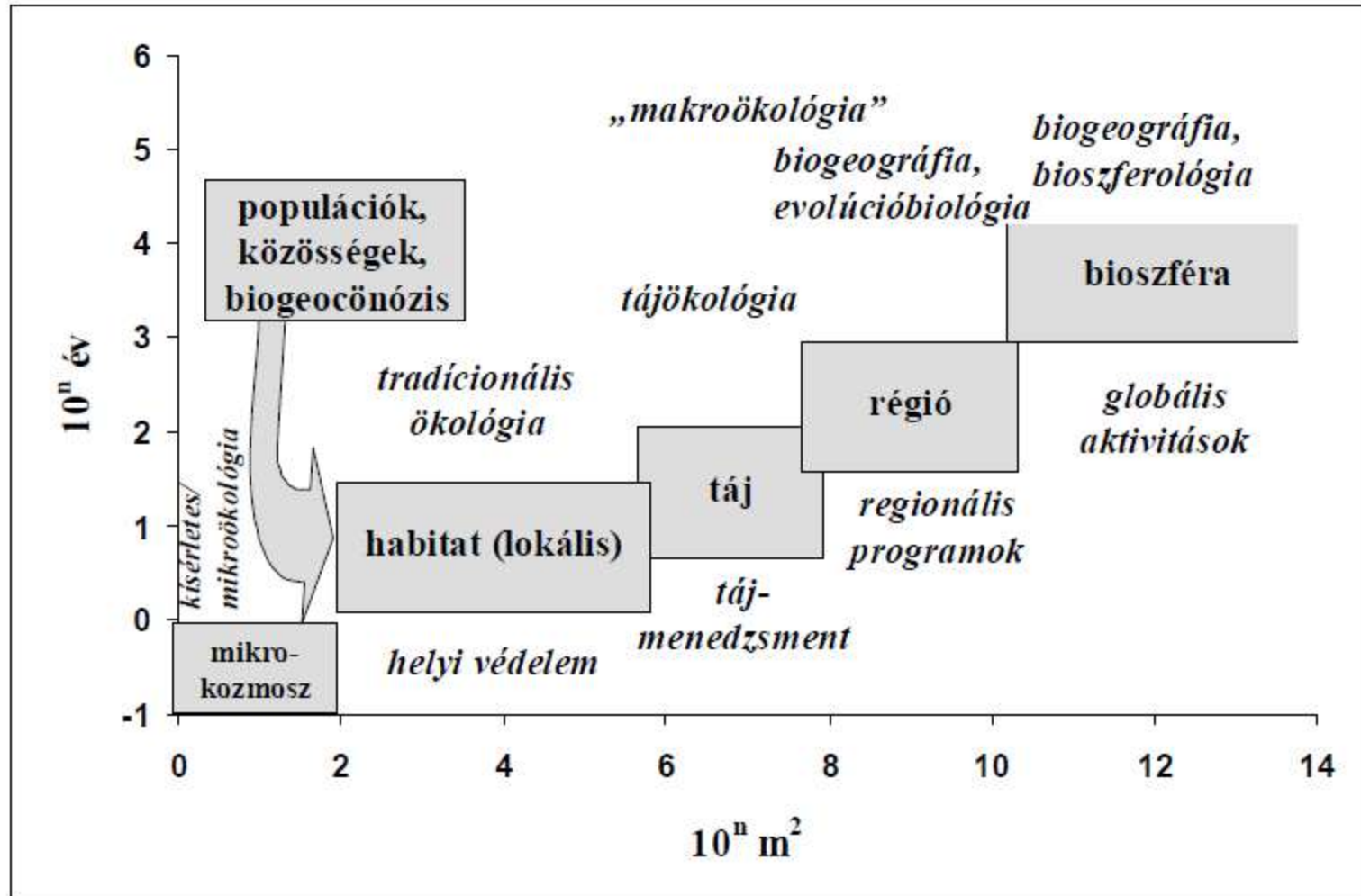
Az ökológia fogalma az MTA Ökológiai Bizottsága megfogalmazása alapján

A biológiához, azon belül pedig az egyedfeletti (szupraindividuális) szerveződési szintekkel foglalkozó szünbiológiához tartozó tudományág.

Tárgya: a populációkra és populáció kollektívumokra hatást gyakoroló "ökológiai-környezeti" és az ezeket a hatásokat fogadó és ezekre reagáló "ökológiai-tűrőképességi" tényezők közvetlen összekapcsoltságának (komplementaritásának) vizsgálata.

Feladata: azoknak a limitálással irányított (szabályozott és vezérelt) jelenségeknek és folyamatoknak (pl. együttélés, sokféleség, mintázat, anyagforgalom, energiaáramlás, produktivitás, szukcesszió stb.) a kutatása, amelyek a populációk és közösségeik tér-időbeni mennyiségi eloszlását és viselkedését (egy adott minőségi állapothoz kapcsolható változásokat) ténylegesen okozzák.

Tér és idő léptékek az ökológiában



Ökológiai alapelvek - a véletlentől való eltérés okainak feltárásához

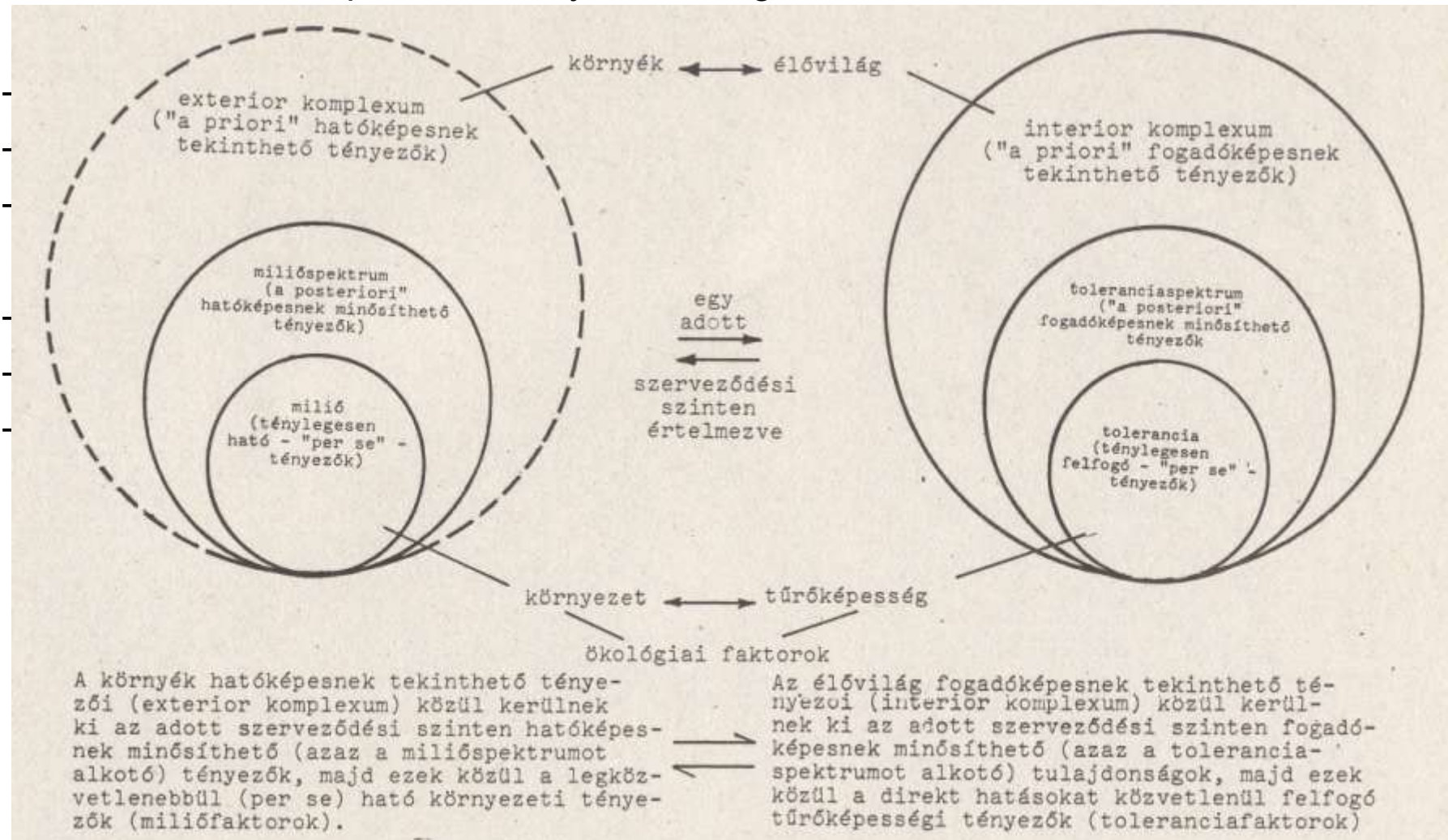
1. Általános indikáció elve

- indikátor (élőlények)
- indikandum, amit az indikátorok jeleznek



2. Komplementáció elv

- külső és belső környezet együttes kapcsolata
- ható és hatást érzékelő
- exterior-interior komplexum, környék-élővilág



10. ábra: A környezet-tolerancia fogalom pár értelmezése (Jakucs-Dévai-Précsényi 1985. nyomán)

▪
Külvilág - környezet és nem környezet

Ökológiai környezet : a külvilág valamely szupraindividuális biológiai objektumra ténylegesen és közvetlenül ható elemeinek halmaza

Környék - topológiai környezet

Élőhely (habitat, biotóp): az a terület, ahol megfigyeléseink szerint a vizsgált szupraindividuális biológiai objektum előfordul

3. Multiplurális környezeti elv

Ökológiai környezetek sokasága egy adott topológiai és idő térben

4. Limitációs elv

- környezeti tényezők együttesen hatnak, szinergikus, bármelyik, amely eléri a tűrőképesség határát limitálónak válik. Liebig-féle limitációs elv.

Ökológiai vizsgálatok főbb típusai

- **Leíró**

Természetismeret, populációk, közösségek és azok kapcsolatának leírása

- **Funkcionális**

A kapcsolatok feltárására törekszik, igyekszik azonosítani és elemezni a térben és időben azonos jellegű folyamatokat, jellemzőket. A legközelebbi (proximális) okok felderítése. Hogyan működik a rendszer ?

- **Evolúciós**

Az alapvető-történeti okok feltárása. A természetes szelekció miért részesíti előnyben az adott ökológiai megoldást ?

Hiányosságai: Leíró-el lehet benne veszni; Funkcionális- jelentősen eltávolodhat a valóságtól; Evolúciós-nehezen tesztelhető hipotézisek

Ökológiai vizsgálatok főbb típusai

Növény és Állatökológia

Az állatok mobilisek, lényegesen több interakcióval

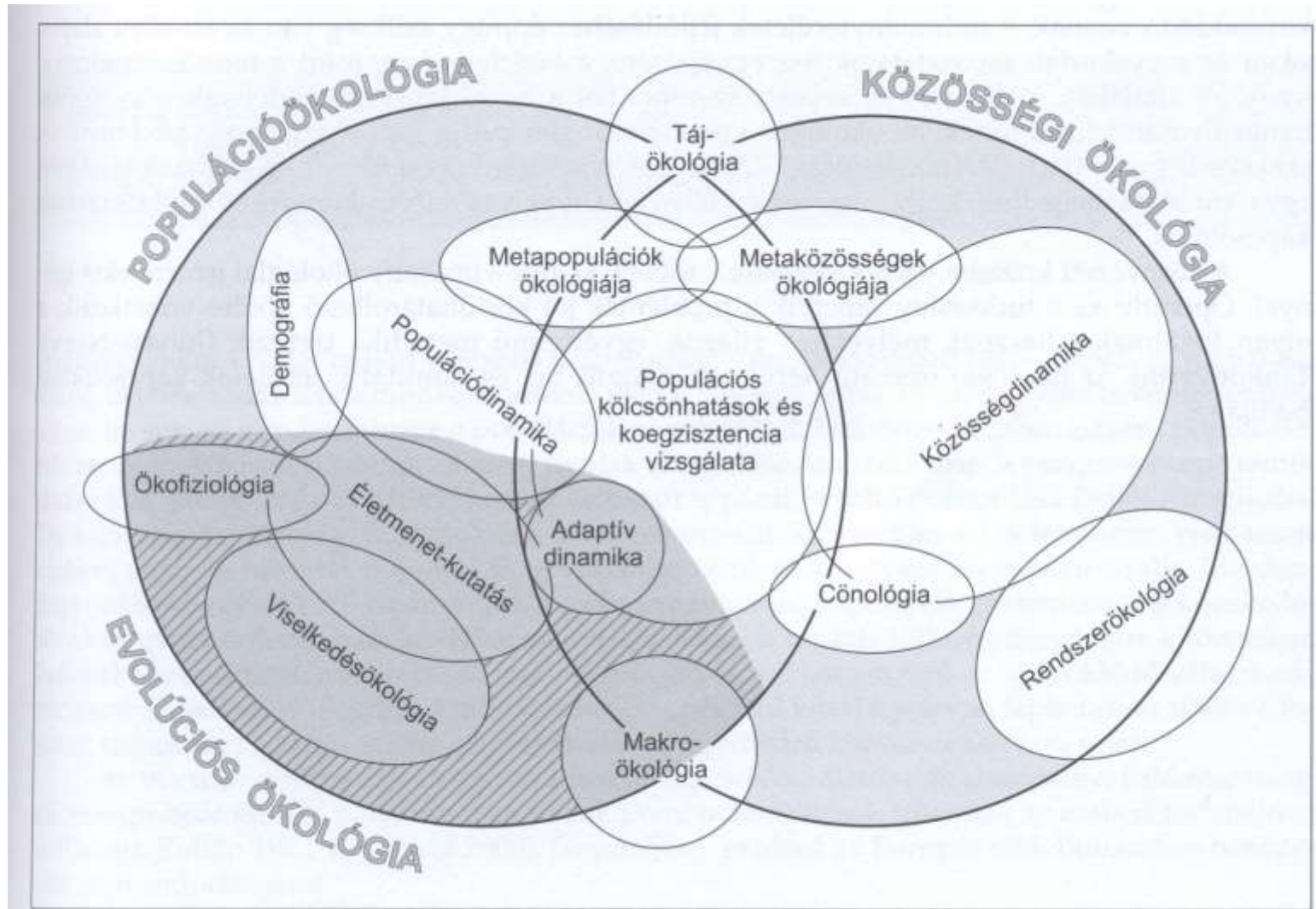
Hidro és teresztris ökológia

Viselkedésökológia

Vizsgálati módszerek

- Terepi megfigyelés
- Kísérletezés
- Modellezés

Főbb ökológiai kutatási területek



Az ökológiai kutatások főbb területei. Az ábra nem törekszik teljességre.

A fajok előfordulását befolyásoló tényezők

Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?



4. ábra A diszjunkt areájú feketefenyő (*Pinus nigra*) elterjedési térképe (MEUSEL, JÄGER és WEINERT 1965 nyomán).

Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?

Nem elérhető terület igen ← **Diszperzió** → nem



Diszperzió

- Gyilkos méhek szétterjedése Dél-Amerikában

Diszperzió: szétterjedés, irányítatlan mozgás

Migráció: egyirányba történő csoportos vándorlás

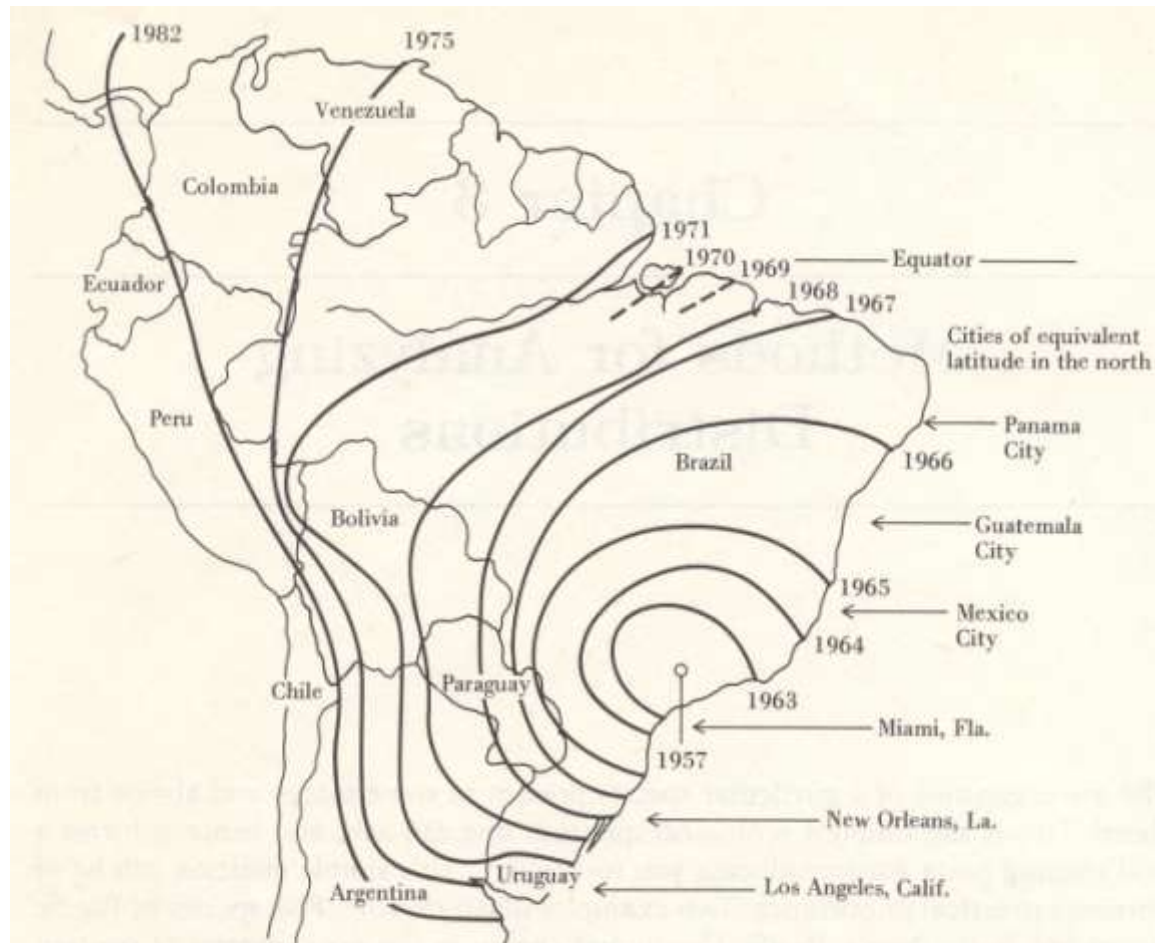


Figure 3.1 Spread of the African honey bee in South America since 1956. Southward and westward expansion has been slight since 1971. Further northward spread is occurring. (After Michener 1975 and personal communication.)

Diszperzió

A biogeográfia területe

Seregély észak-amerikai betelepítése

1850-1889 között több helyszínen, de sikertelen

1918-ban New Yorkban 80 hím+80 tojó, de csak 10 év múlva terjedt el

A fiatal egyedek a legfontosabb szereplők.

Típusai:

- Diffúz
- Ugrásszerű
- A diffúzió evolúciós skálán történik



Akadályok (barrier) szerepe

(Tengerek, sivatagok, magashegységek,...stb)

Megtelepedés és kihalás, a diszperzió sajátja

Evolúciós időben, Dél-Amerikai erszényesek (oposszum)

Miért jó a diszperzió ?

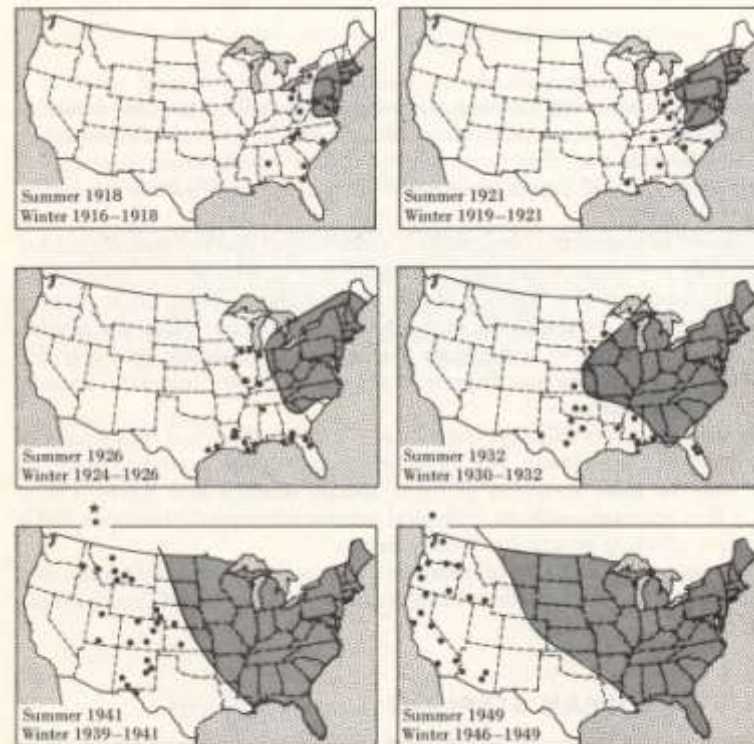
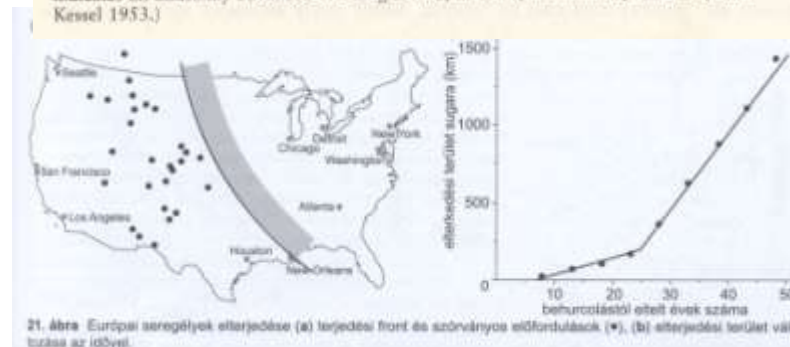


Figure 4.1 Westward expansion of the range of the starling. The shaded area shows the approximate breeding range for a given summer; the dots indicate winter occurrences outside the breeding range for the same year and two or three previous years. The star indicates an unusually advanced breeding record, in 1934, at Camrose, Alberta. (After Kessel 1953.)



21. ábra: Európai seregélyek elterjedése (a) terjedési front és szóróvíznyi időfordulatai (*), (b) elterjedési terület változása az idővel.

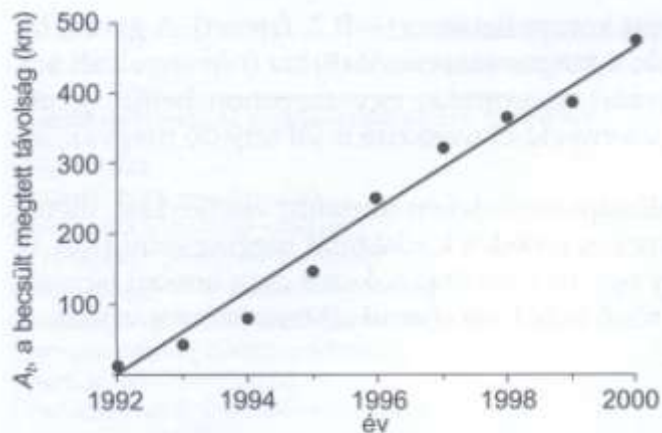
Főként az ideiglenes élőhelyeket használó csoportoknál jelentős mértékű pl. gyomok.



Levéltetű szárnyas, szárnyatlan
típusok, kedvezőtlen-kedvező
körülményekhez való
alkalmazkodás (szárnyas
forma nagyobb diszperziós
képesség)



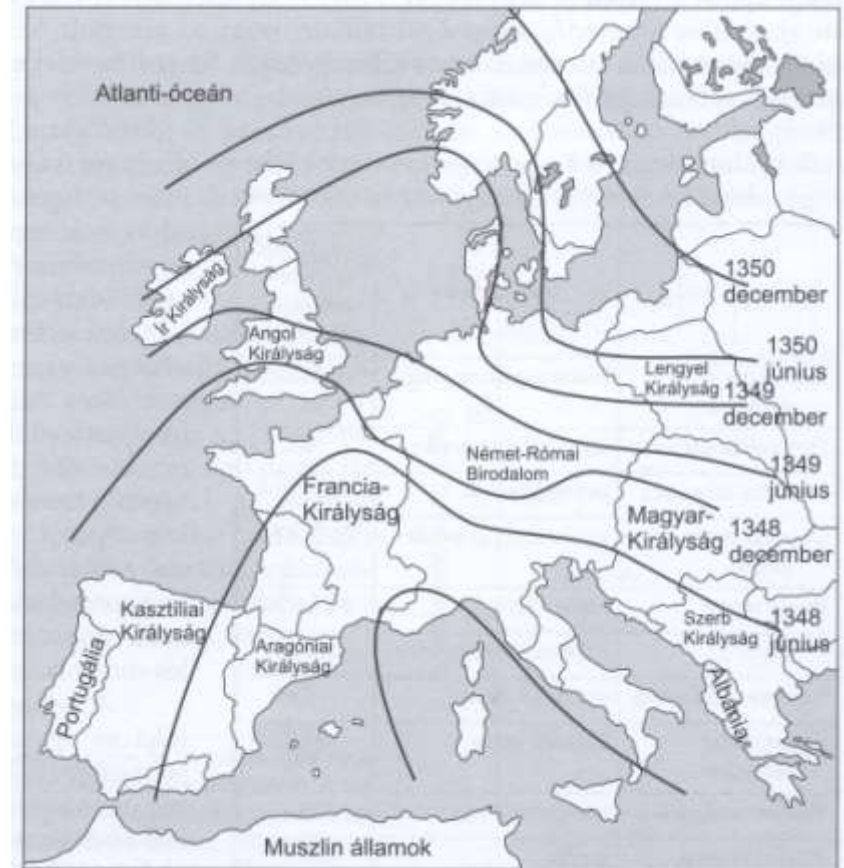
Terjedés sebessége



15. ábra Az amerikai kukoricabogár terjedési sebessége. A pontokra illesztett egyenes a variancia 98%-át magyarázza.

3. táblázat Megfigyelt terjedési sebességek különböző fajok esetén (GROSHOLZ 1996 nyomán).

Latin név	Magyar név	Megfigyelt terjedési sebesség (km/év)
<i>Impatiens glandulifera</i>	bíbor nebáncsvirág	9,4–32,9
<i>Lymantria dispar</i>	erdei gyapjaslepke	9,6
<i>Ondatra zibethica</i>	pézsmapocok	0,9–25,4
<i>Oulema melanopus</i>	vetésfehérítő bogár	26,5–89,5
<i>Pieris rapae</i>	répapillangó	14,7–170
	róka veszettség vírus	30–60
<i>Sciurus caroliensis</i>	szürke mókus	7,66
<i>Streptopelia decaocto</i>	balkáni gerle	43,7
<i>Sturnus vulgaris</i>	seregély	200
<i>Yersinia pestis</i>	pestis	400



14. ábra A pestisjárvány terjedése Európában 1347 és 1350 között. A görbék az elterjedési terület határát jelzik a feltüntetett időpontokban (LANGER 1964).

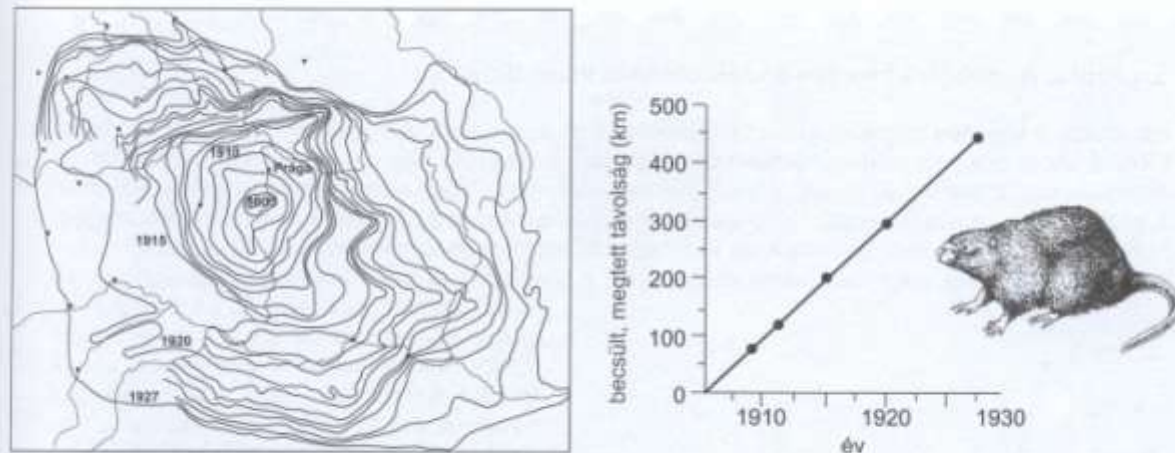
Diszperzió

Invázió

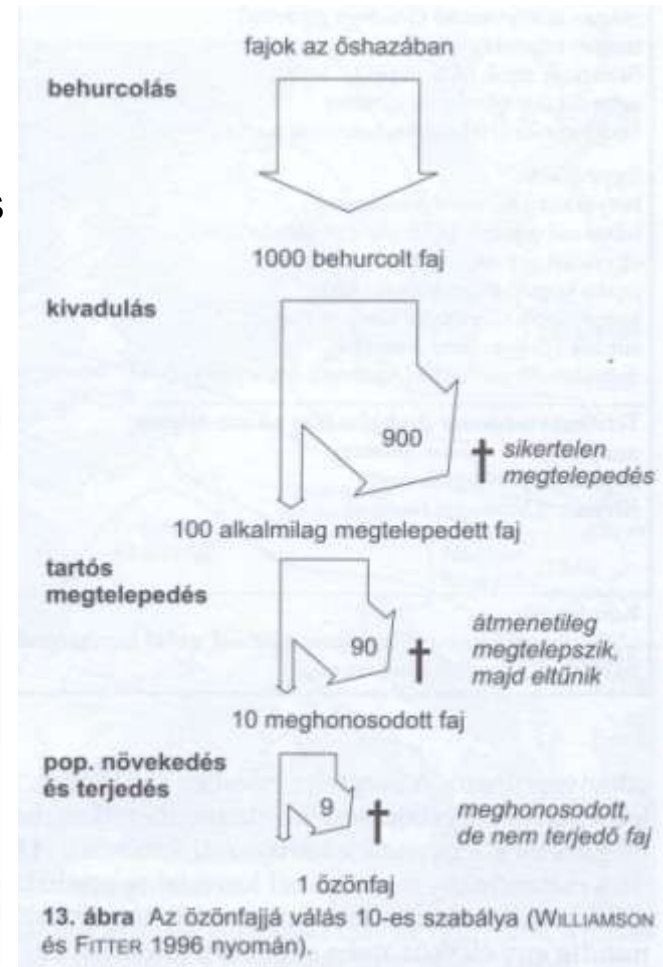
Az ember tudatos vagy az emberi tevékenység közvetett hatására- a faj természetes terjedési akadályait megkerülve jut be új területekre, ahol nagy számban szaporodik – Özönfajok

A meghonosodott fajok kb. 10%-a válik özönfajjá

Az özönfajok (invazív fajok) jelentős természetvédelmi és Gazdasági problémát jelentenek (pl. nílusi sügér, parlagfű, burgonyabogár,...stb)



16. ábra A Prága közelében elengedett 5 darab észak-amerikai eredetű fakó pénzmapocok (*Ondatra zibethica*) egyed által alapított populáció terjedése Közép-Európában 1905 és 1927 között. A kör sugara 11,8 km-rel nőtt évente (CASE 1979 nyomán)



2. táblázat Példák özönnövényekre és behurcolt kártevőkre Magyarországon
(BALOGH és mtsai 2004, TÖRÖK és mtsai 2003, BOTTA-DUKÁT és mtsai 2004 nyomán).

Természetvédelmi problémákat okozó növények: Fásszárúak akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) bálványfa (<i>Ailanthus altissima</i>) gyalogakác (<i>Amorpha fruticosa</i>) kései meggy (<i>Prunus serotina</i>) keskenylevelű ezüstfa (<i>Elaeagnus angustifolia</i>) nyugati ostorfa (<i>Celtis occidentalis</i>) parti szőlő (<i>Vitis riparia</i>) vadszőlő fajok (<i>Parthenocissus</i> spp.) vörös kőris (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>) zöld juhar (<i>Acer negundo</i>) Évelő lágyszárúak alkörmös (<i>Phytolacca americana</i>) hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) kanadai aranyvessző (<i>Solidago canadensis</i>) kaukázusi medvetalp (<i>Heracleum mantegazzianum</i>) magas aranyvessző (<i>Solidago gigantea</i>) magas kúpvirág (<i>Rudbeckia laciniata</i>) őszirózsa fajok (<i>Aster</i> spp.) selyemkóró (<i>Asclepias syriaca</i>) vadcsicsóka (<i>Helianthus tuberosus</i> agg.) Egyévesek: betyárkóró (<i>Conyza canadensis</i>) bíbor nebáncsvirág (<i>Impatiens glandulifera</i>) egynyári seprence (<i>Erigeron annuus</i>) japán komló (<i>Humulus scandens</i>) keresztlapu (<i>Erechtites hieracifolia</i>) süntők (<i>Echinocystis lobata</i>) ürömlevelű parlagfű (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	Mezőgazdasági gyomok : Évelő lágyszárú: selyemkóró (<i>Asclepias syriaca</i>) Egyévesek: átoktüske (<i>Cenchrus incertus</i>) betyárkóró (<i>Conyza canadensis</i>) fenyércirok (<i>Sorghum halepense</i>) gyomkőles (<i>Panicum miliaceum</i> subsp. <i>ruderales</i>) hajszálagú kőles (<i>Panicum capillare</i>) íva (<i>Iva xanthiifolia</i>) karcsú disznóparéj (<i>Amaranthus chlorostachys</i>) kicsiny gombvirág (<i>Galinsoga parviflora</i>) olasz szerbtövis (<i>Xanthium italicum</i>) selyemmályva (<i>Abutilon theophrasti</i>) szőrös disznóparéj (<i>Amaranthus retroflexus</i>) szúrós szerbtövis (<i>Xanthium spinosum</i>) ürömlevelű parlagfű (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)
Természetvédelmi problémákat okozó állatok: muflon (<i>Ovis ammon ammon</i>) naphal (<i>Lepomis gibbosus</i>) ciffrák (<i>Orconectes limosus</i>)	Állati kártevők: burgonyabogár (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) fehér medvelepke (<i>Hyphantria cunea</i>), szőlőgyökértetű vagy filoxéra (<i>Viteus vitifolii</i>) amerikai kukoricabogár (<i>Diabrotica virgifera</i>) vadgesztenye aknázómoly (<i>Cameraria ohridella</i>)
Kórokozók: szőlő peronoszpóra (<i>Plasmopara viticola</i>), szőlő lisztharmat (<i>Uncinula necator</i>), almástermésűek tűzelhalását okozó baktérium (<i>Erwinia amylovora</i>).	

Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?

Nem elérhető terület igen ← **Diszperzió** → nem



Habitat igen ← **Magatartás** → nem

Szelekció



Habitat (élőhely) szelekció -

Sok esetben az adott helyen élhetne az élőlény, de ennek ellenére mégsem választja.

Malária szúnyog, nyitott-fedett sűrű növényzetű tavak, akadályok a felszínen, 30 cm magasabb növényzet a vízfelszíne felett, a nőstény a petézést közvetlenül megelőzően a víz felett a levegőben rituális táncot jár, és erre már nem alkalmas a magasra növő növényzet



Bíbic, a szürkés-barna színű mezőket választja inkább kora tavasszal



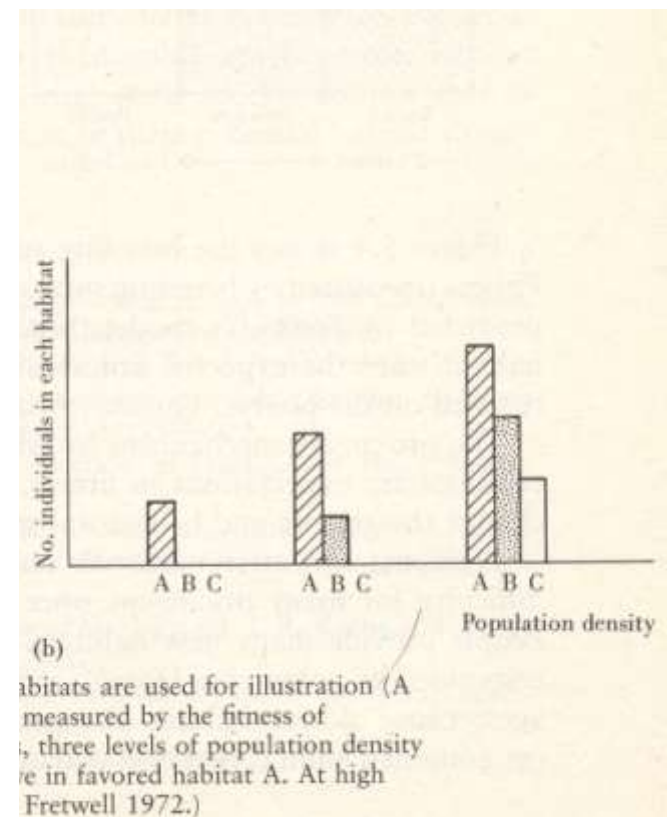
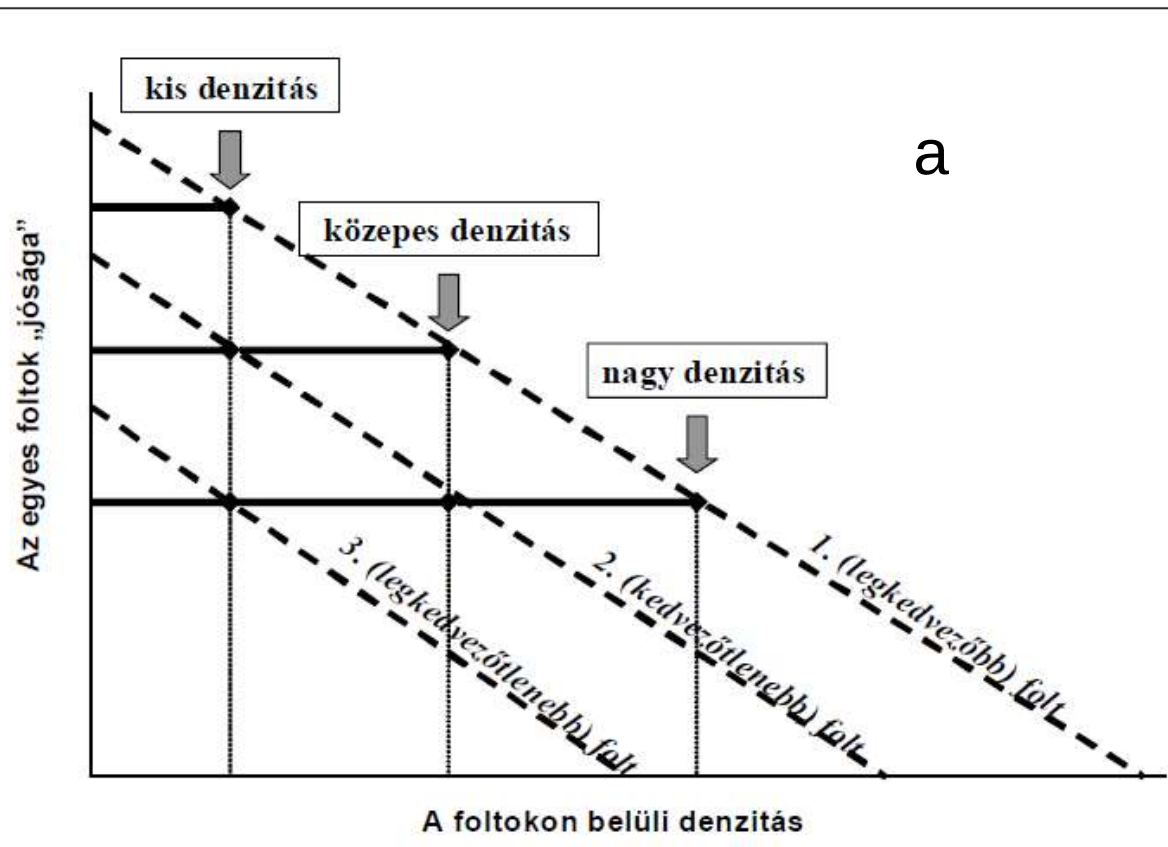
Erdei és mezei pityerek - erdei pityernek mező kell, ahol van néhány magas fa.



Habitat szelekció

Fretwell (1972) Ideális szabadeloszlás modellje három különböző minőségű élőhely esetén

Vízszintes tengely a populáció sűrűsége, Függőleges tengely az élőhely alkalmassága (a) ábra, (b), Az egyedek száma az adott élőhelyen (b) ábra, Élőhelytípusok: 1. A, 2. B, 3. C, ahol 1. A legjobb, 3. C a legkevésbé alkalmas



Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?

Nem elérhető terület igen ← **Diszperzió** → nem



Habitat igen ← **Magatartás** → nem

Szelekció



Igen ← **Más faj** → nem

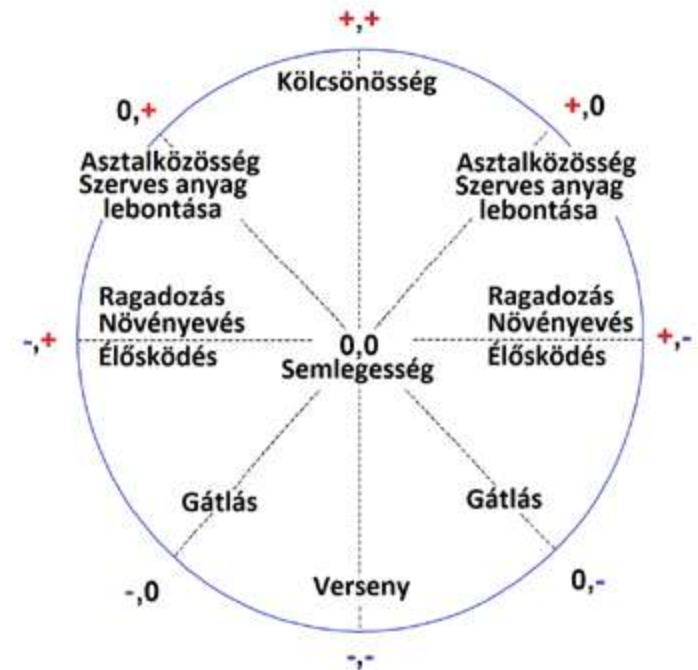
Predáció

Kompetíció

Parazitizmus

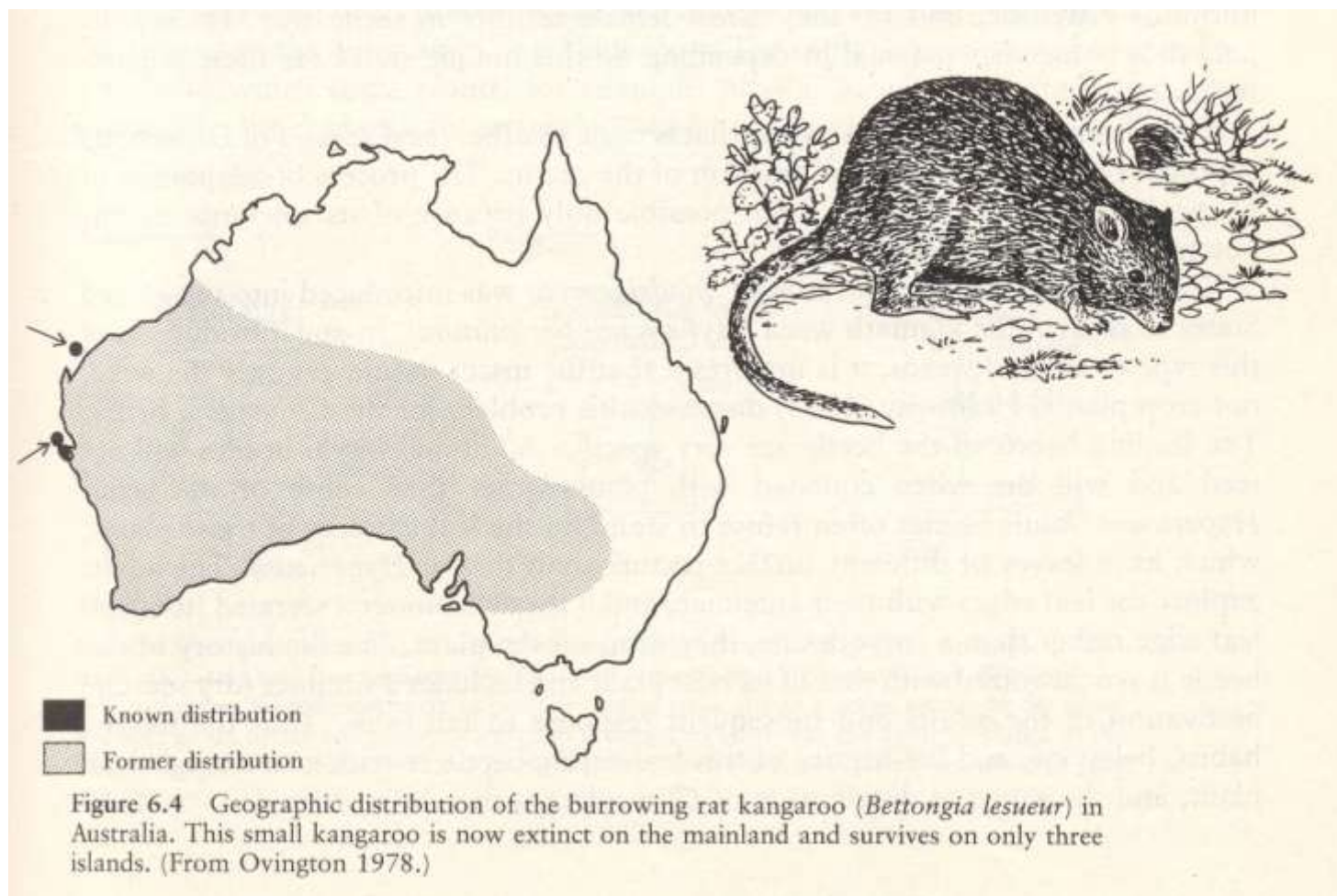
Betegség

Mutualizmus



Más élőlényekkel való kapcsolat szerepe

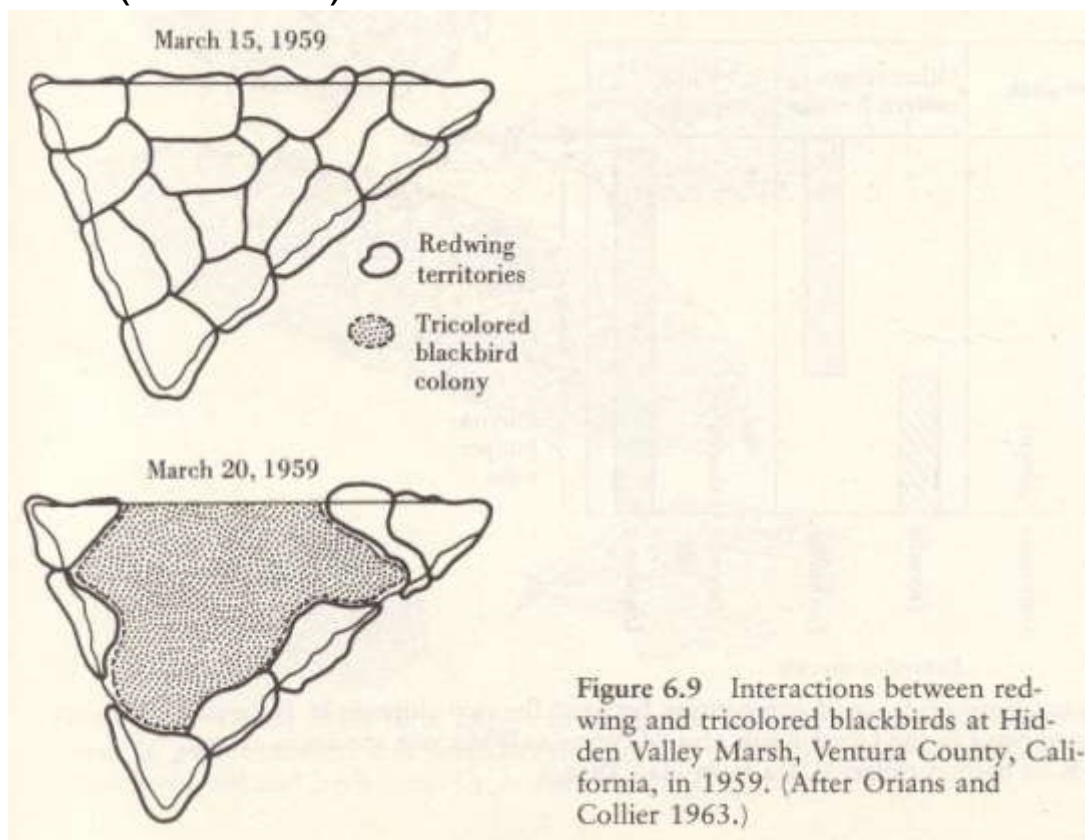
Ausztrál patkánykenguru előfordulása (szürke terület) a kontinens felfedezése előtt és jelenleg (fekete pontok) – róka (predáció) és üregi nyúl (kompetíció) hatása



Más élőlényekkel való kapcsolat szerepe

Kompetíció

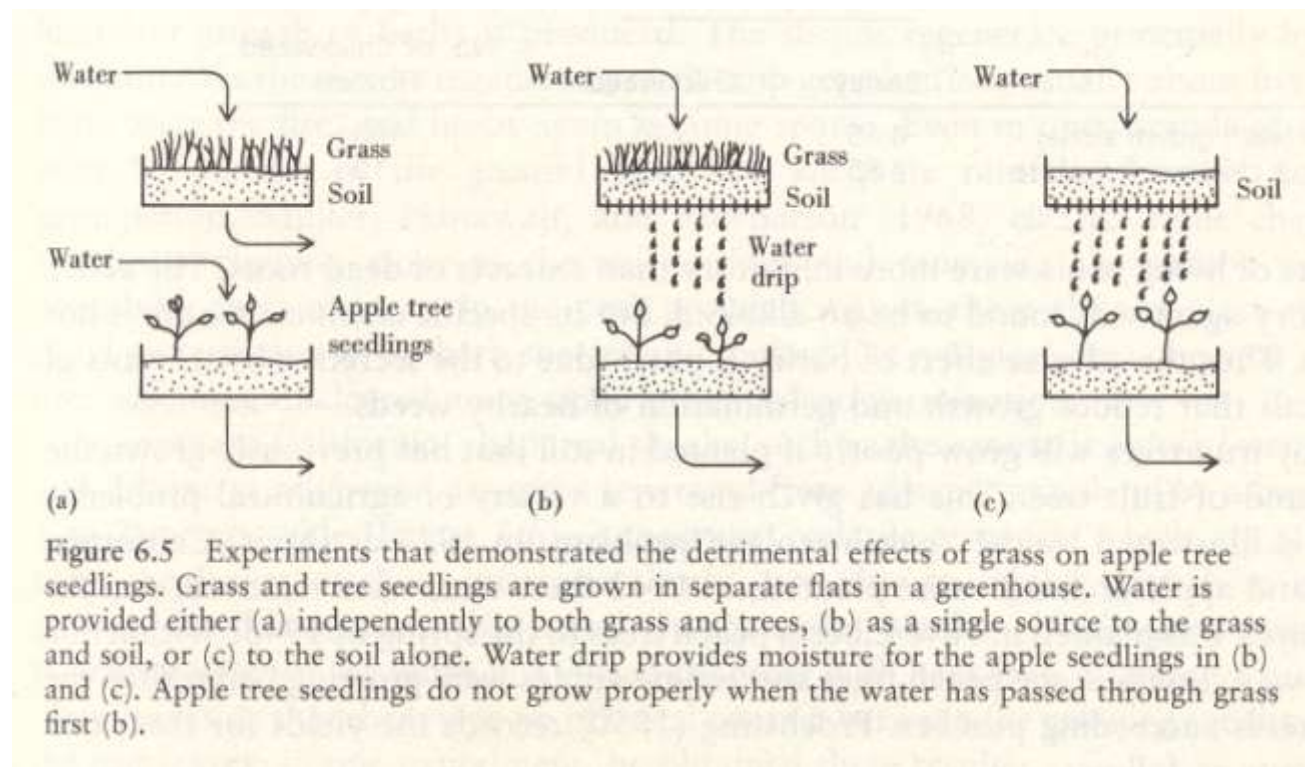
Piros szárnyú csiröge (Redwing) territóriumok (felső ábra) mielőtt a háromszínű csiröge (Tricolored blackbird) faj egyedei megérkeznek, majd azt követően (alsó ábra).



Más élőlényekkel való kapcsolat szerepe

Allelopátia

fű-almafa, alma-barack, dió, Kaliforniában chaparral- tűz után gyors fejlődés, majd ismét kevés mag kikelés



Más élőlényekkel való kapcsolat szerepe

Parazitizmus

Pl. Szúnyogok és rénszarvasok a tundrán

Mutualista kapcsolat

Pl..

Az *Acacia cornigera* (Leguminosae) megduzzadt, üreges tövisei a mutualista *Pseudomyrmex ferruginea* (Formicidae) fészkeinek adnak otthont.

(B) A *Cecropia*-fajok szárán található zsírokban gazdag gyöngytetecskék az *Azteca* hangyafajok tápláléka



Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?

Nem elérhető terület igen ← **Diszperzió** → nem



Habitat igen ← **Magatartás** → nem

Szelekció



Igen ← **Más faj** → nem

Predáció



Parazitizmus



Kompetíció



Betegség



Mutualizmus



Fizikai Kémiai faktorok

Hő

Víz

Fény

Oxigén

Talaj szerkezet

Só tartalom

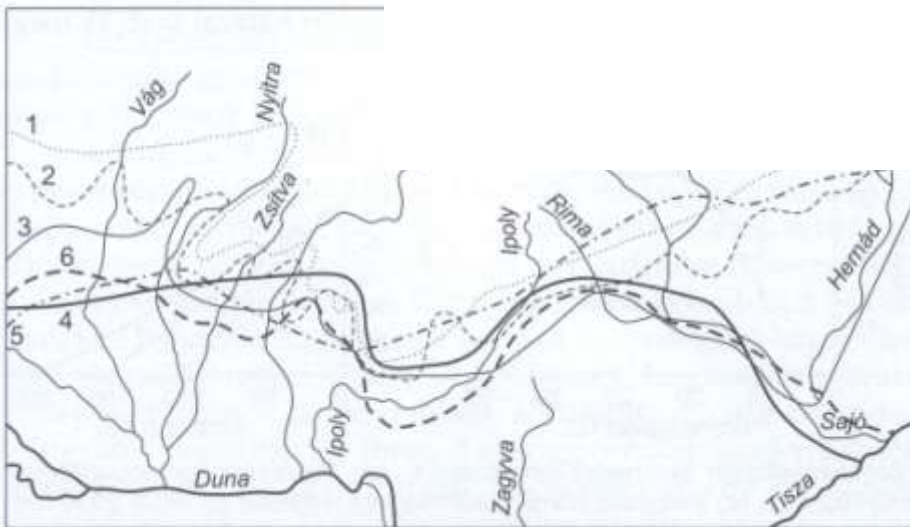
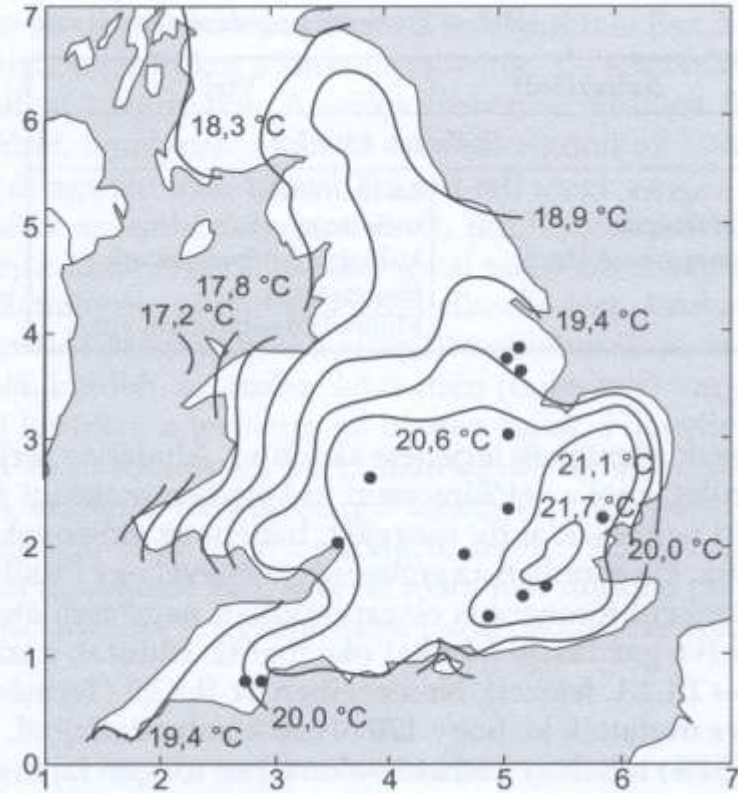
Tűz, áramlás, ...stb

Ph, talaj

tápanyag...

Fizikai kémiai faktorkok

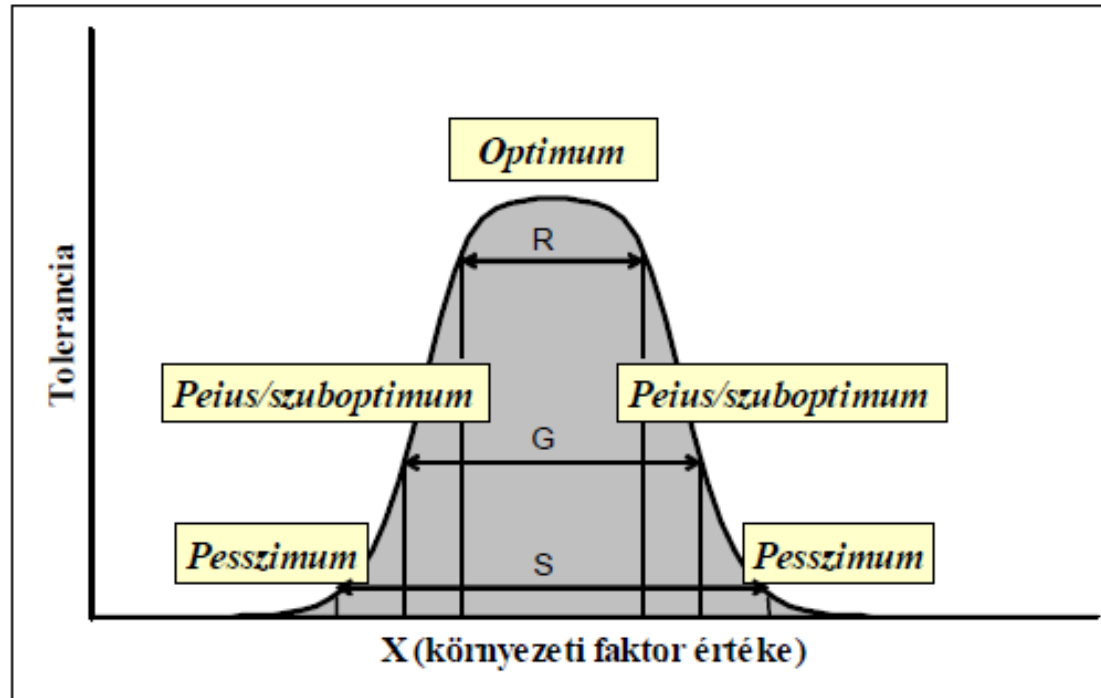
11. ábra A kislevelű hárs (*Tilia cordata*) elterjedése Nagy-Britanniában. A fekete pontok azokat a populációkat jelzik, melyekben csíráképes magvak képzését ismétlődően megfigyelték. A folytonos vonalak az augusztusi átlagos napi maximum hőmérsékleti izotermák. A csíráképes magképzés határa alig nyúlik a 20 °C-os izoterma alá (PIGOTT és HUNTLEY 1981).



10. ábra A szőlő- vagy Moesz-vonalat jelző néhány növényfaj elterjedésének északi határa (MOESZ 1911 nyomán).

1 molyhos tölgy, *Quercus pubescens*; 2 kék iringó, *Eryngium planum*; 3 mezei fejdíszvirág, *Cephalaria transsylvanica*; 4 magyar zsálya, *Salvia aethiopsis*; 5 tatárjuhar, *Acer tataricum*; 6 apró keresztfű, *Galium pedemontanum*.

Fizikai kémiai faktorok



2.4. ábra. A tolerancia-görbe és tartományai. S = túlélési, G = növekedési és R = szaporodási tartomány (ez utóbbiak Begon és munkatársai, 2006 szerint)

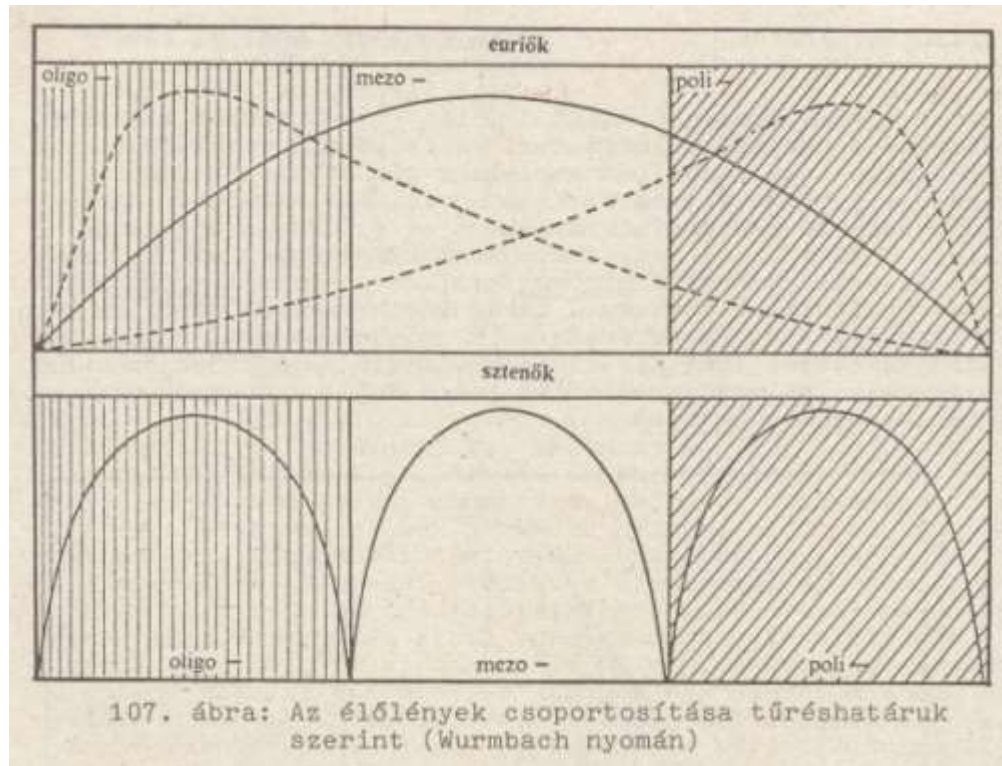
Tolerancia görbe és tartományai

optimum (szaporodás)

peiusz – szuboptimum (növekedés)

pesszium (túlélés)

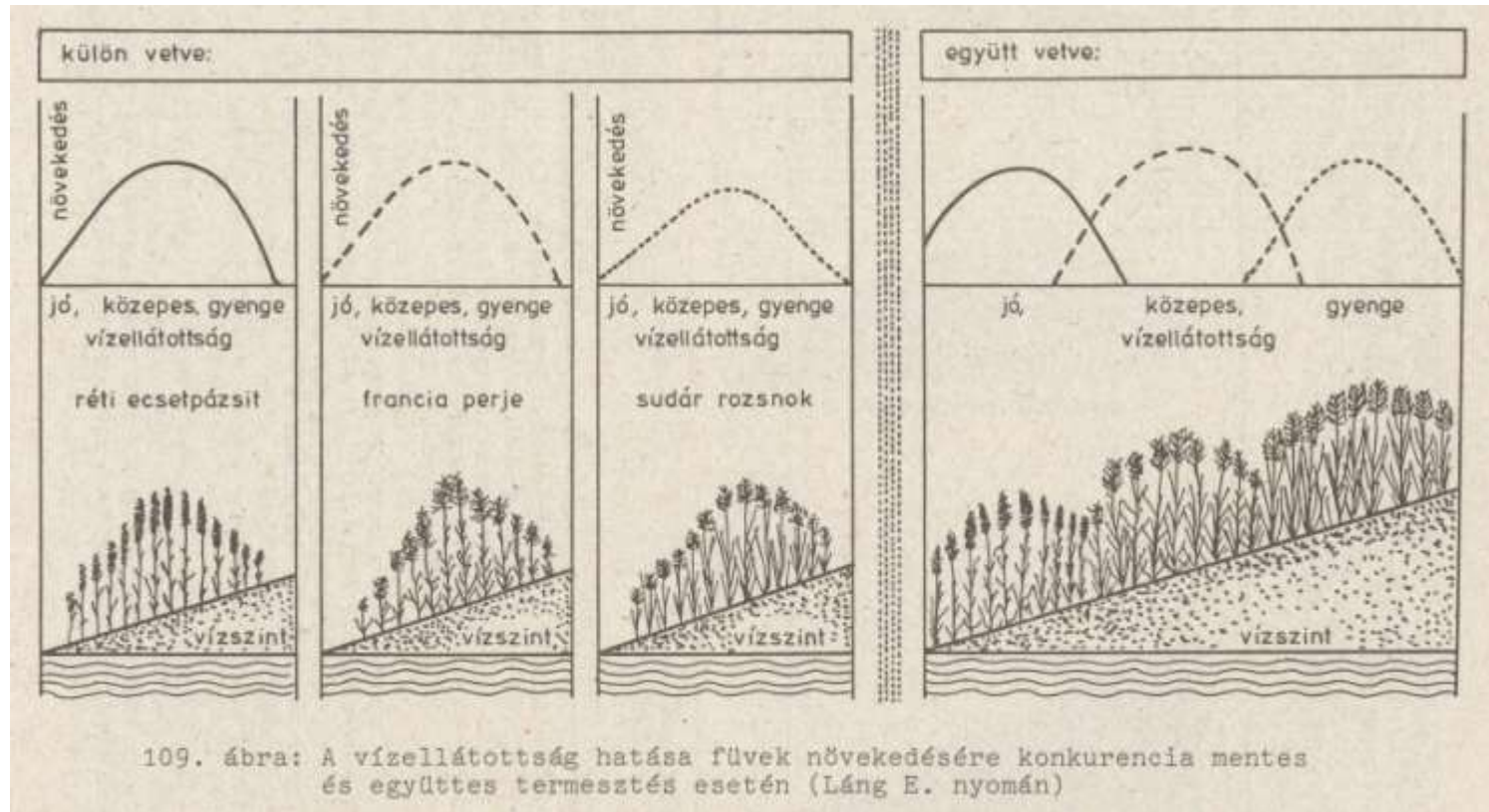
Fizikai kémiai faktork



Euriök - generalisták

sztenők - specialisták

Fizikai kémiai faktork



fiziológiai – ökológiai optimum

Klimatikus, edafikus (talaj), hidrológiai tényezők

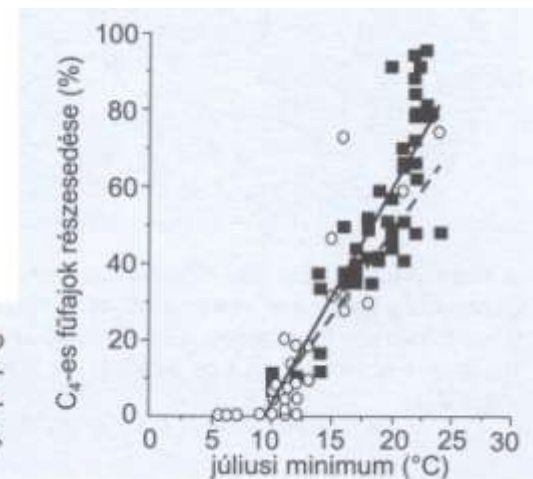
Fény

- heliofil, fényigényes, kukorica
- helio-szkiofil, árnyéktűrők, cukorrépa
- szkiofil, árnyékigényesek, odvas keltike, levelibéka
- szkotofil, sötétségigényes, földigiliszta
- hosszúnappalos, búza
- rövid -"-, rizs
- spektrum

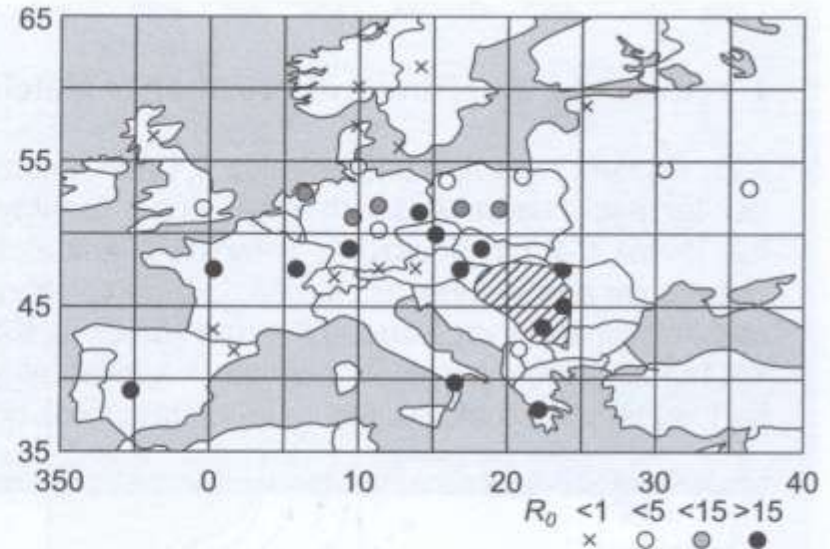
Hőmérséklet

pl. C₄-es fotoszintézisű növények elterjedését a legmelegebb nyári hónap minimum hőmérséklete befolyásolja (C₄-es növények fotoszintézise meleg és fényben gazdag körülmények között a legmagasabb)

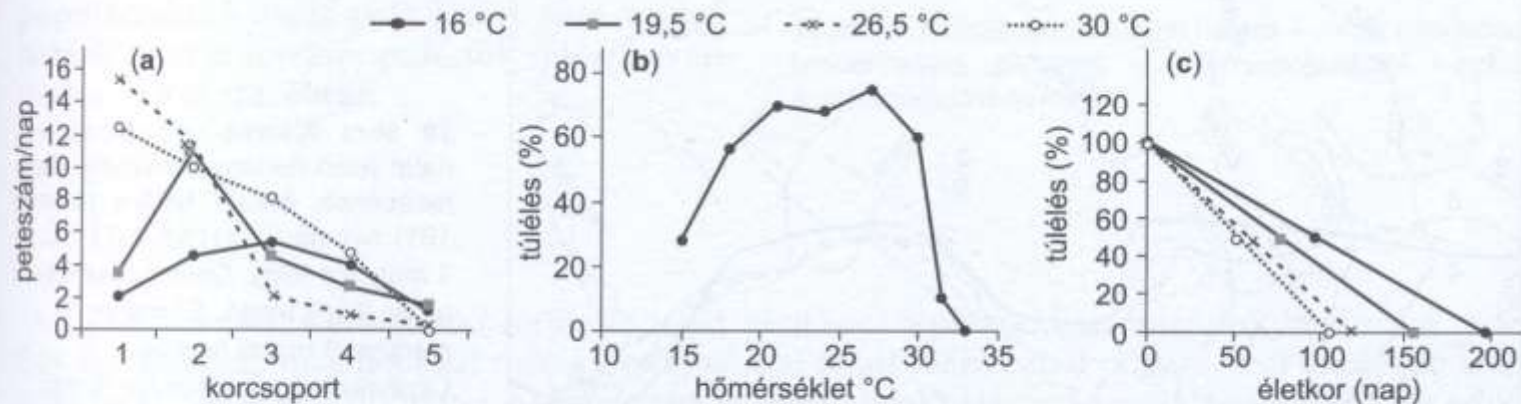
1. ábra C₄-es pázsítfűfajok részesedése a helyi flórában a legmelegebb hónap napi minimumhőmérsékletének függvényében. Az x tengely metszete az elterjedési terület határát adja meg. ○ és ---- közösségek Észak-Amerika nyugati partvidékén Dél-Kaliforniától Alaszkáig, ■ és — keleten, Közép-Mexikótól a Labrador-félszigetig (WAN és SAGE 2001).



Hőmérséklet



8. ábra Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) (a) terjedése 1992 és 2000 között (<http://www.mkk.szie.hu/dep/nvtt/wcnet/wcnet-2.htm>), (b) élethosszi szaporodási sikere Európa különböző területein, /// — kukoricabogár terjedési területe 2000-ben, x — jelölt helyeken a kártevő nem tud megtelepedni (HEMERIK és mtsai 2004 nyomán).



9. ábra Az amerikai kukoricabogár hőmérsékletfüggő életmenet-komponensei. (a) Peteszám korcsoportgörbék hőmérsékletfüggése, (b) túlélés hőmérsékletfüggése, (c) élethossz hőmérsékletfüggése (HEMERIK és mtsai 2004 nyomán).

Hőmérséklet

Seregély – Mynah. Ez a seregély faj azért nem tudott elterjedni Észak-Amerikában, mert az alacsony hőmérséklet miatt kisebb a kelési siker

Több tojás sikeres kikelése (92%) a melegítés hatására Vancouverben, mint ahogy az melegítés nélkül lenne (64%)

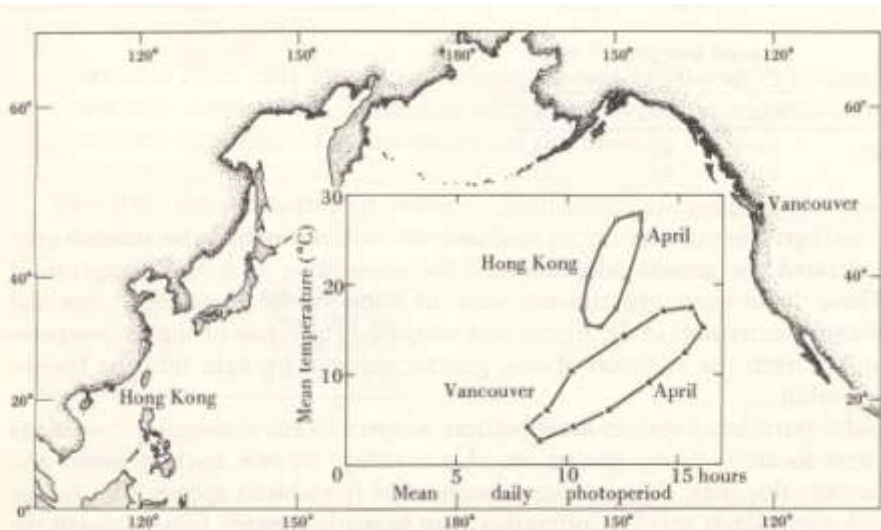


Figure 7.15 Comparison of native (Hong Kong) and introduced (Vancouver) home of the crested mynah (*Sturnus cristatellus*). The climatograms are constructed by connecting means (air temperature and photoperiod) for succeeding calendar months. Egg laying starts in April at both localities. (After Johnson 1971.)

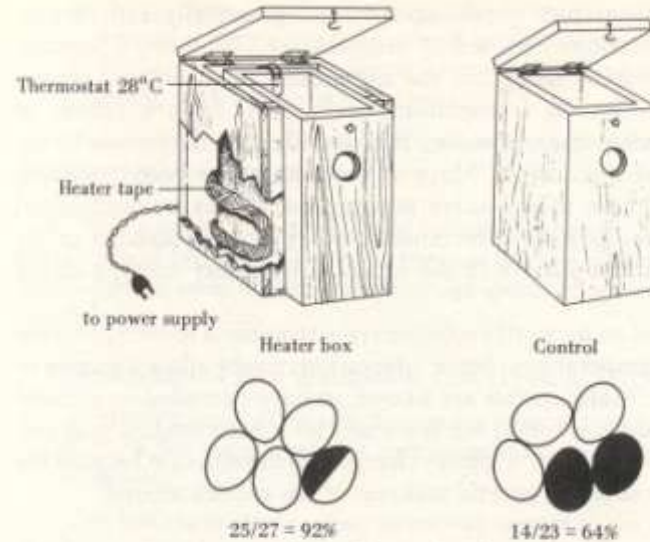


Figure 7.16 Experiment with altered nest microclimate in Vancouver; at five crested mynah nests, a heater was installed and nest temperature was maintained at Hong Kong levels (28°C). Hatching success at these nests is contrasted with the controls exposed to natural temperature fluctuations. (After Johnson 1971.)

Víz

- hidafitonok, vízi, békalencse
- heliofiton, mocsár, nád
- mezofiton, közepes vízellátás, ibolya
- xerofiton, szárazságtűrő, pozsgások
- halofiton, sótűrő, sóvirág

- Oxigén tartalom
- Ph
- Tápanyag tartalom
-

Talaj

- Szerkezet
- Vízháztartás
- Tápanyag tartalom
-

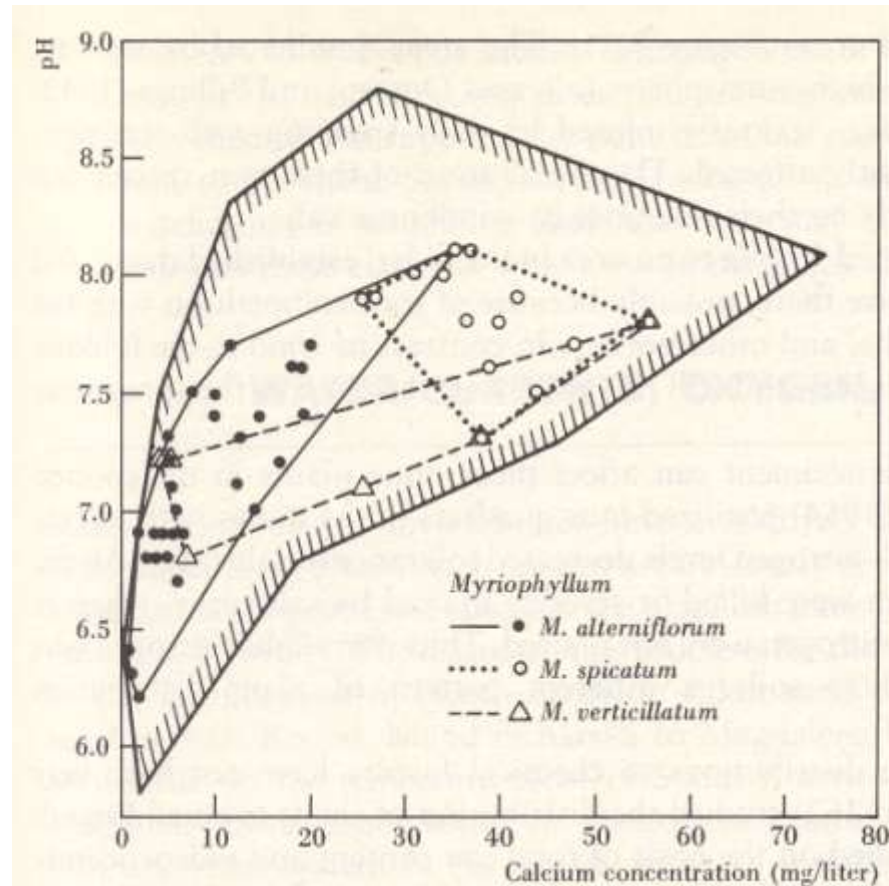


Figure 9.10 Occurrences of the three species of *Myriophyllum* in the lakes of central Sweden in relation to calcium concentration and pH. The shaded envelope encloses the points for all the lakes studied in the region. (After Hutchinson 1970.)

Tűz gyakorisága is fontos szereppel bírhat



Mitől függhet egy faj előfordulása egy adott helyen?

Nem elérhető terület igen ← **Diszperzió** → nem



Habitat igen ← **Magatartás** → nem

Szelekció



Igen ← **Más faj** → nem

Predáció



Parazitizmus



Kompetíció



Betegség



Mutualizmus



Fizikai Kémiai faktorok

Hő

Víz

Fény

Oxigén

Talaj szerkezet

Só tartalom

Tűz, áramlás, ...stb

Ph, talaj

tápanyag...

Populáció fogalma, Populációökológiai vizsgálati módszerek Populációdinamikai paraméterek

Populáció ökológia

- Biológiai és statisztikai populáció fogalom

Biológiai populáció: Azonos fajhoz tartozó egyedek, amelyek szaporodási közösséget alkotnak

Statisztikai populáció: Adott időben és adott területen lévő egy fajhoz tartozó egyedek

- Méret (N)
egyed, pár, biomassa (genet-klonális fajoknál), telep (szociális rovarok)
- Denzitás (D)
 - Terület/térfogategységre eső egyedszám

Egyedszám, denzitás mérése

Abszolult módszerek

- teljes számlálás (census)

A vizsgált területen lévő valamennyi egyed felmérése

Ritka, kis denzitású fajoknál alkalmazható

- mintavétel alapján történő becslés

A vizsgált területen kijelölt mintavételi kvadrátok/sávok felmérése, majd azok eredménye alapján becslés

- Sűrűség becslés alapján

feltételek

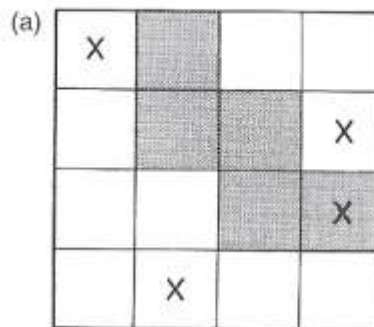
- Kvadrát állományát pontosan fel kell tudni mérni
- Minden kvadrát méretét tudni kell
- Kvadrátoknak reprezentatívnak kell lennie a vizsgált területre nézve

Megfelelő mintavételi stratégia a becslés hibájának minimalizálására

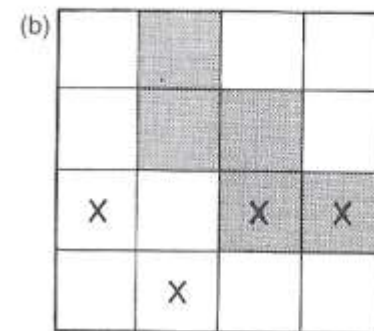
Mintavételi stratégiák

27

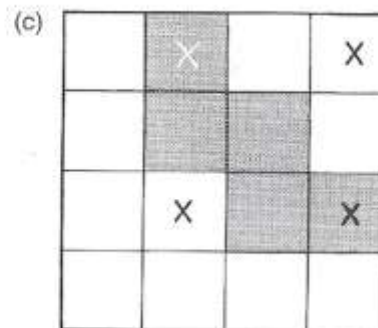
Random (a)



Rétegzett random (b)



Rendszeres (c)



Kerülendő a szubjektíven történő mintavételi hely kiválasztás

Egyedszám, denzitás mérése

- fogás-visszafogás alapján

Pl. Lincoln index:

$$\frac{m_2}{n_2} = \frac{n_1}{N}$$

N: populáció egyedszáma

n_1 : első alkalommal megjelölt majd visszaengedett egyedek száma

n_2 : második alkalommal megfogott egyedek száma

m_2 : második alkalommal megfogott egyedek között a jelölt (első alkalommal megjelölt egyedek száma)

N': becsült populációnagyság

$$N' = \frac{n_1 * n_2}{m_2}$$

Egyedszám, denzitás mérése

Relatív módszerek - Populációs indexek használata

- Egységnyi idő alatt fogások száma
- Ürülék nyomok száma
- Egységnyi idő alatt látott/hallott egyedek száma
- Begyűjtött bőrök száma
- Rágásnyomok száma
- Kérdőívek alapján közölt szubjektív állománybecslések
- Növényzet borítása
- Elfogyasztott táplálék mennyiség

Partifecskék hosszú távú vizsgálata a Tisza mentén



*MME Riparia Ökológiai Kutatócsoport, Nyíregyházi
Egyetem, Környezettudományi Intézet*

Célok

- A hosszútávon vonuló énekes madarak egyedszámát és eloszlását befolyásoló hatások feltárása
- A telepes fészkelésben szerepet játszó hatások vizsgálata
- Új módszerek fejlesztése a monitoring számára
- Új módszerek fejlesztése a telelő/vonuló területek feltárására
- Természetvédelmi célú kutatások

Részletes ismertetés a Mindenki Akadémiája keretében tartott előadásban:

https://www.youtube.com/watch?v=SBJm4qtsj_k

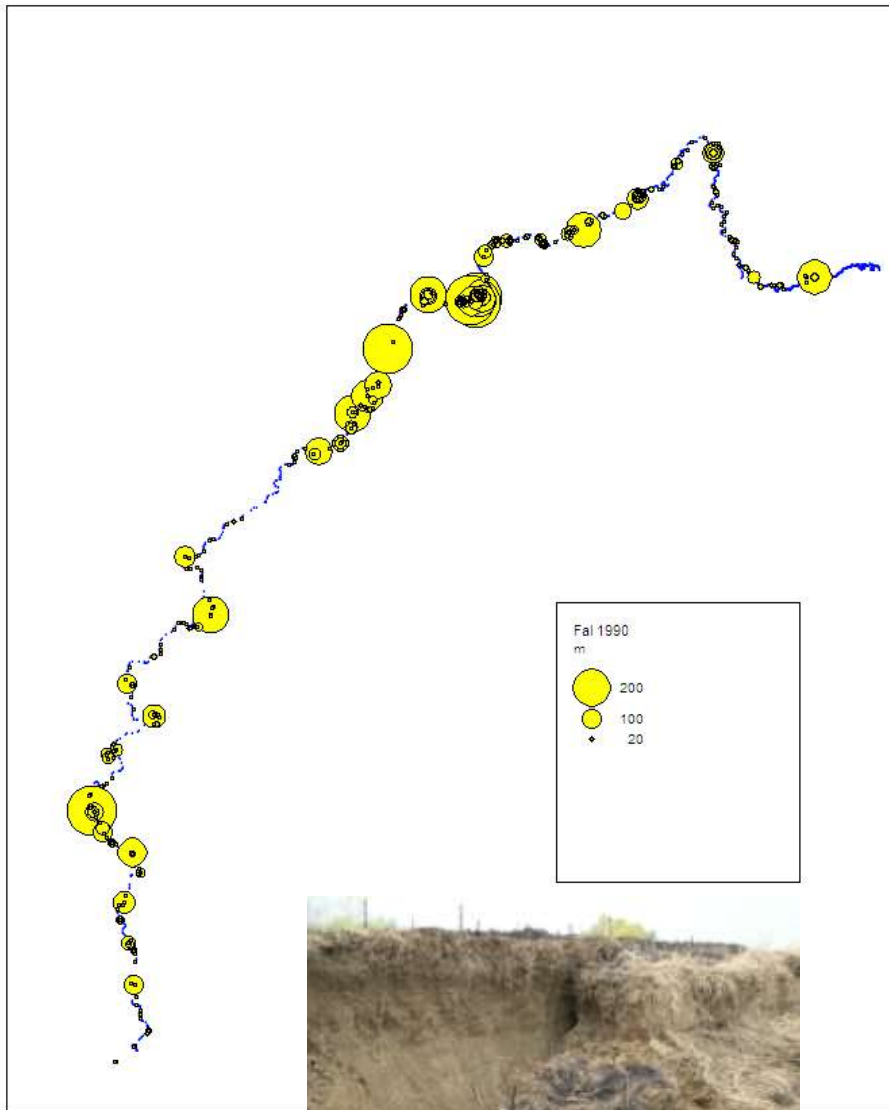








Fészkelőhelyek eloszlása a Tiszán, 1990



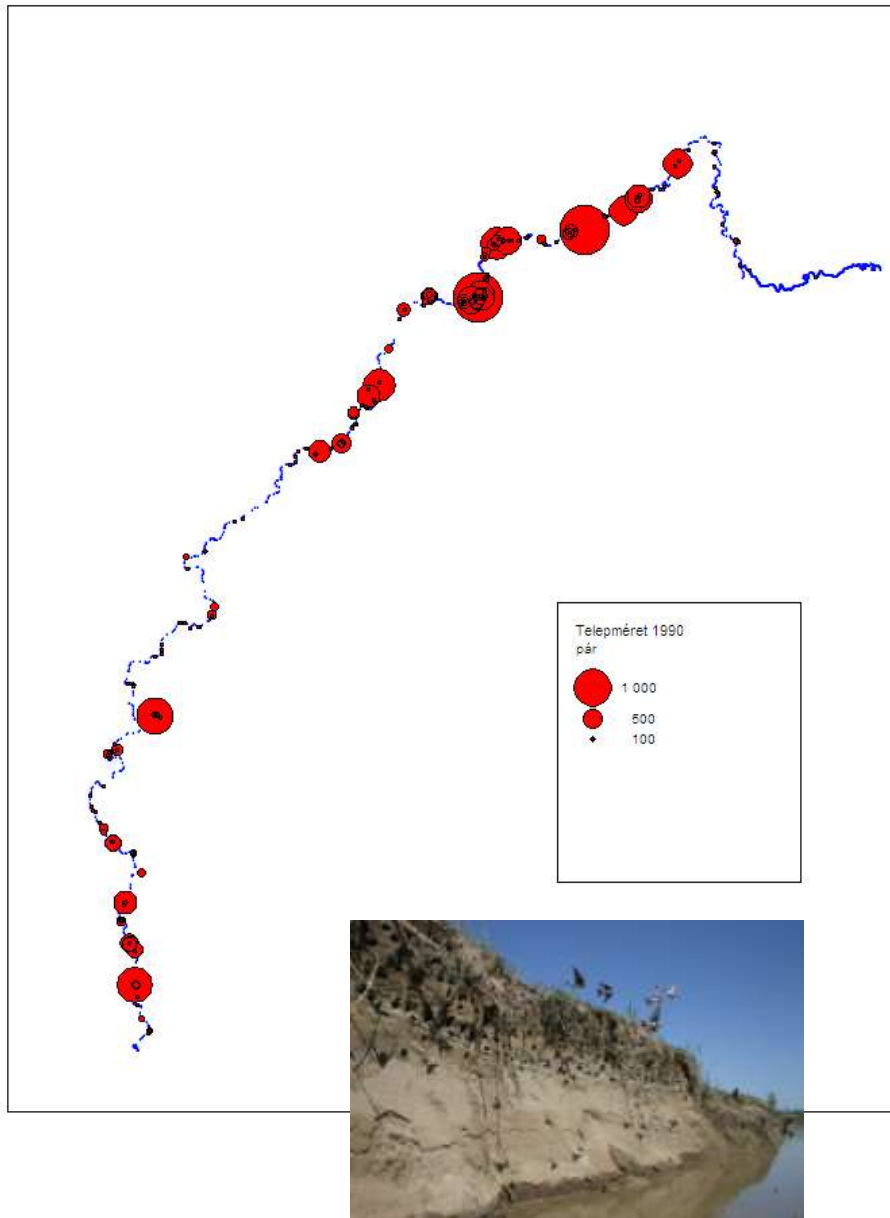
■ Eltérő sűrűségű és nagyságú partfalak folyó mentén

■ Legtöbb, legnagyobb partfal a Tiszabecs-Tiszaújváros szakaszon

■ Jelentős szakasz a Tizakécske-Szeged szakaszon

■ Kis sűrűségű, kicsi méretű falak Tiszaújváros-Tizakécske között

Partifecske állomány eloszlása a Tiszán 1990



- Jelentős állomány a Tuzsér-Tiszaújváros szakaszon
- Jelentős denzitás a Tuzsér-Tokaj szakaszon

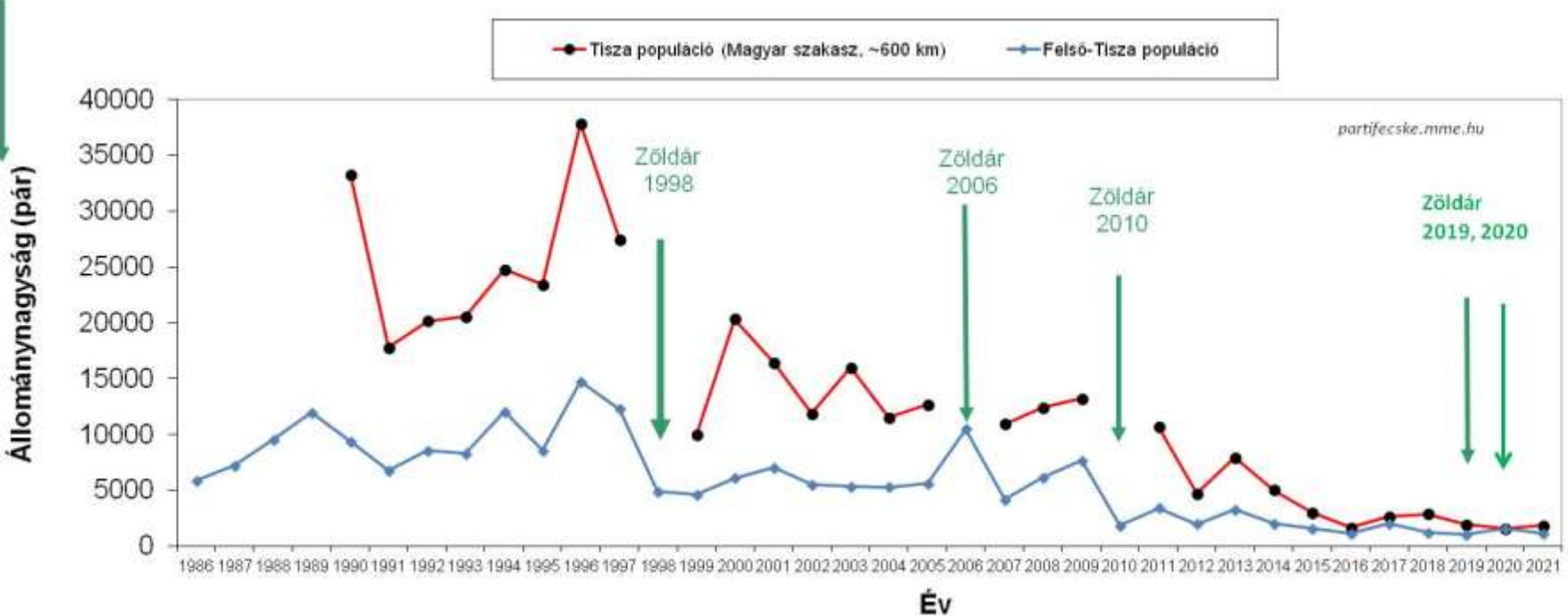
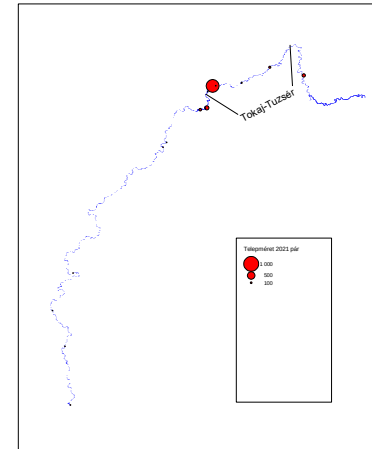
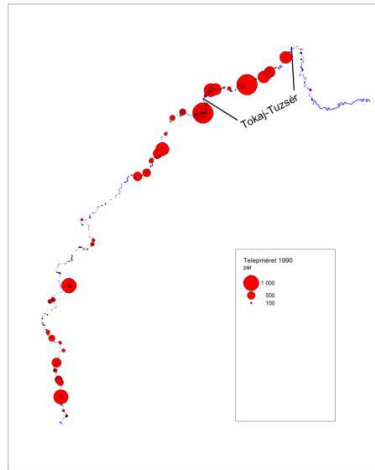
■ Számottevő állomány a Martfű-Szeged szakaszon

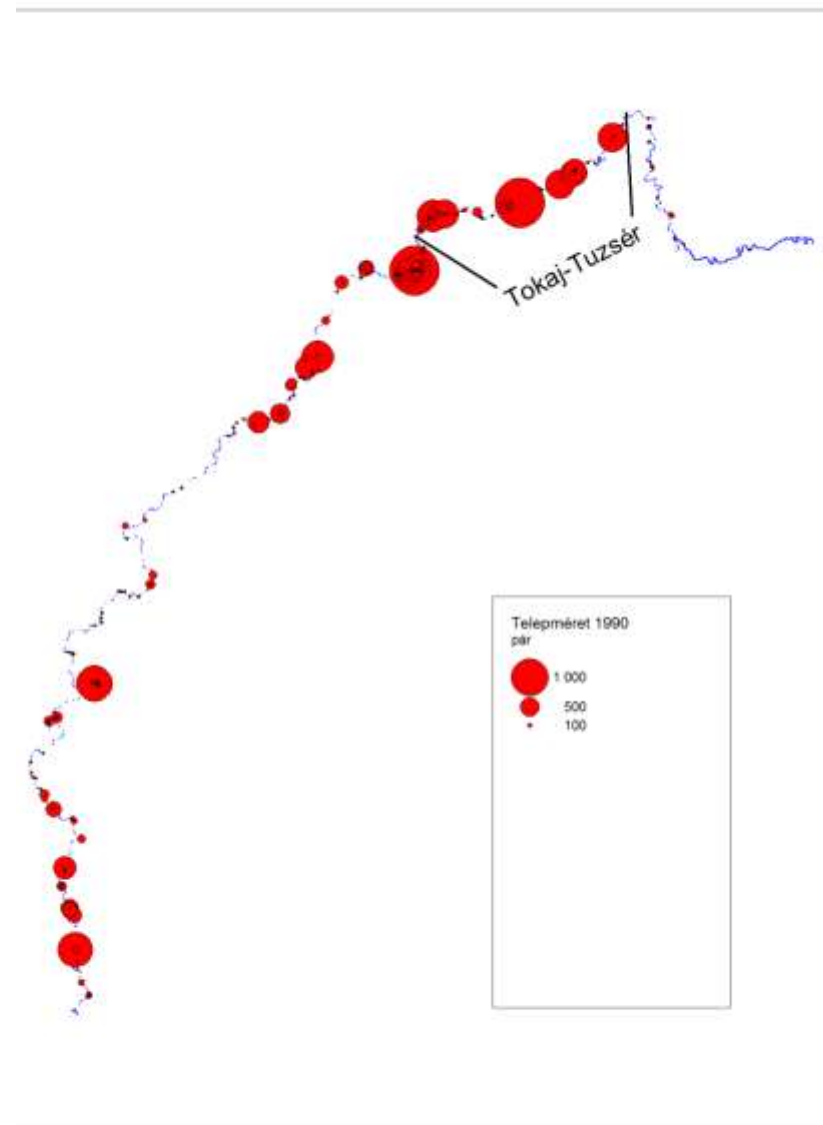
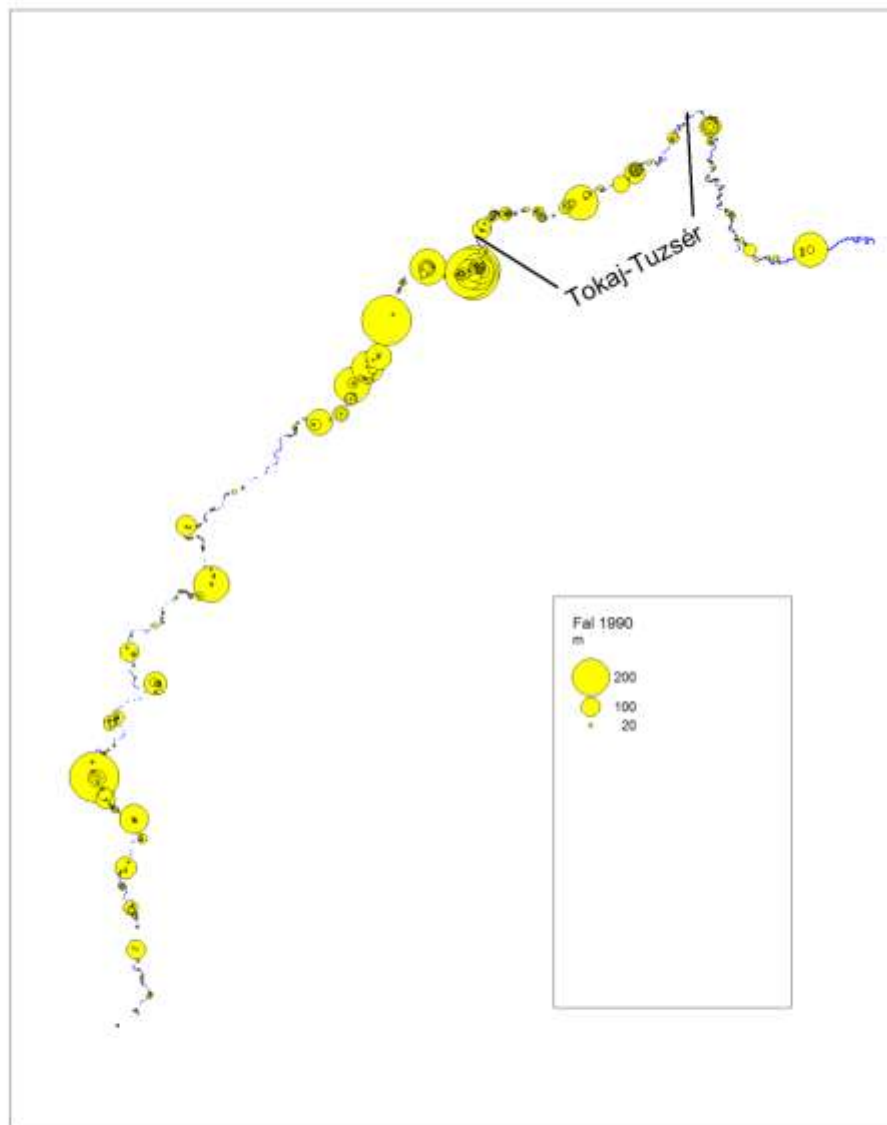
■ Elhanyagolható nagyságú állomány a Tiszaújváros-Martfű szakaszon

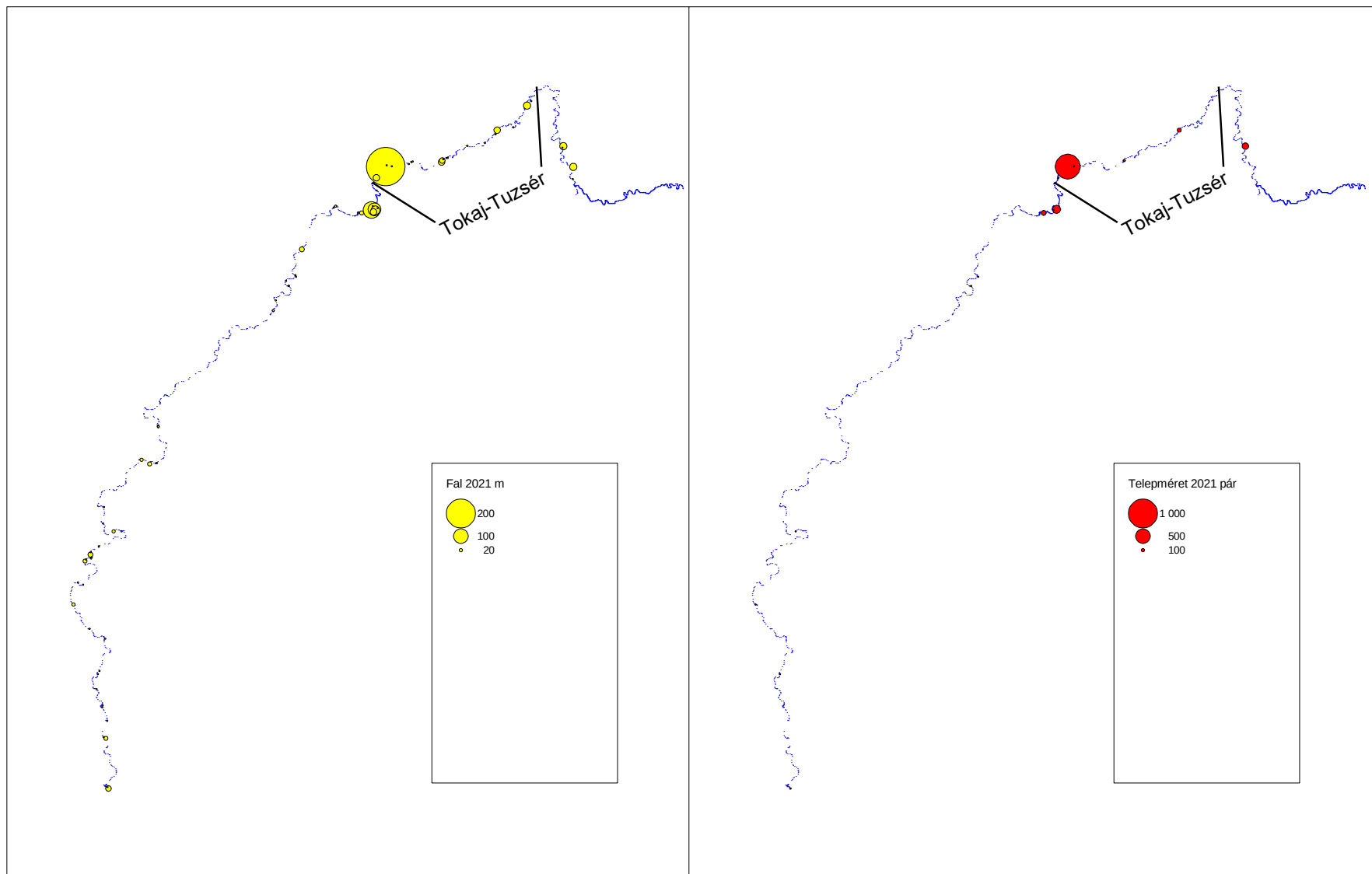
Lehetőség a Tiszán fészkelő állomány teljes (census) felmérésére

Partifecske fészkelő állománya Tisza 600 km-es hazai szakaszán

– 2021-ben az 1990-es állománynak csak 6%-a fészkel!







A legtöbb faj esetében mintavételezésen alapuló mérések

Pl. Mindennapi Madaraink Monitoringja (MMM) országos állományváltozás (trend) vizsgálat

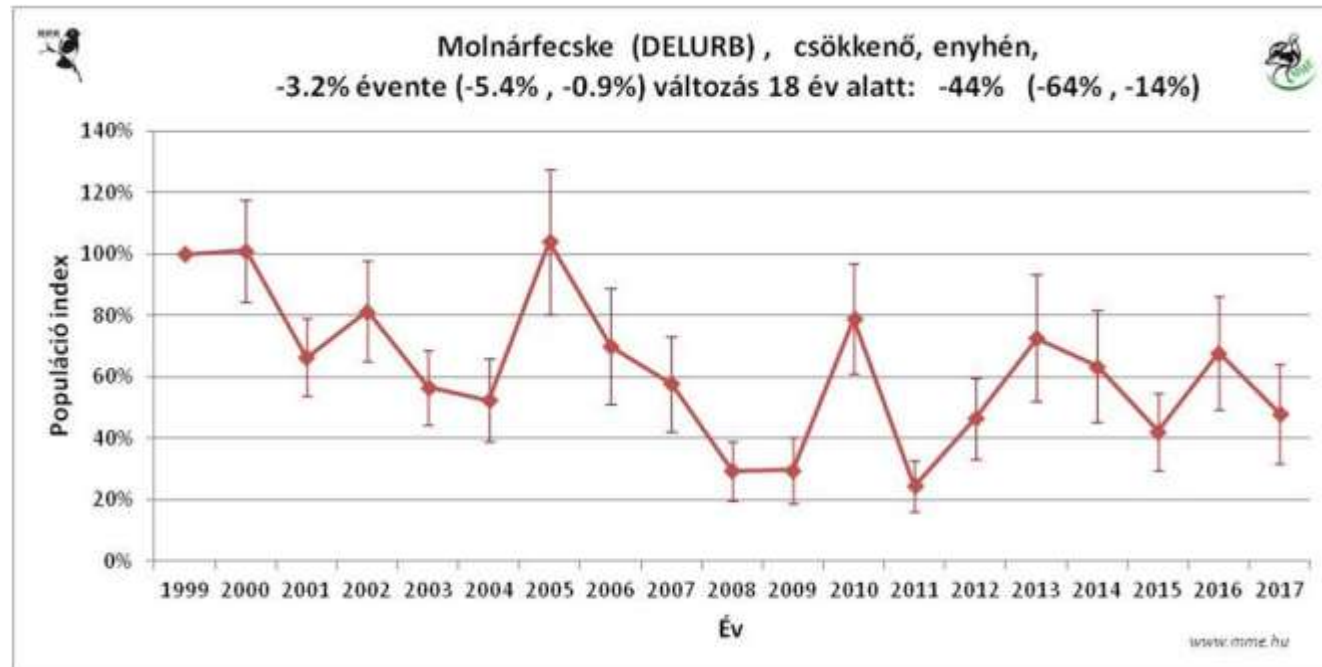
Mindennapi Madaraink Monitoringja (MMM)
1999-2017 / fészkelési időszak



Készült az MNE Monitoring Központban (2018.02.21.)

MMM:

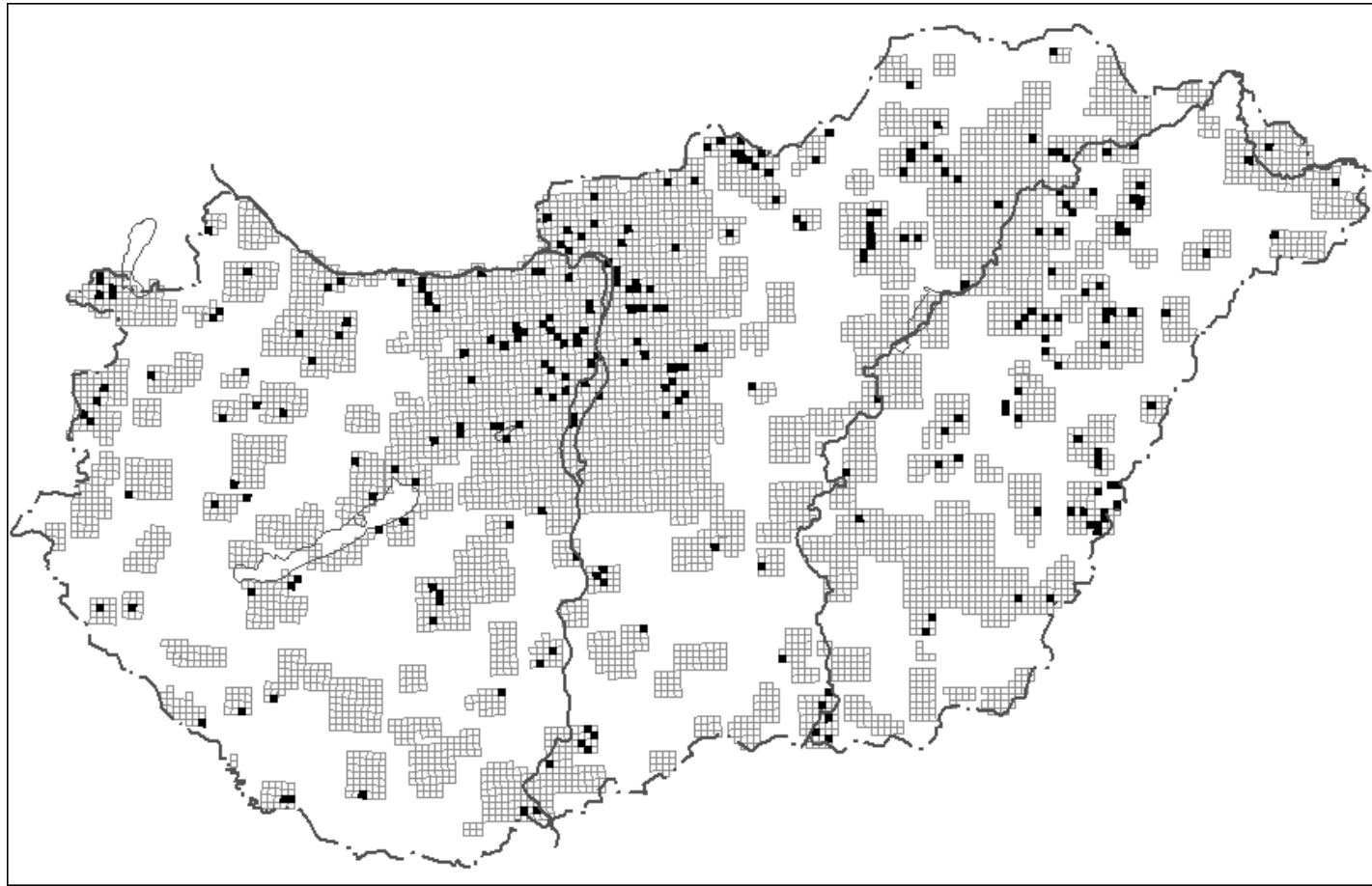
A felmérők véletlen alapon kiválasztott 2.5*2.5 km UTM négyzetben lévő, véletlen módon elhelyezkedő 15 db 100 m sugarú területen számolják az 5 perc alatt látott madarak számát



Mintavételi terület kiválasztása I.

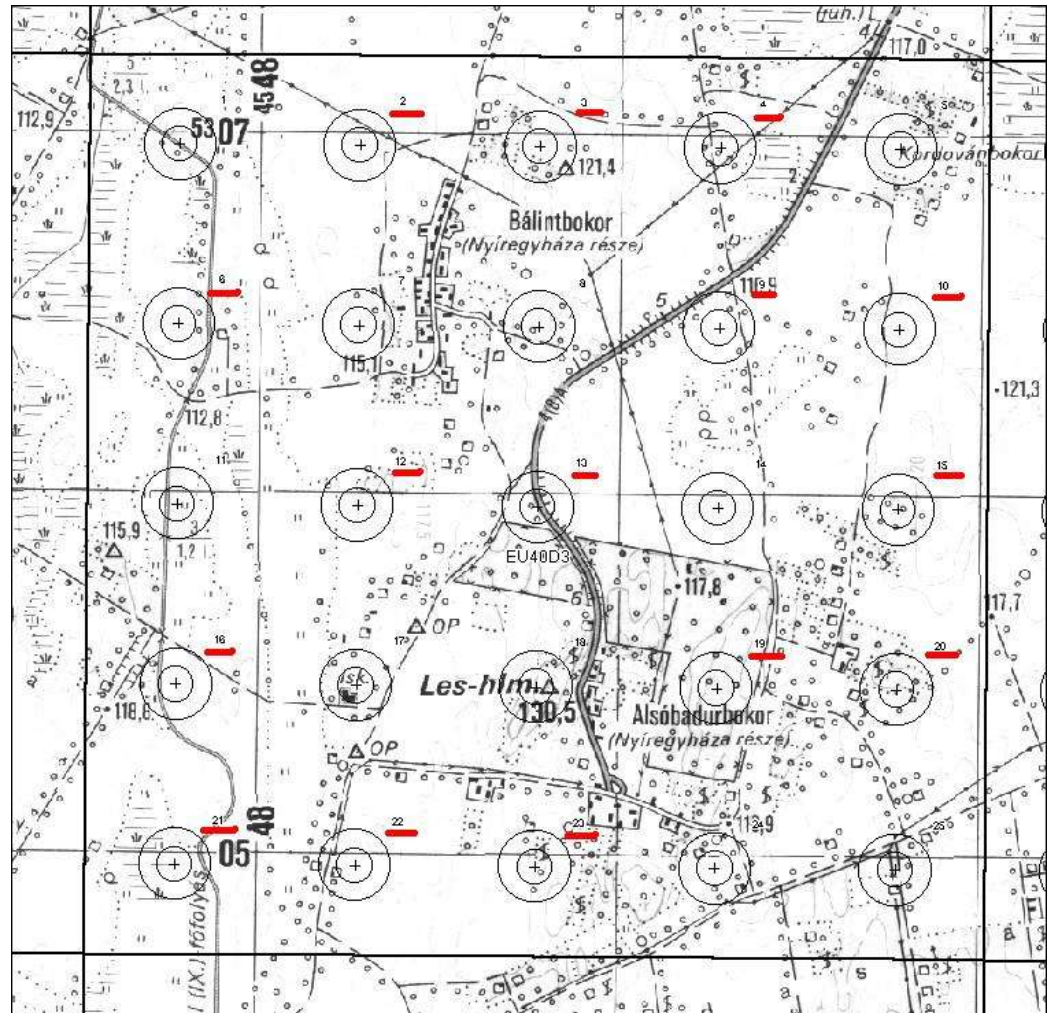
A felméréendő 2.5×2.5 km-es UTM négyzetek szemi-random kiválasztása:

- A megfigyelő min. 100 km^2 területe(ke)t ad meg, amelyen belül random módon jelölik ki a felméréendő 2.5×2.5 km UTM négyzete(ke)t



Mintavételi terület kiválasztása II.

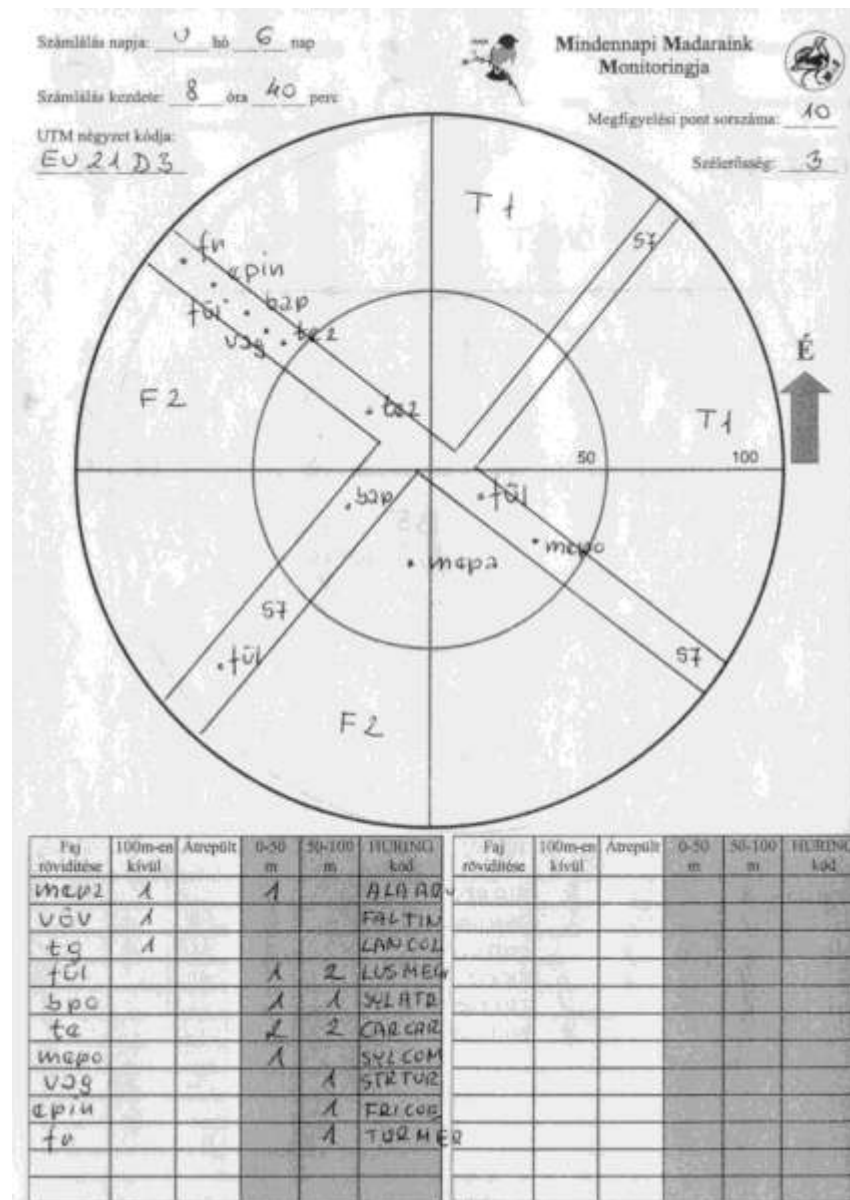
- A véletlen alapon kiválasztott $2,5 \times 2,5$ km UTM négyzetben, előre megadott (latin négyzet) 15 db 100 m sugarú felmérő ponton történő számlálás
- Térképek, koordináták a pontos helyszín megadásához
- A kiválasztott kvadrátok és pontok adatai GIS-ben nyilvántartva és kezelve

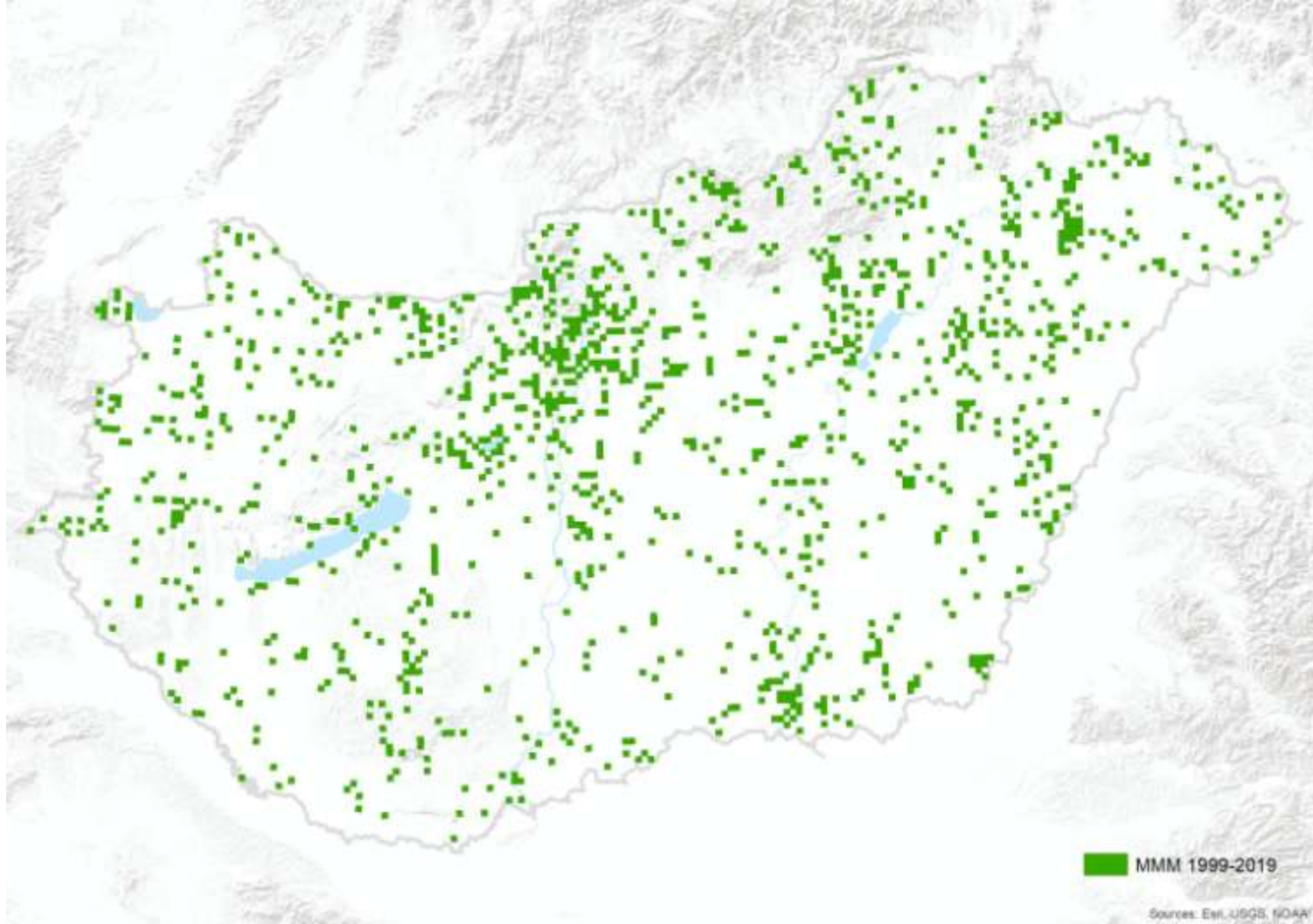


Standard felmérési módszer

5 perces számlálás mind a 15 ponton két alkalommal a fészkelési időszakban

- Első felmérés április 15. és május 10. között
- Második felmérés május 11. és június 10. között
- Az első és második felmérés között minimum 14 nap
- A felmérés reggel 5 és 10 óra között
- A szélerősség a Beaufort skála szerinti 0 és 2 fokozat között
- Esőmentes napokon
- Ugyanazon személy végzi a két felmérést egy éven belül





- Több, mint **1000 regisztrált felmérő**
- **Közép-, Kelet-Európa első és legnagyobb adekvát adatbázisa**
- **>16 millió** rekord (UTM, pont, faj, dátum, pd)
- Évente átlagosan ~ 200-300 db felmért négyzet (**Az ország területének ~2%-án rendszeres felmérés!**)

On-line adatbázis

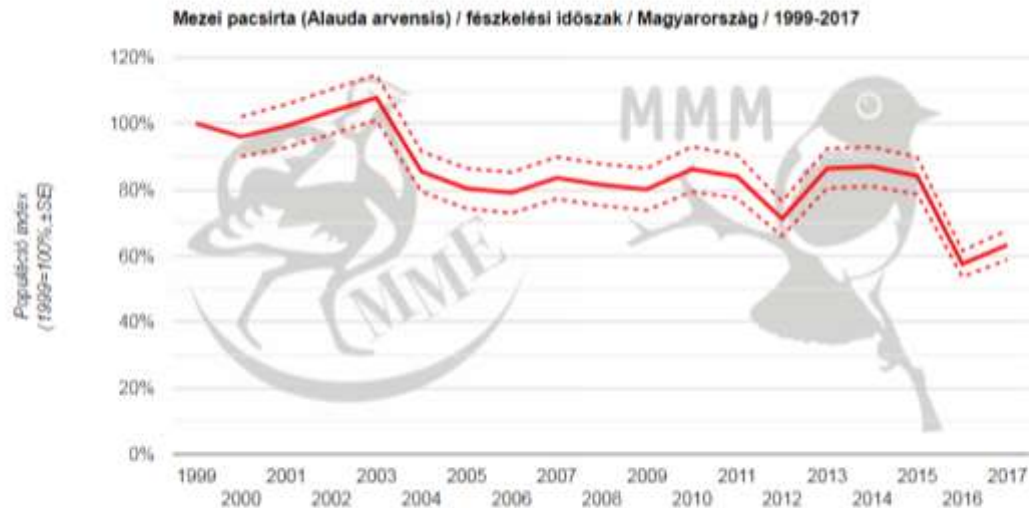
<http://mmm.mme.hu>

- Adatok bevitele, ellenőrzése
- Eredmények, térképek lekérdezése



Ezen az oldalon interaktív grafikonokon tekinthetők meg a Mindennapi Madaraink Monitoringja (MMM) program adatbázisainak felhasználásával végzett állományváltozás vizsgálatok eredményei. Kérjük, használat előtt olvassa el a lenti Útmutatót!

Faj: Mezei pacsirta (*Alauda arvensis*) ▼ Státusz: fészkelési időszak ▼ Terület: Magyarország ▼ OK



Változás iránya és mértéke: mérsékelt csökkenés / Trend: -2,10% (±0,30%) / $P < 0,01$

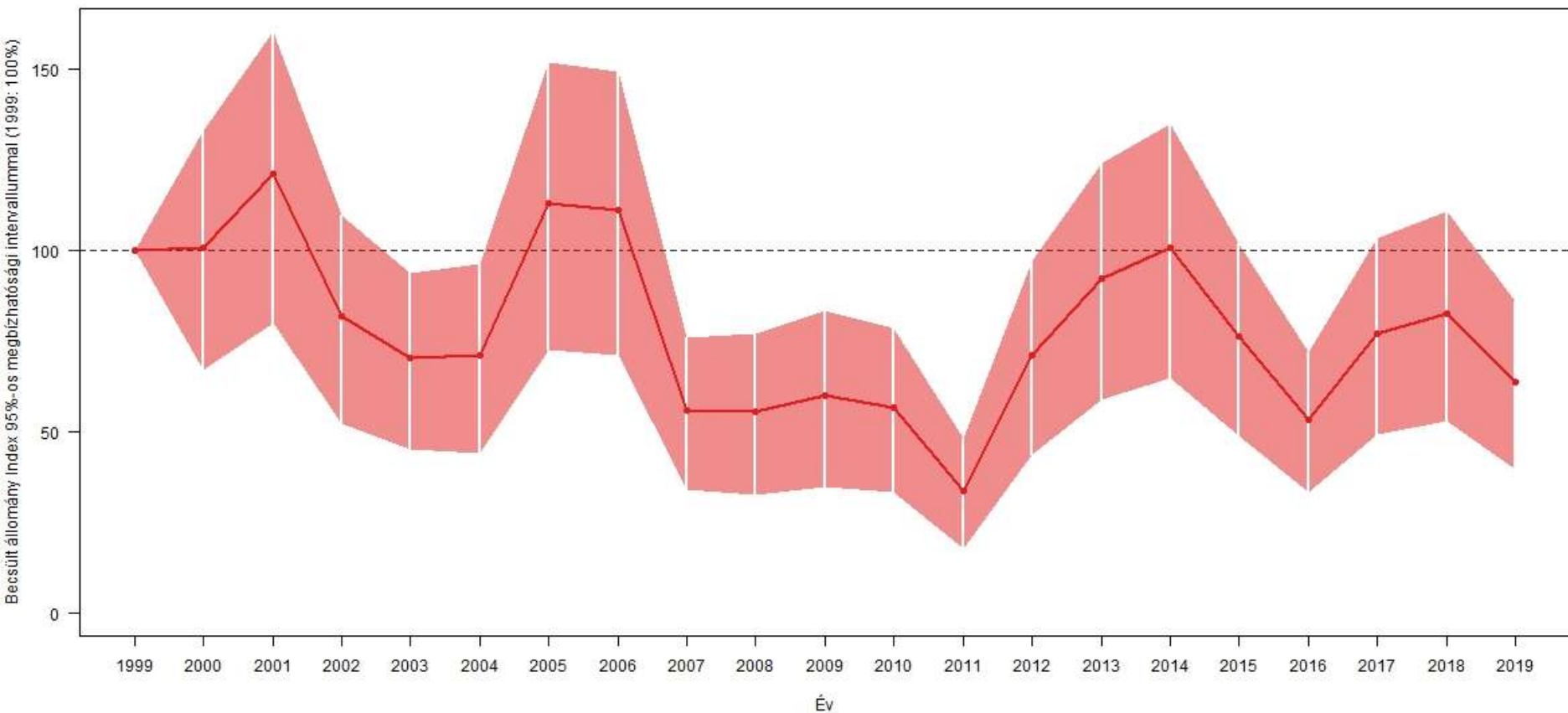


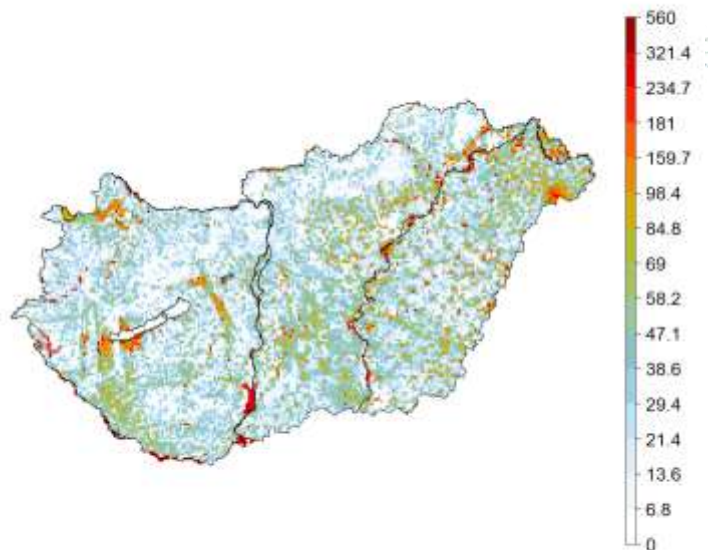
© Nagy Károly - www.mme.hu



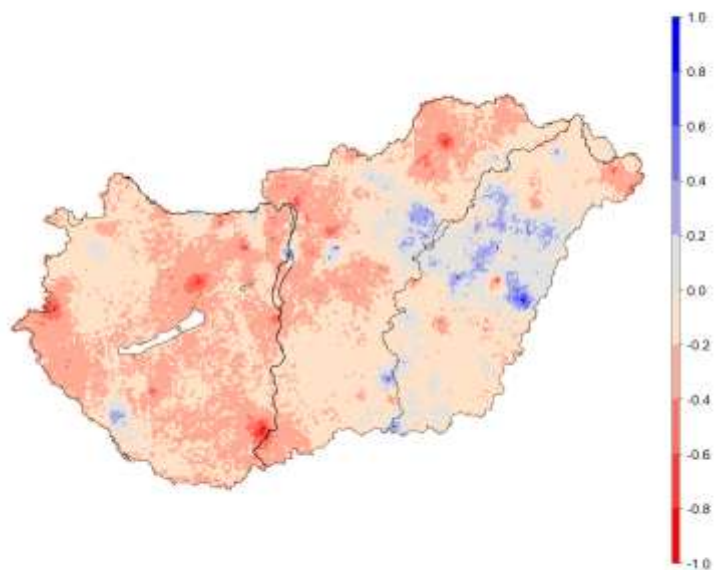
Füsti fecske - változás 1999-2019 között: -
30%
(min:-45%, max:-12%)

HIRRUS állományindex, éves változás: -1.8% (-3%,-0.6%), csökkenő trend ($p < 0.05$)

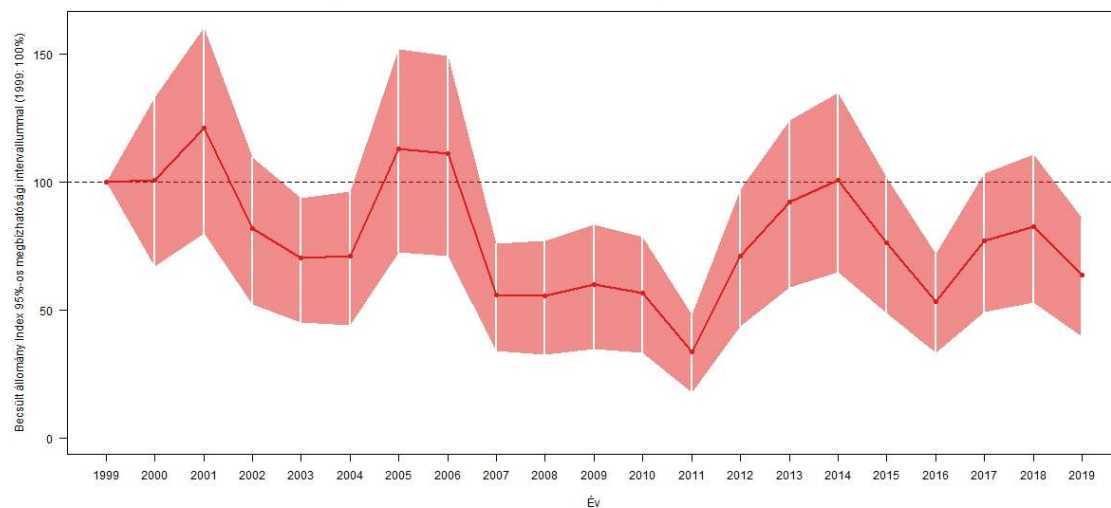




Füsti fecske - állományváltozás
1999-2019 között: -30%
(min:-45%, max:-12%)



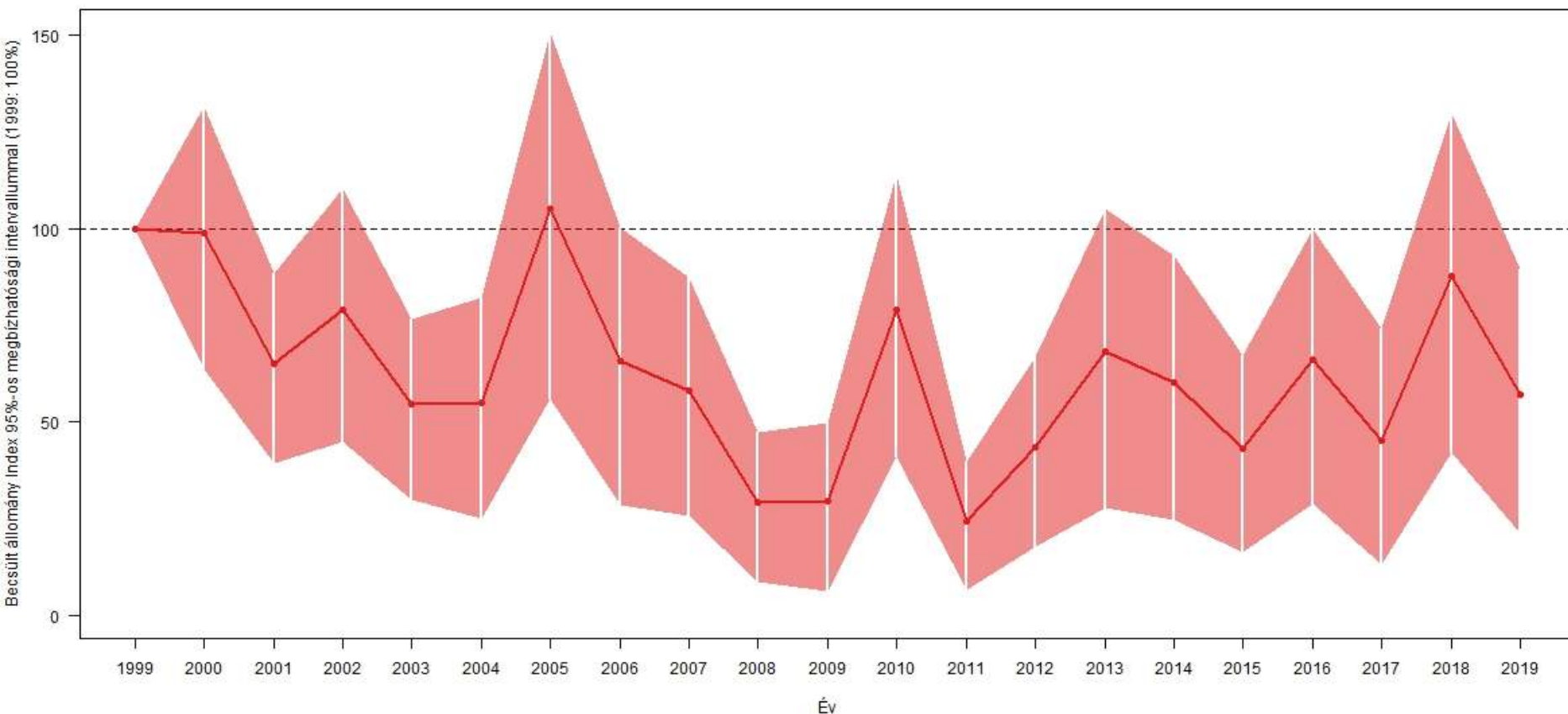
HIRRUS állományindex, éves változás: -1.8% (-3%,-0.6%), csökkenő trend ($p < 0.05$)

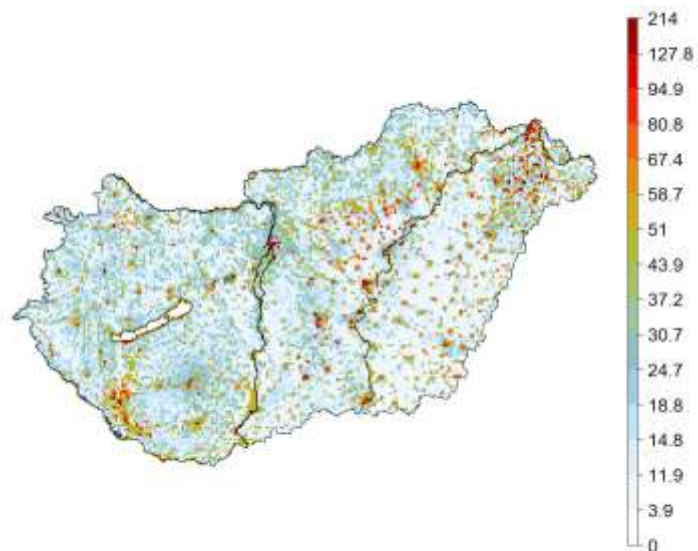




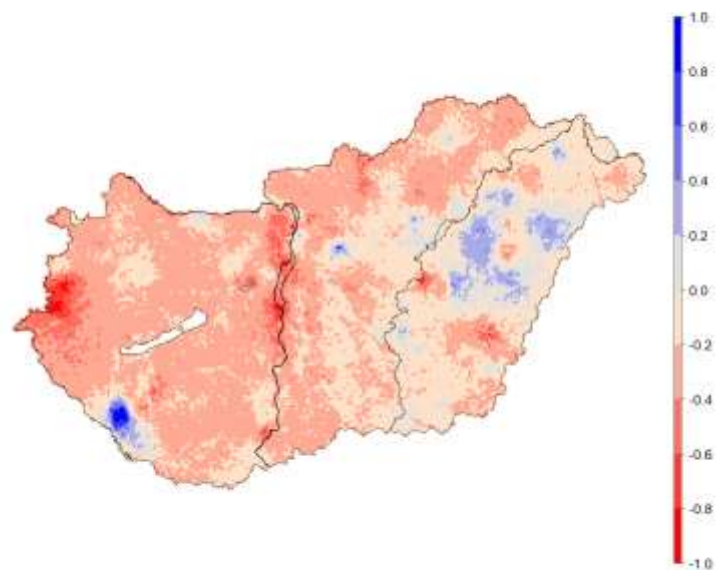
Molnárfecske - változás 1999-2019
között: -33%
(min:-54%, max:-3%)

DELURB állományindex, éves változás: -2% (-3.9%, -0.12%), $p = 0.05099$, stabil állomány

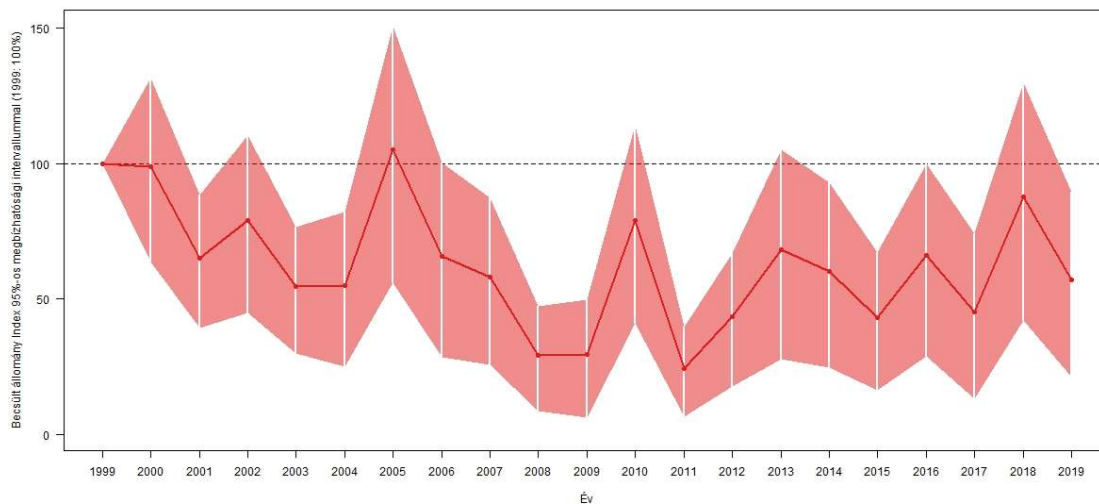




Molnárfecske - változás 1999-2019 között: -33% (min:-54%, max:-3%)



DELURB állományindex, éves változás: -2% (-3.9%, -0.12%), $p = 0.05099$, stabil állomány





Csak a fecskék száma csökken?

Az MMM révén több, mint 110 hazai
fészkelő madárfaj esetében nyílik mód
vizsgálni megfelelő statisztikai
módszerekkel a magyar állomány
helyzetét

Élőhely használat és fészkelő állomány trend (TRIM)

kategóriák: **növekvő**, **stabil**, **csökkenő**



Agrár (36 faj):

Nagy kócsag
Vörös vércse
Gyurgyalag
Búbosbanka
Szarka
Dolmányos varjú
Seregély
Tengelic

Egerészölyv
Barázdabillegető
Karvalyposzáta
Mezei poszáta
Kis őrgébics
Mezei veréb
Kenderike

Bölömbika
Fehér gólya
Barna rétihéja
Fogoly
Fürj
Fácán
Bíbic
Pirolábú cankó
Búbospacsirta
Mezei pacsirta
Füsti fecske
Sárga billegető
Rozsdás csuk
Cigánycsuk
Hantmadár
Réti tücsökmadár
Foltos nádiposzáta
Énekes nádiposzáta
Nádirigó
Tövisszúró gébics
Sordély

Erdei (17 faj):

Fekete harkály
Nagy fakopáncs
Közép fakopáncs
Vörösbegy
Énekes rigó
Csilpcsalpfüzike
Örvös légykapó
Barátcinege
Kék cinege
Csuszka
Szajkó
Erdei pinty
Meggyvágó

Ökörszem
Sisegő füzike
Rövidkarmú fakusz

Erdei pacsirta

Vegyes (30 faj):

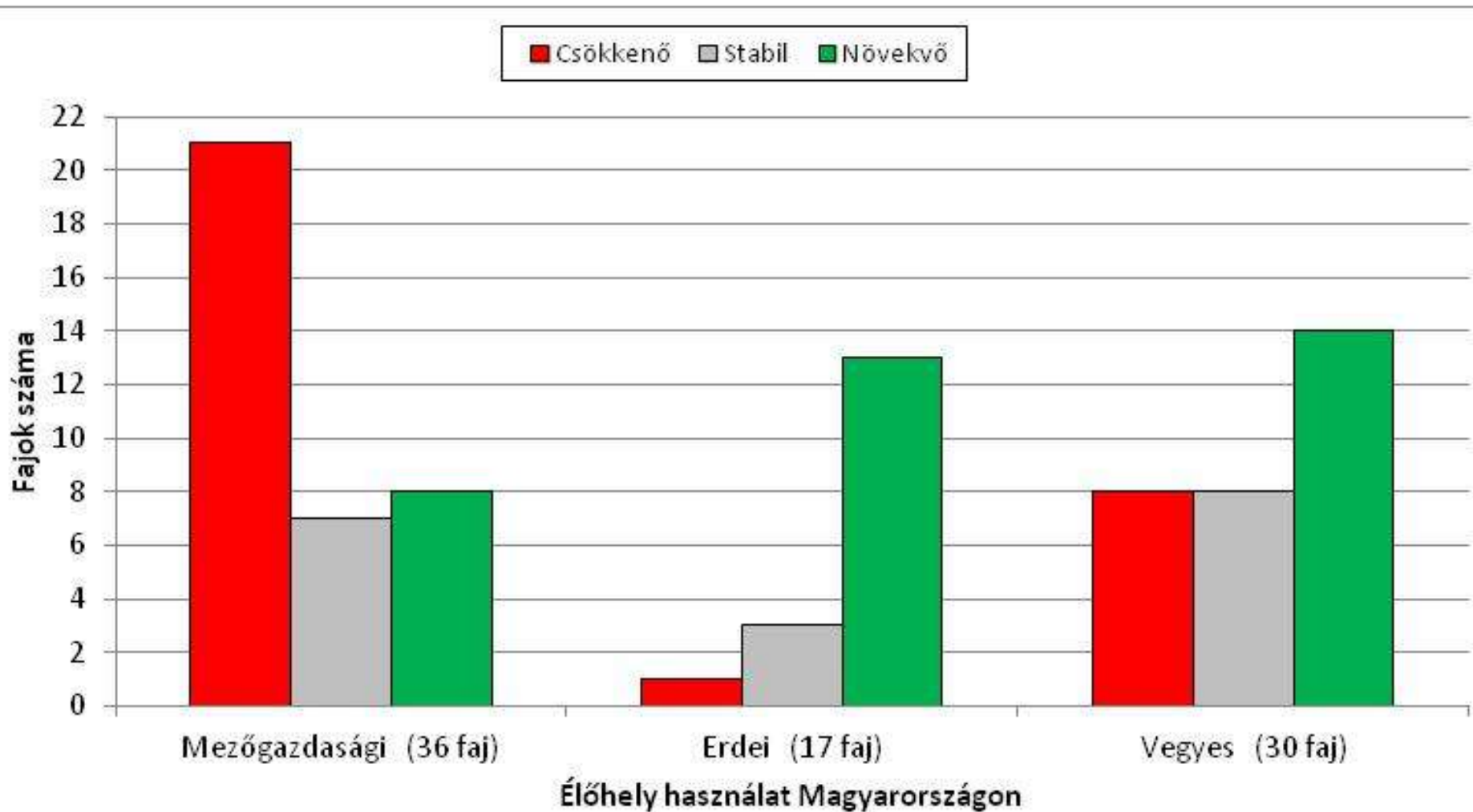
Tőkés réce
Örvös galamb
Balkáni gerle
Nyaktekercs
Zöld küllő
Házi rozsdafarkú
Fekete rigó
Kis poszáta
Barátposzáta
Őszapó
Széncinege
Holló
Zöldike
Citromsármány

Parlagi galamb
Molnárfecske
Erdei pityer
Fülemüle
Nádi tücsökmadár
Fitiszfüzike
Sárgarigó
Nádi sármány

Vadgerle
Kakukk
Berki tücsökmadár
Cserregő nádiposzáta
Kerti poszáta
Szürke légykapó
Házi veréb
Csicsörke

Élőhely használat és fészkelő állomány trend típusok Magyarországon 1999-2019

(TRIM trend kategóriák: *csökkenő*, *stabil*, *növekvő*)



Magyar agrárélőhelyen fészkelő fajok állapota, (FBI)



Jelentős csökkenés, átlagosan évi -1,5% (SE=0,3%, $P<0,01$).

Az eltelt 21 év során az állomány -30,2%-al csökkent (min: -17,7%, max: -42,7%)

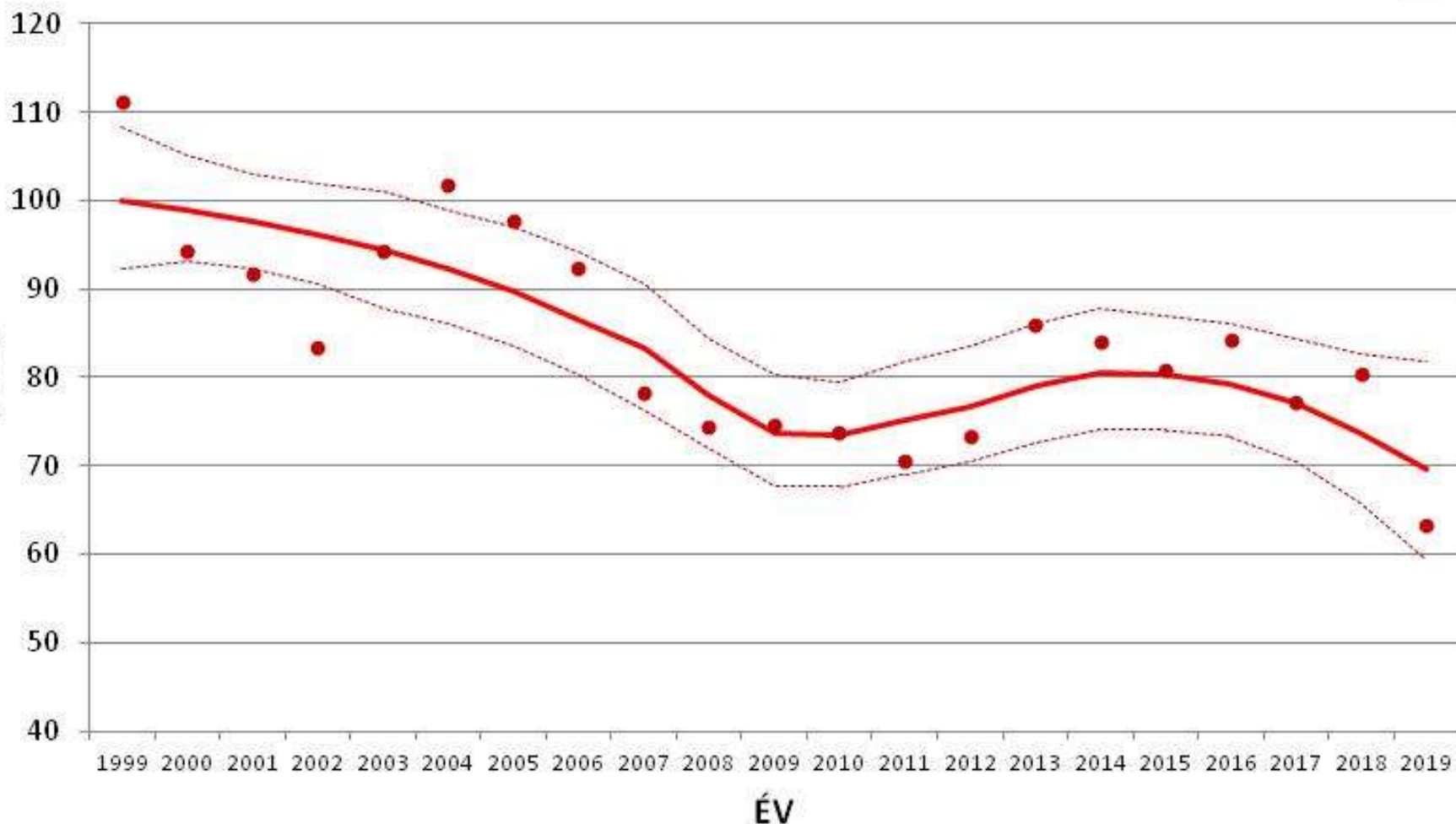
2019-ben az eddigi mért legalacsonyabb index, 63%!



Biodiverzitás Indikátorok (Bázis év 1999:

100%)

FBI_HU (16 faj) (simított/smooth)



Vonulási stratégia és fészkelő állomány trend (TRIM)

kategóriák: **növekvő**, **stabil**, **csökkenő**



Állandó (21 faj):

Balkáni gerle
Zöld küllő
Fekete harkály
Nagy fakopáncs
Közép fakopáncs
Őszapó
Barátcinege
Csuszka
Szajkó
Szarka
Dolmányos varjú
Holló

Egerészölyv
Parlagi galamb
Rövidkarmú fakusz
Mezei veréb

Fogoly
Fácán
Búbospacsirta
Házi veréb
Sordély

Részlegesen
rövidtávon
vonuló (32
faj):

Kárókatona
Nagy kócsag
Tőkés réce
Vörös vércse
Örvös galamb
Búbosbanka
Vörösbegy
Házi rozsdafarkú
Fekete rigó
Énekes rigó
Barátposzáta
Csilpcsalpfüzike
Kék cinege
Széncinege
Seregély
Erdei pinty
Zöldike
Tengelic
Meggyvágó
Citromsármány

Barázdabillegető
Ökörszem
Kenderike
Nádi sármány

Bölömbika
Fürj
Bíbic
Piroslábú cankó
Vadgerle
Erdei pacsirta
Mezei pacsirta
Cigánycsuk
Csicsörke

Hosszútávon
vonuló (30 faj):

Gyurgyalag
Nyaktekercs
Kis poszáta
Örvös légykapó

Molnárfecske
Erdei pityer
Fülemüle
Nádi tücsökmadár
Karvalyposzáta
Mezei poszáta
Sisegő füzike
Fitiszfüzike
Sárgarigó
Kis őrgébics

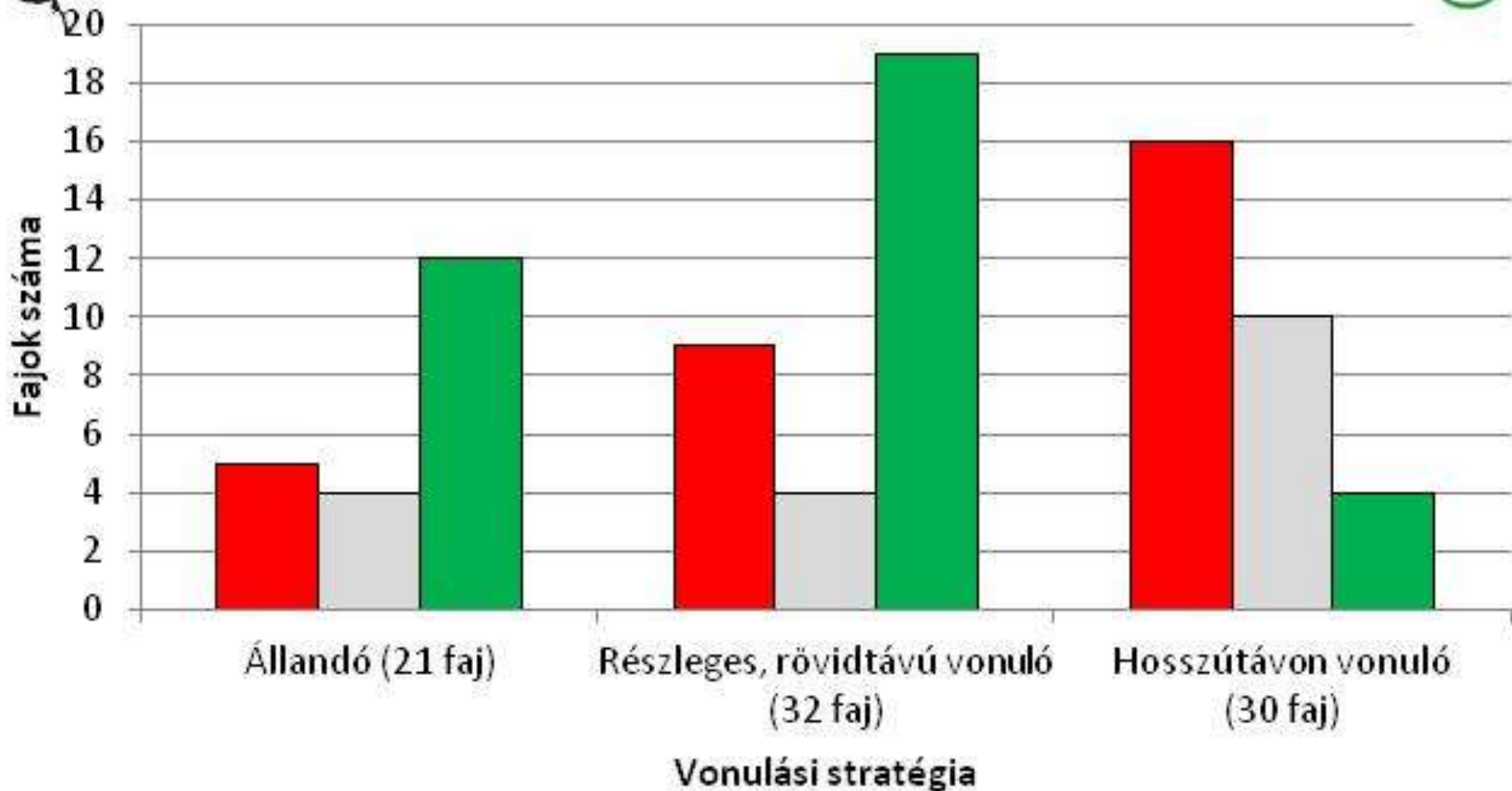
Fehér gólya
Barna rétihéja
Kakukk
Füsti fecske
Sárga billegető
Rozsdás csuk
Hantmadár
Réti tücsökmadár
Berki tücsökmadár
Foltos nádiposzáta
Énekes nádiposzáta
Cserregő
nádiposzáta
Nádirigó
Kerti poszáta
Szürke légykapó
Tövisszúró gébics

Vonulási stratégia és fészkelő állomány trendek 1999-2019

(TRIM trend kategóriák: *csökkenő*, *stabil*, *növekvő*)



■ Csökkenő ■ Stabil ■ Növekvő



Vonulási stratégia és állomány trend

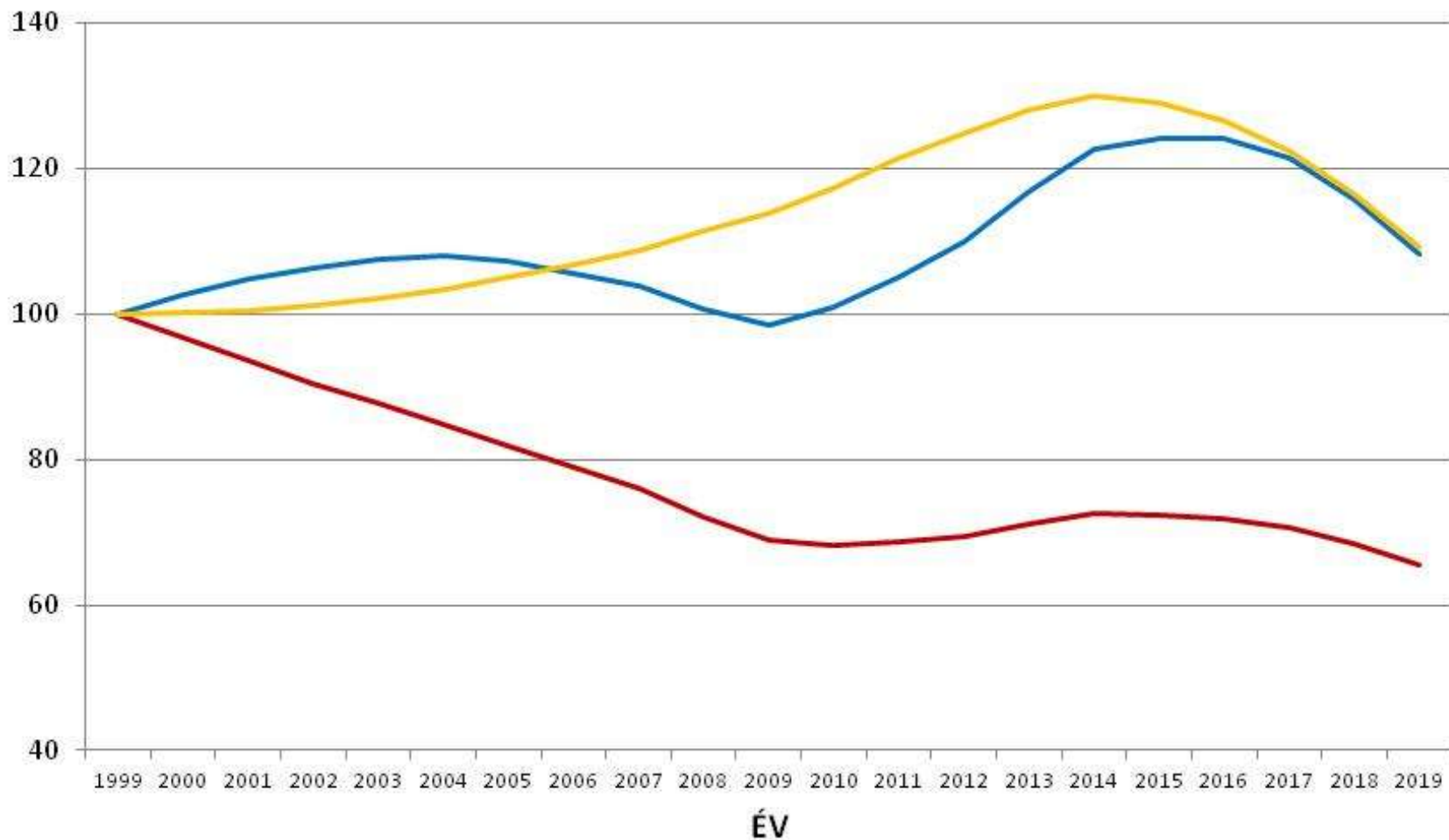


Csökkenő értékek az elmúlt években! Tartós változások ?????



- Hosszútávon vonulók (37 faj) (simított/smooth)
- Állandók (26 faj) (simított/smooth)
- Rövidtávon vagy részlegesen vonulók (36 faj) (simított/smooth)

Biodiverziás Indikátor értékek (Bázis év 1999: 100%)





Hosszútávon vonuló madarak kettő, három, ... „világ” élőlényei



Partifecske (13g)

~ 4 hónap fészkelés (Máj.-Aug.)

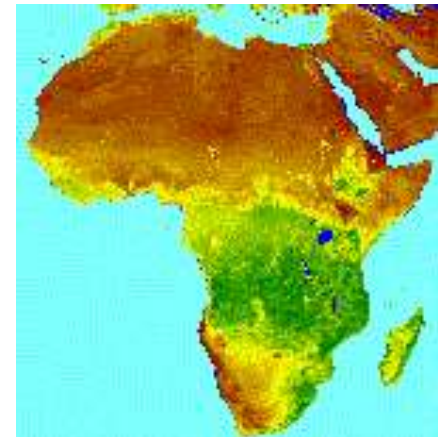
~1 hónap őszi vonulás (Szept.-Okt.)
4-6 ezer km

~ 6 hónap telelés (Dec.-Feb.)

~ 1 hónap tavaszi vonulás (Ápr.-Máj)
4-6 ezer km

Növekvő természetvédelmi problémák

- Ember általi közvetlen élőhely rombolás, módosítás

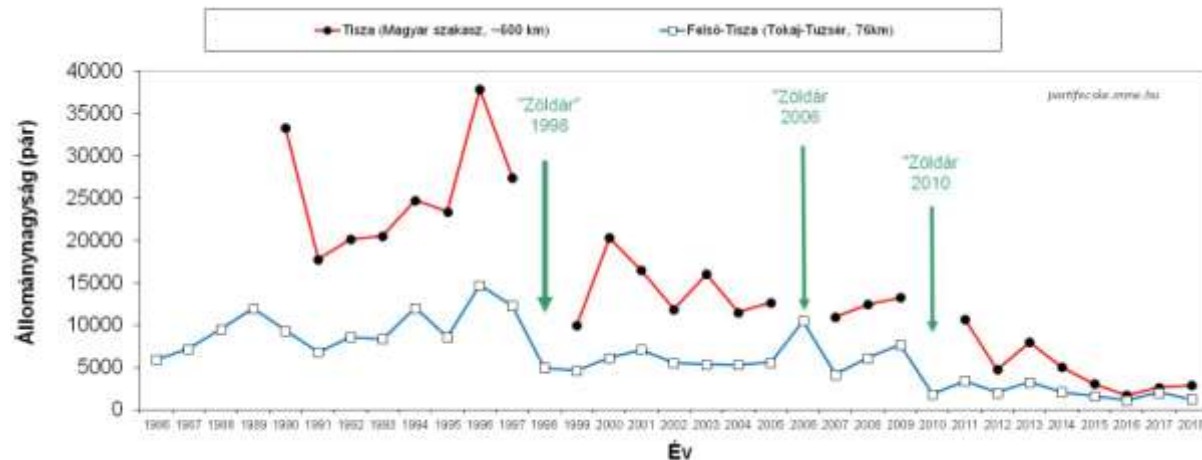


- Klímaváltozás
 - A megszokott időjárási mintázatok átalakulás – rendkívüli helyzetek szaporodása
 - Változó élőhelyek

Milyen szerepe lehet a vonulási/telelési területeknek a jelentős éves változásokban ?

Afrikai szárazságokat követően drasztikus állománycsökkenések:

- Kis poszáta
- Partifecske
- Foltos nádiposzáta
- Vörösgém
- Fehérgólya



Milyen módon lehet a közvetlen vonulási/telelési hatásokat detektálni ?

Bevándorlás más fészkelő állományokból

+

+ **Fészkelő állomány
nagysága** -

Túlélési ráta

**Pusztulás
a vonulás/telelés
során**

-

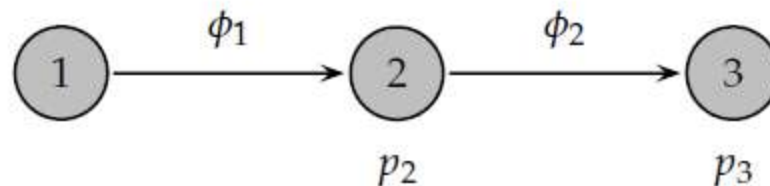
Kivándorlás más fészkelő állományokba

Szaporodás
ez előző évben

Milyen módon lehet a vonulási/telelési hatásokat detektálni ?

Túlélési ráta (fészkelő szezonok közötti) kitüntetett szerepe

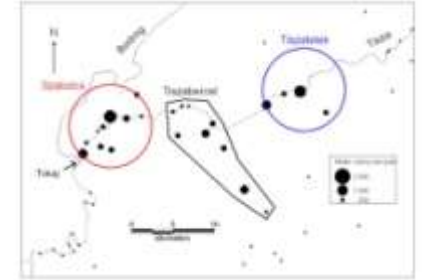
- ◆ Vonulási és telelési körülmények közvetlen hatásának mérhetősége



- Fogás-visszafogás adatok alapján becsülhető
 - ◆ Φ túlélési ráta, p fogási ráta
 - ◆ Nagyszámú, rendszeres gyűrűzés
 - ◆ Számítógépes adatnyilvántartás
 - ◆ Fogás-visszafogás eljárások, programcsomagok (MARK, U-CARE, M-SURGE) alkalmazása a modellezéshez és becsléshez



Partifecskek gyűrűzése



- Évente 2-10 ezer madár gyűrűzése 1986 óta a Tisza Tokaj-Tuzsér szakasza mentén
- Több, mint 150 ezer meggyűrűzött madár
- Részletes biometria adatok felvétele
- Több száz önkéntes közreműködése a jelentős fizikai erőfeszítést igénylő munkához



Akció Riparia tábor



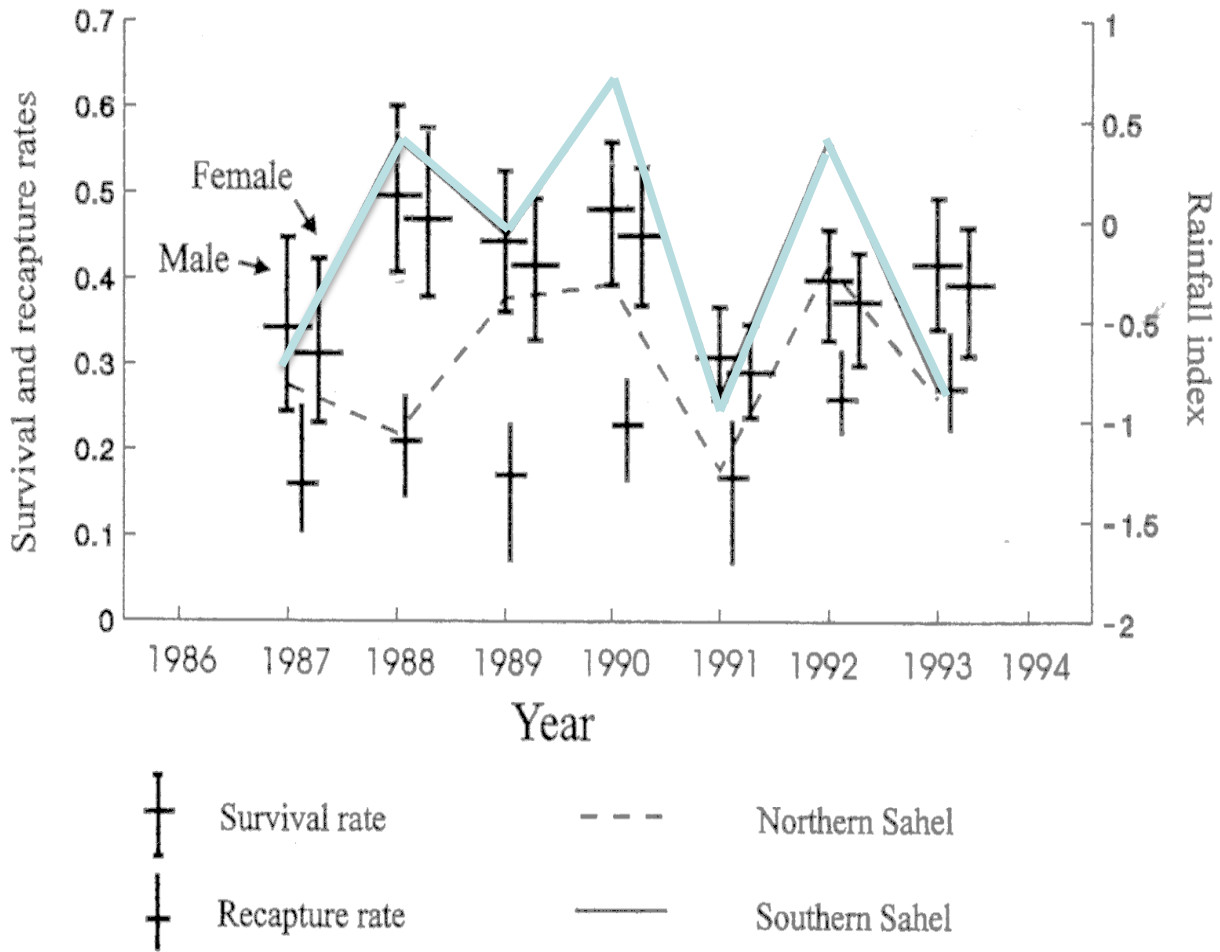
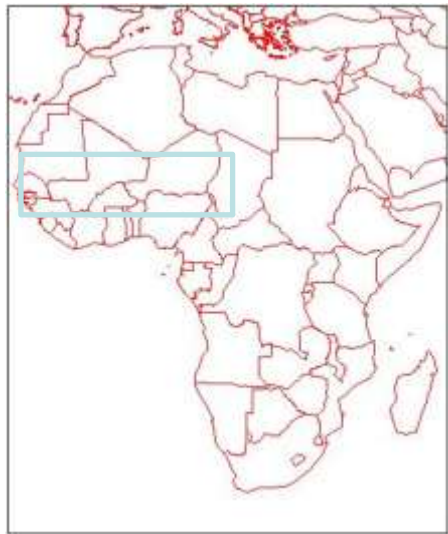






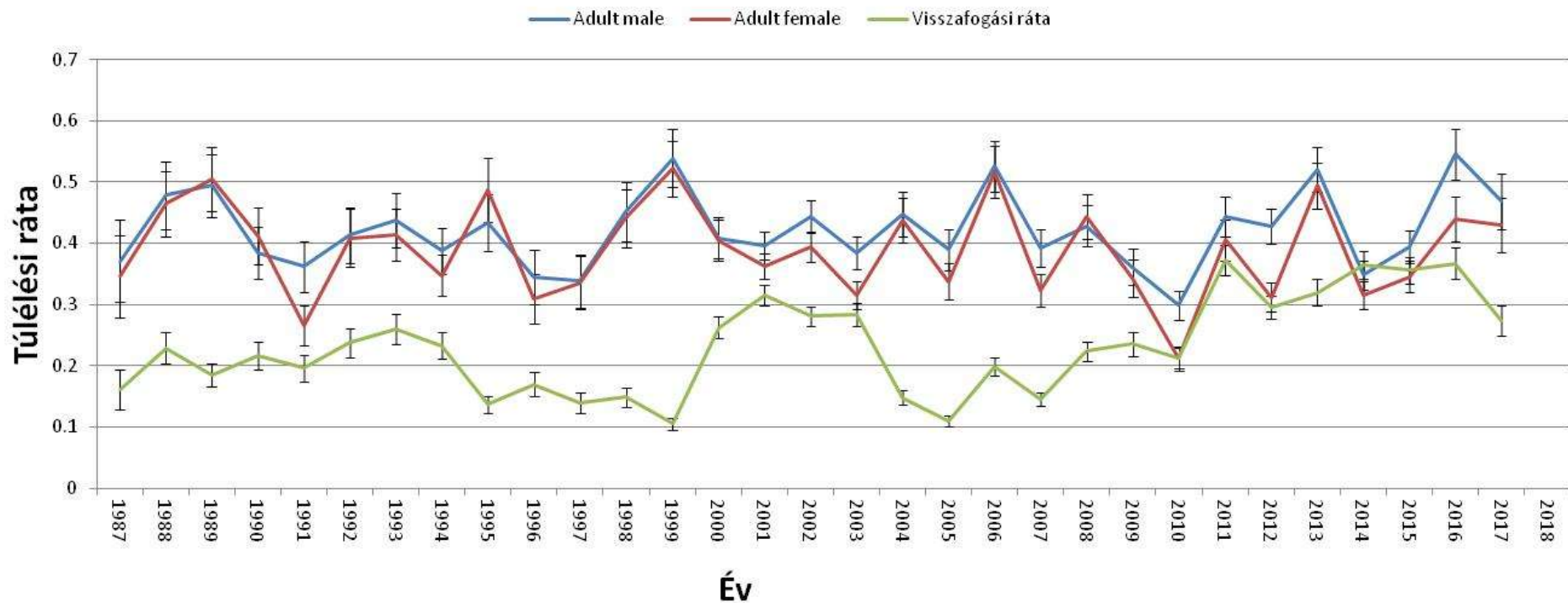
Milyen szerepe lehet az afrikai vonulási/teleelési területeknek az állomány változásban?

A partifecskek túlélési rátája jelentősen mértékben függ az afrikai Szahel-övezetben lehulló csapadék mennyiségétől (Szép 1995, *Ibis*), rövidtávon a túlélési ráta modellezhető a Szahelben lehulló csapadékkal..

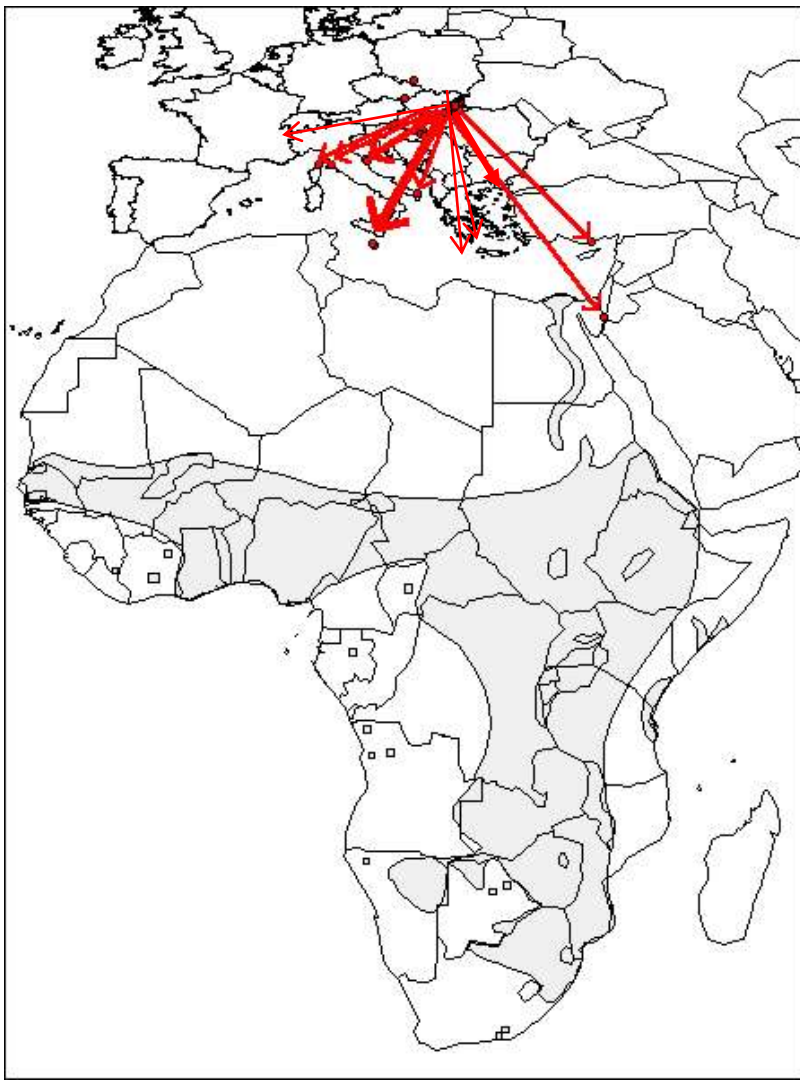


Jelentős természetes pusztulás a vonulás/telelés során

- Átlagosan a fészkelő egyedek ~40%-a éli túl a vonulást/telelést
- Kedvezőtlen vonulás/telelést követően a túlélő egyedek aránya akár 30%-nál is kisebb lehet
- Nincs csökkenő trend a fészkelő egyedek túlélési rátájában



Vonulási és telelési terület ismerete az intenzíven vizsgált tiszai partifecske állomány esetében



- Közel 150 ezer meggyűrűzött partifecske a Tisza mentén 1984 óta
 - Nincs afrikai megkerülés !

- Geolokátorok alkalmazása (0.6g) (Swiss Ornithological Institutes)
- 2012-ben 50 partifecske egyedet jelöltünk meg

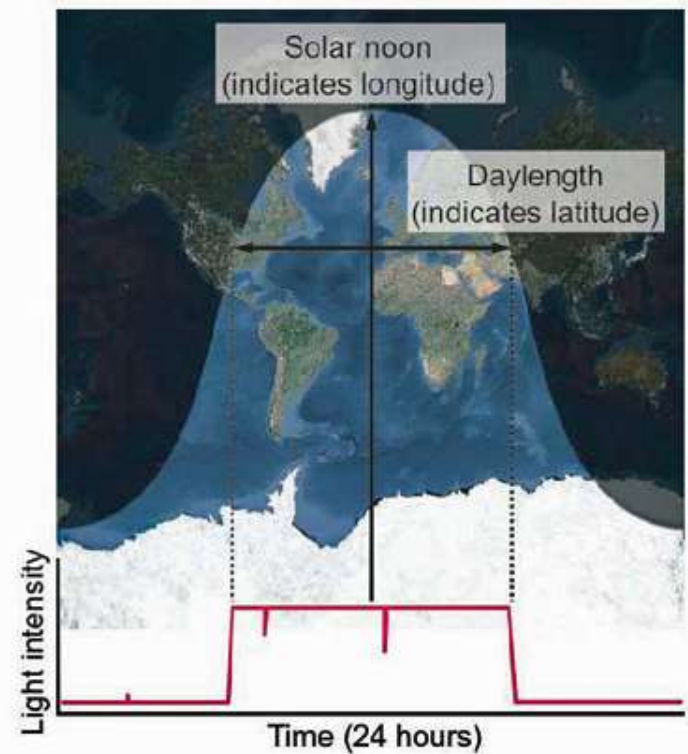
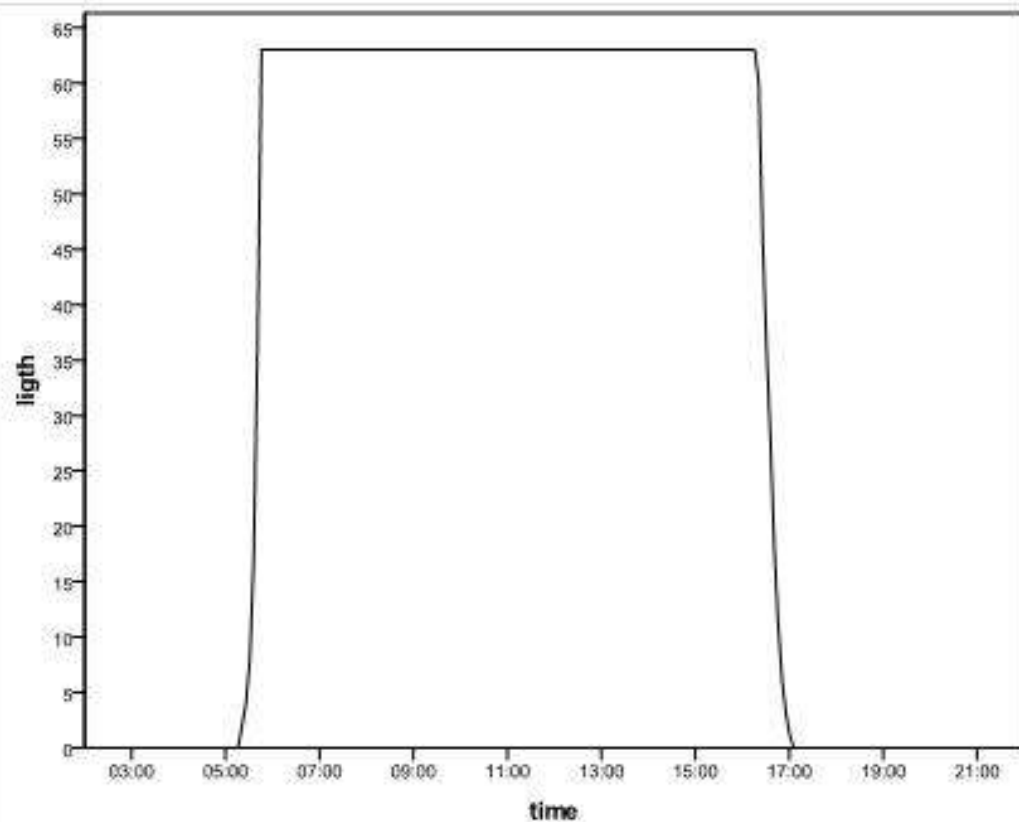


Geolokátor

Fényérzékelő, óra, memória, elem – együtt akár 0,3-0,6 g
össztömeg
alkalmas kistestű (<20g) madarak jelölésére

- Fényérzékelő 5 percenként méri a fény mennyiségét
- ~ egy évig folyamatosan tárolja az 5 percenként mért adatokat
- A jelölt madarat visszaérkezése után be kell fogni a geolokátort levenni és az adatokat letölteni





Geolokátor:

Nappal/éjszaka hossza – É/D-i távolság az egyenlítőtől (szélesség)

Napkelte/nyugta ideje – K/Ny-i távolság , Londontól (hosszúság)

- ***A tartózkodási hely koordinátája ± 300 km-es pontossággal, potenciálisan, megállapítható minden nappalra és estére***

Geolokátor

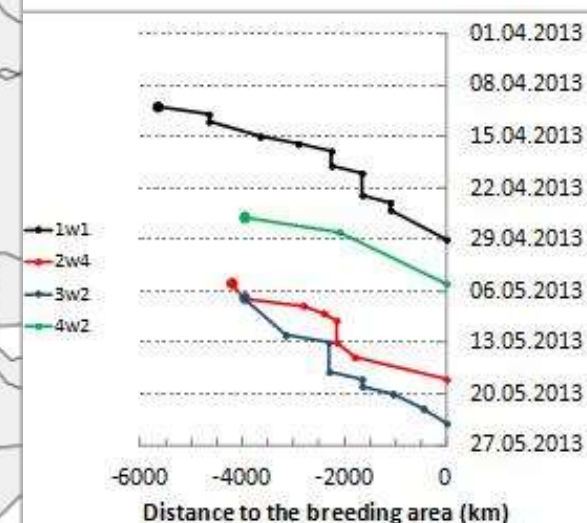
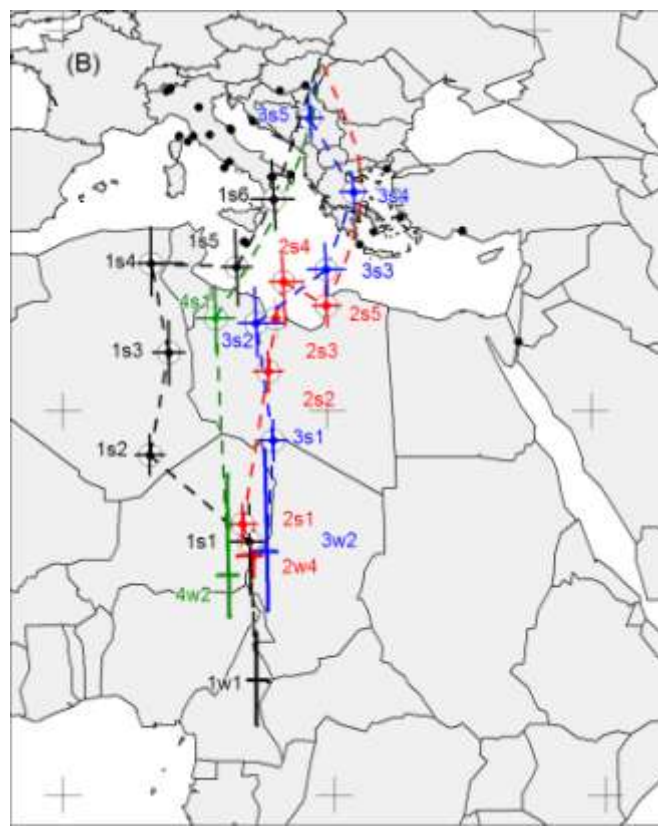
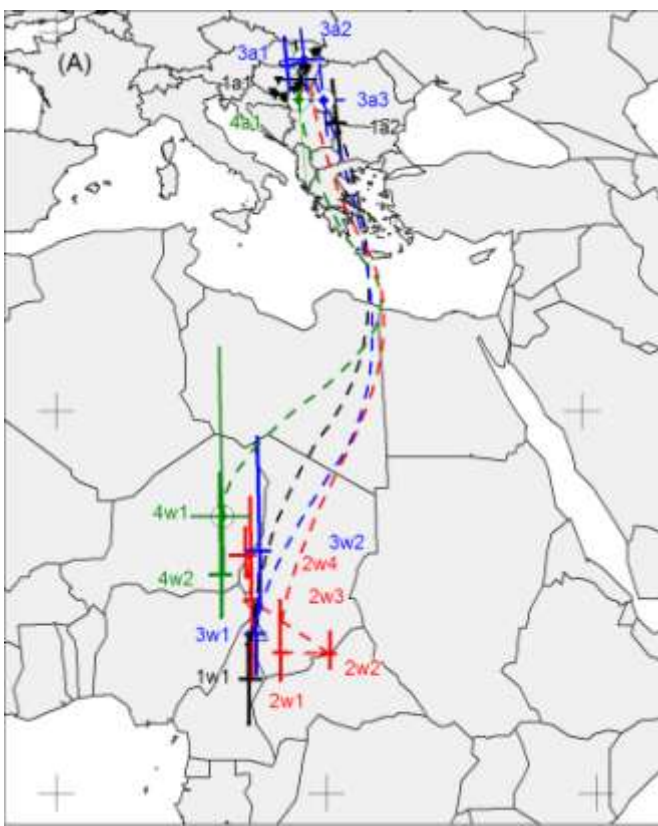
4 geolokátor szolgáltatott egyedülálló adatokat 2013-ban a partifecskékről

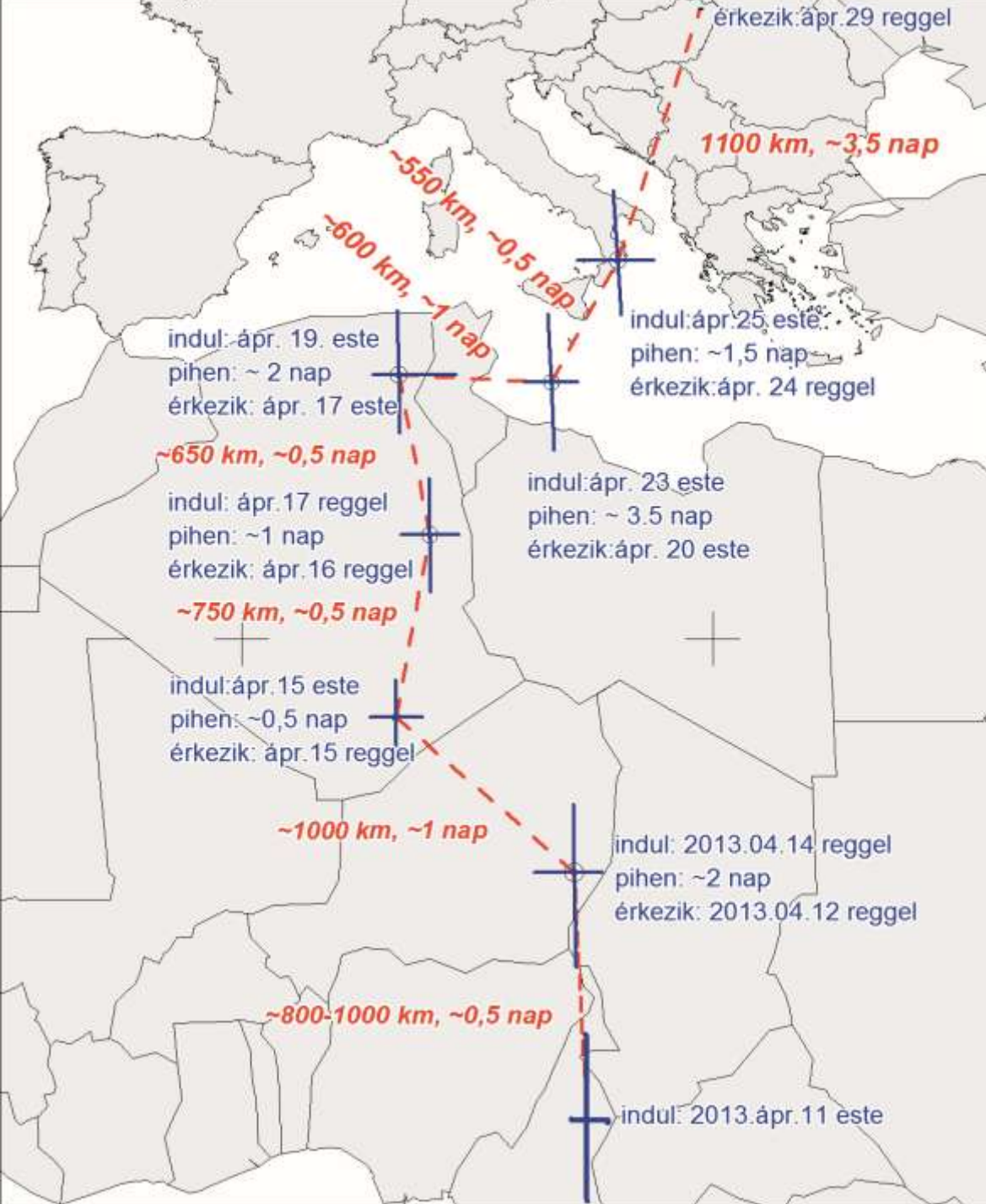
- Információk az őszi és tavaszi vonulás során használt régiókról
- A vonulás sebességéről (400-800 km/nap, tavasszal)
- Új lehetőségek !!!

Ősz/Tél
vonulás időzítés

Tavaszi

Tavaszi





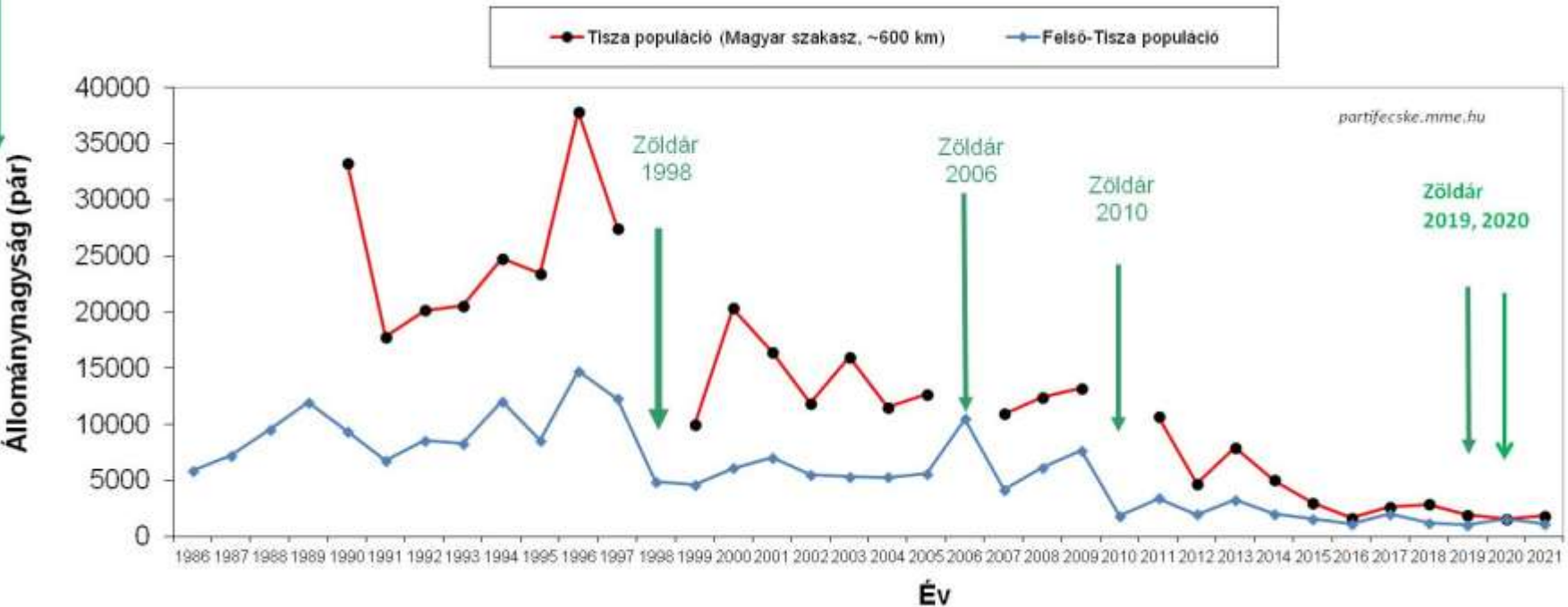
Partifecske, 7GD,
tojó

Ősz: 4557 km
18 nap

Tavaszi: 5692 km
18 nap

Mozgás: 7,5 nap
Pihen: 10,5 nap
812 km/nap

Populáció nagysága a Tisza magyar szakaszán



A fészkelési sikernek döntő része lehet az állományváltozásban









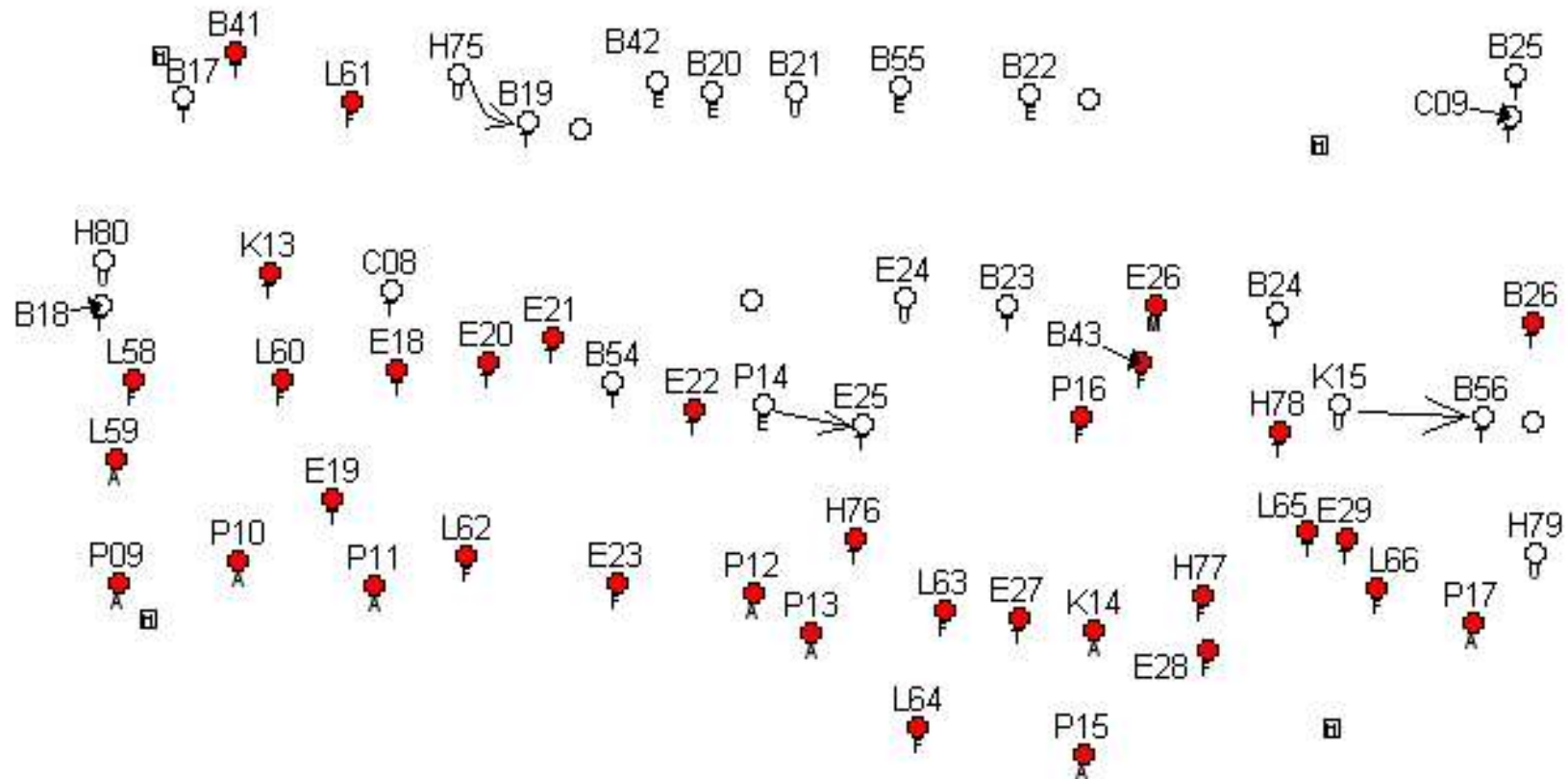
Fészkelési siker vizsgálata endoszkóppal







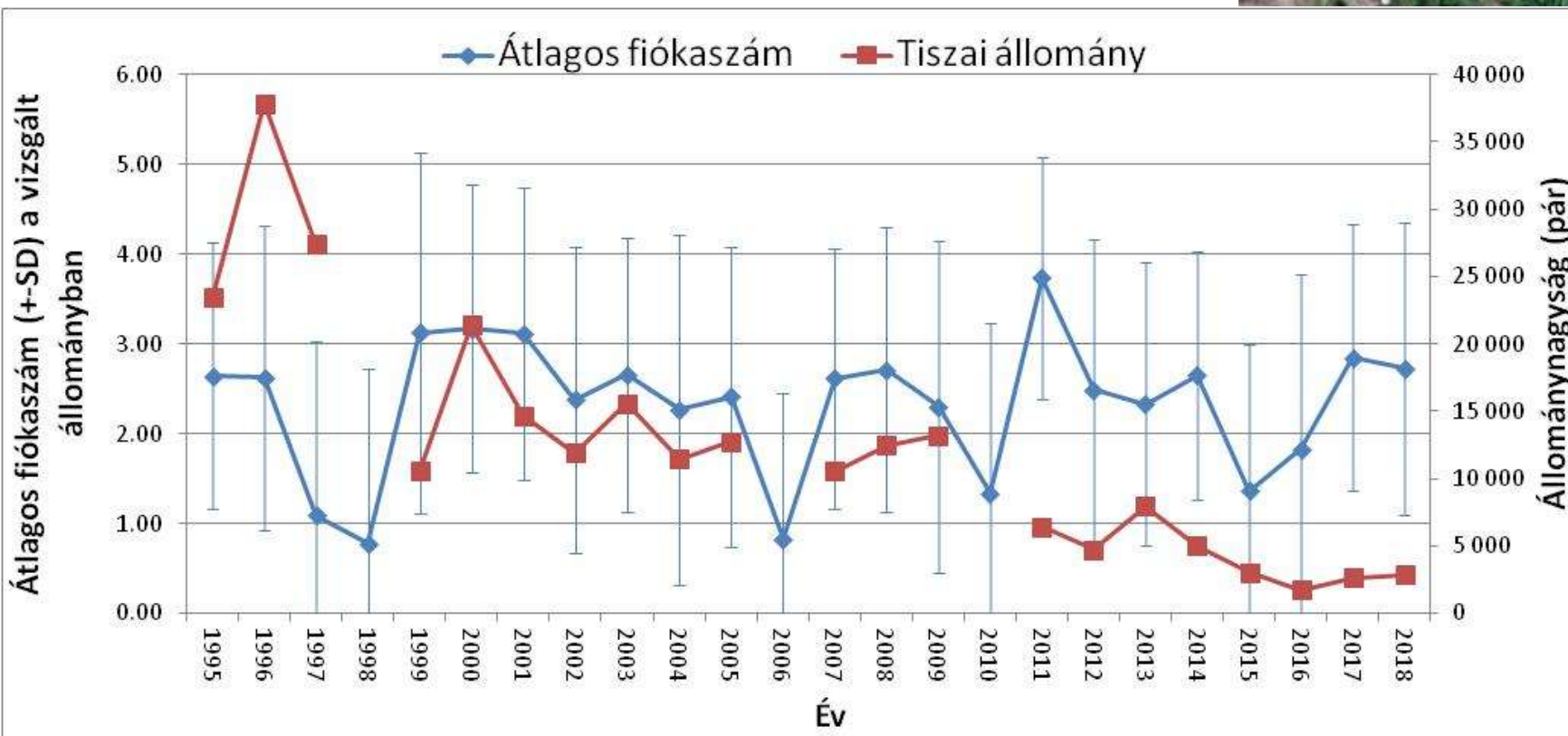
SZAB42



Fészkelési siker vizsgálata

Évente 800-2000 üreg heti ellenőrzése endoszkóppal 1995 óta a Felső-Tisza mentén

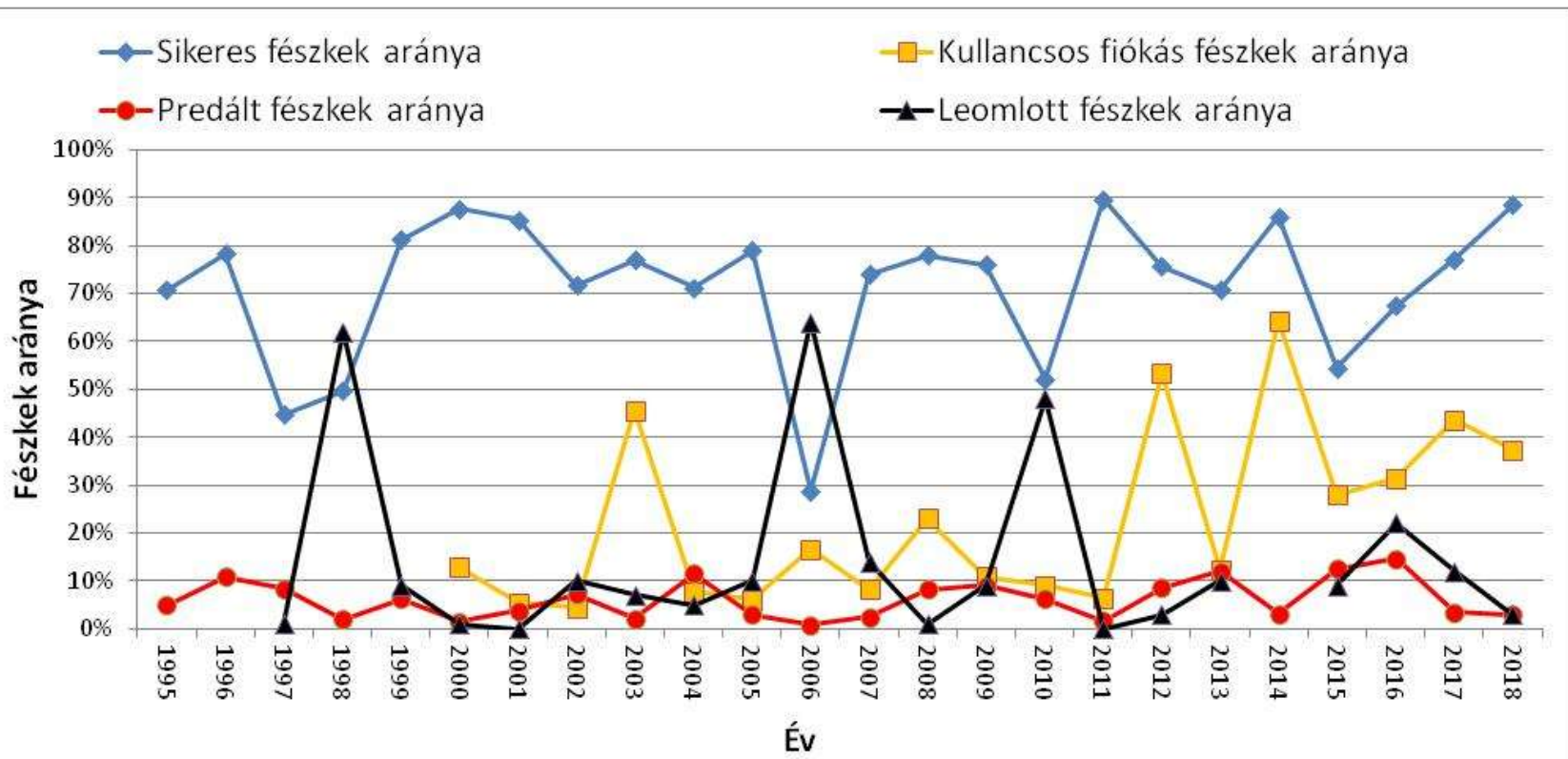
- Zöldárak (1998, 2006, 2010) jelentős hatása
- Nincs csökkenő trend
- Jelentős variancia az fiókaszámban



Fészkelési siker vizsgálata

Évente 800-2000 üreg heti ellenőrzése endoszkóppal 1995 óta a Felső-Tisza mentén

- Zöldárak (1998, 2006, 2010) jelentős hatása - fészkek omlása
- Növekvő kullancs fertőzés
- Kismértékben növekvő predált fészkek



Paraziták

- *Ixodes lividus* kullancsfaj – csak a partifecske fészkekben található, gazdaspecifikus vérszívó ektoparazita
- Betegségeket, költséges immun és viselkedési válaszokat válthatnak ki (Szép és Møller 1999)
- Közvetlenül befolyásolhatják az egyedek fejlődését, szaporodási sikerét, túlélését (Szép és Møller 2000)



Partifecske válaszok a kullancs okozta kedvezőtlen hatásokra:

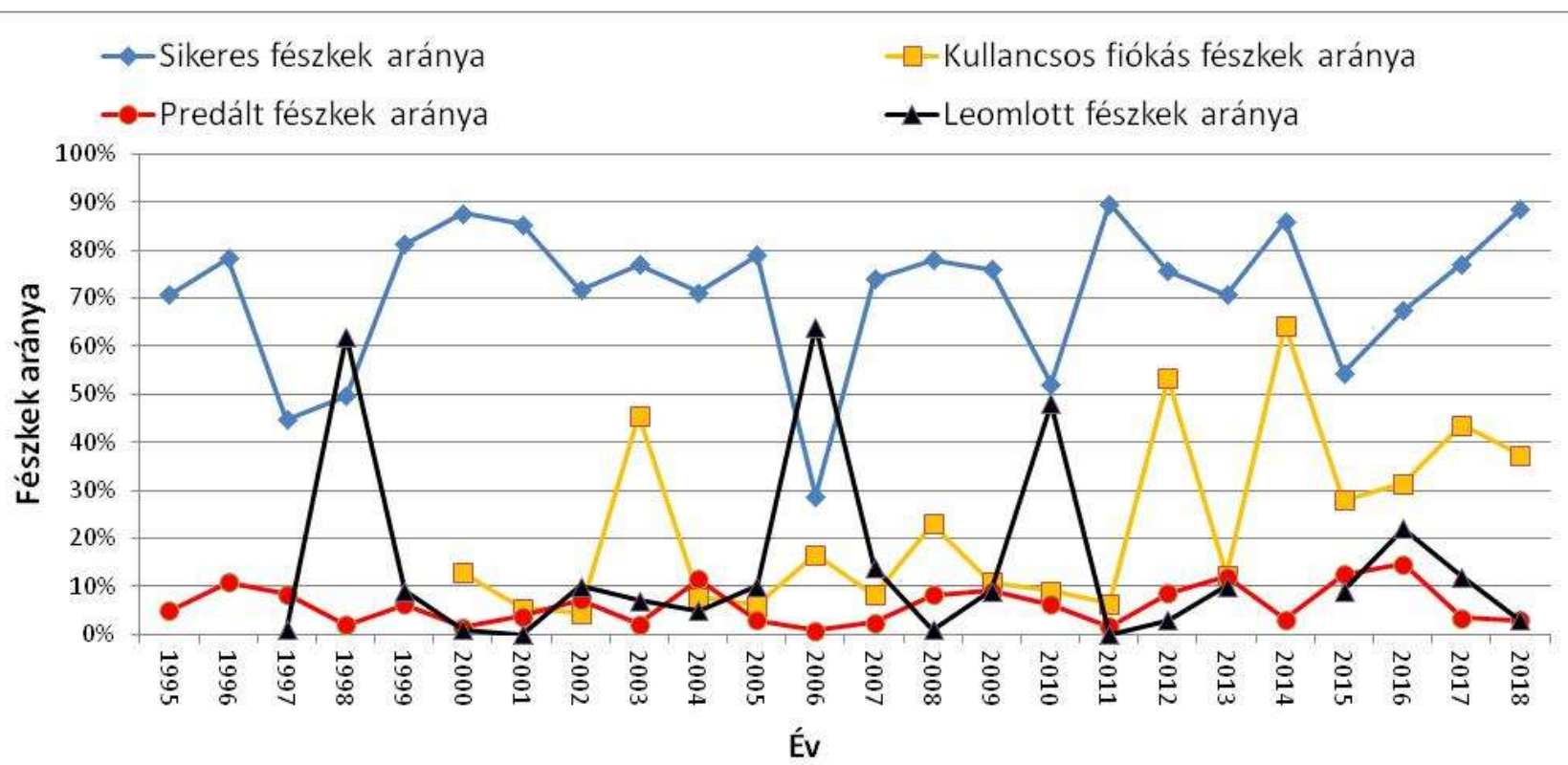
- Kitüntetett szerep a fertőzött partfalak elkerülésének – új üregek ásása friss partfalakon



Növekvő kullancs fertőzés különösen az utóbbi évtizedben

Enyhébb telek kedvezőbbek a kullancs lárvák áttelelésében

A folyó áradásai kisebb intenzitásúak az utóbbi évtizedben – a korábbinál több régi partfal és fertőzött üreg marad meg



1990

Jelentős változást jósolnak a partifecske eloszlásában Európában

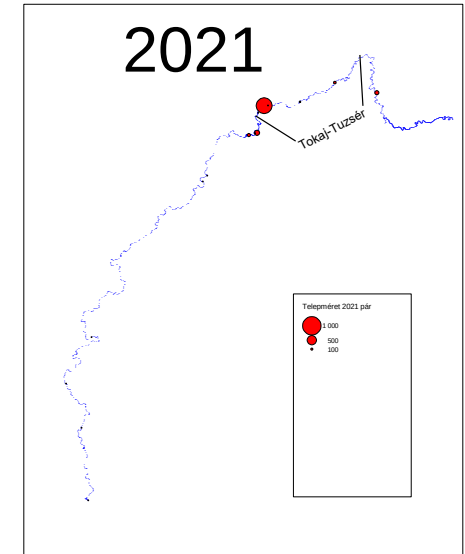
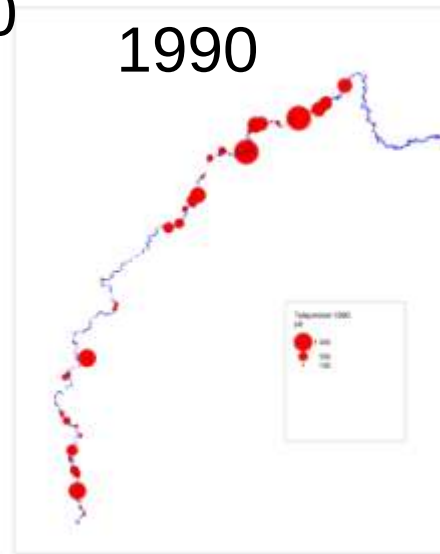
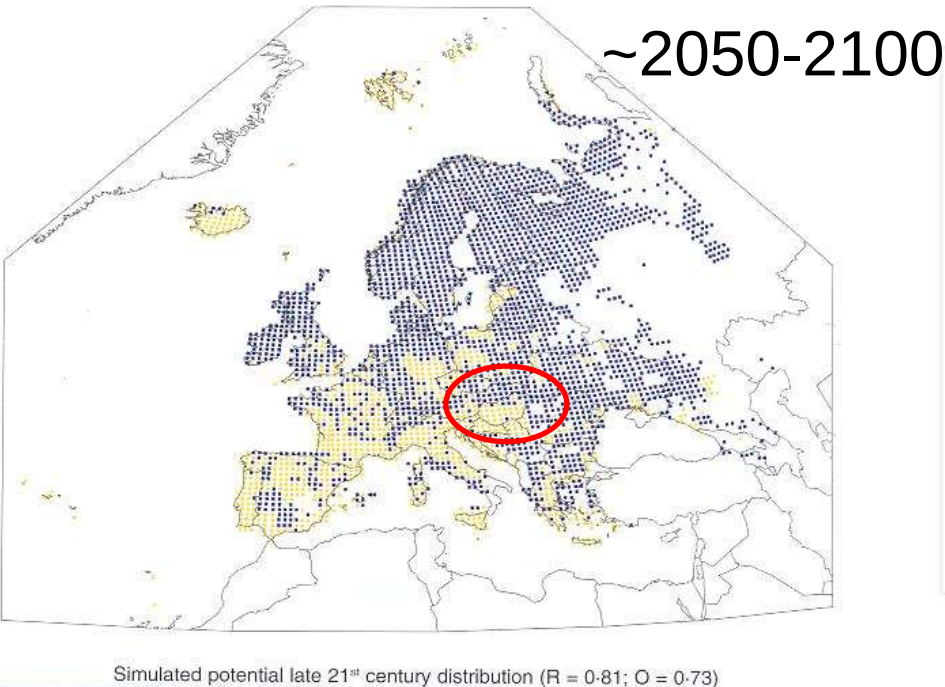
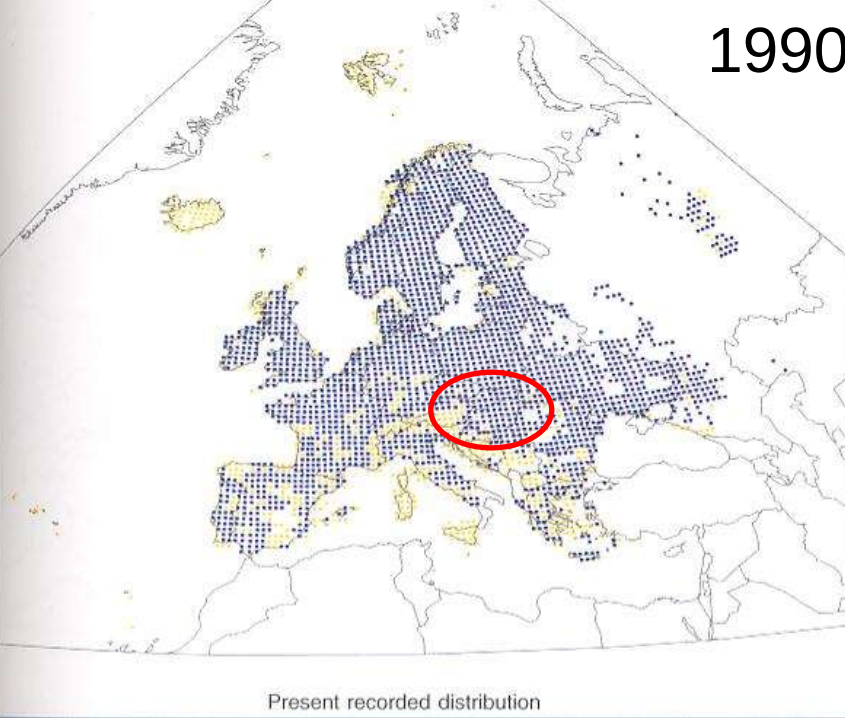
A klíma modellek predikciói alapján 2100-ra hazánk déli területein el fog tűnni

Partifecske eloszlása Európában

-felső ábra: XX század vége

-alsó ábra: XXI század vége a klíma modellek alapján

Huntley et al. 2007. A Climatic Atlas of European Breeding Birds.



Elsődleges populációs paraméterek

$$\begin{array}{c} \text{Immigráció} \\ + \\ \text{natalitás} + N - \text{mortalitás} \\ - \\ \text{Emigráció} \end{array}$$

- natalitás

potenciális fekunditás embernél (9-11 hónap)

realizált - " – embernél (8 évente egy)

natalitási ráta – utód/időegység

- mortalitás

potenciális élettartam

realizált - " -

nők (Róma 21 év, 1780 UK 39 év, 1976 USA 77

- immigráció-emigráció

Másodlagos populáció paraméterek

- Ivararány
- Korarány
- Elterjedési mintázat
pl. random, egyenletes,
csoportos,...stb.

Populáció genetikai összetétele

Populáció demográfia

- a populáció korcsoport összetételével és populációgyarapodási összefüggéseivel foglalkozik

Élettábla

l_a : Túlélők aránya a. korban, $l_a = n_a / n_1$

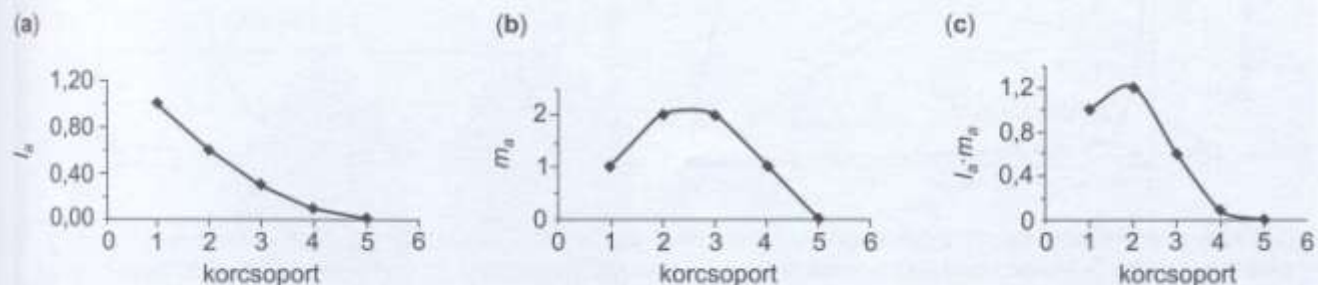
q_a : mortalitási arány a. korban

m_a : Fejenkénti nettó utódszám a. korban

$l_a \cdot m_a$: Korcsoportonkénti utódszám (F_a)

1. táblázat Élettábla

Korcsoport a	Korcsoport egyedszáma n_a	Túlélők ará- nya az 1. korcsoportól a -ig l_a (fennmara- dási arány)	Halálozások száma a és $a+1$ közt d_a	Fejenkénti halál. arány a és $a+1$ közt q_a (mortalitási arány)	Túlélők aránya a kortól $a+1$ -ig p_a túlélési arány	Fejenkénti nettó utód- szám m_a (effektív ter- mékenység)	Korcsoport- onkénti utódszám F_a (fekunditás)
1	100	1,00	40	0,4	0,6	1	100
2	60	0,60	30	0,5	0,5	2	120
3	30	0,30	21	0,7	0,3	2	60
4	9	0,09	9	1	0	1	9
5	0	0	–	–	–	–	–



16. ábra Az élettáblához tartozó görbék az 1. táblázat alapján. (a) Fennmaradási görbe, (b) termékenységi görbe, (c) netto szaporodási teljesítmény görbe.

Élettábla típusok

Dinamikus/kohorsz élettábla:

Közel egy időben született/kikelt, kellően nagyszámú csoport (kohorsz) valamennyi nőstény egyede sorsának követése alapján nyert adatokon alapszik

Statikus élettábla:

Egy adott időintervallumban vesszük fel minden korosztály esetében a halálozási és születési eseményeket és ezek alapján hozzuk létre az élettáblát

1. táblázat Élettábla

Korcsoport a	Korcsoport egyedszáma n_a	Túlélők ará- nya az 1. korcsoporttól a -ig l_a (fennmara- dási arány)	Halálozások száma a és $a+1$ közt d_a	Fejenkénti halál. arány a és $a+1$ közt q_a (mortalitási arány)	Túlélők aránya a kortól $a+1$ -ig p_a túlélési arány	Fejenkénti nettó utód- szám m_a (effektív ter- mékenység)	Korcsopor- tonkénti utódszám F_a (fekunditás)
1	100	1,00	40	0,4	0,6	1	100
2	60	0,60	30	0,5	0,5	2	120
3	30	0,30	21	0,7	0,3	2	60
4	9	0,09	9	1	0	1	9
5	0	0	–	–	–	–	–

Élettábla a Kanadában élő nők adatai alapján (1980-as adatok)

x : stádium

n_x : x stádiumban lévő nők száma

d_x : elpusztult nők száma az x és $x+1$ időpont között

q_x : mortalitás az x és $x+1$ stádium között

TABLE 11.2

Static Life-Table Data for the Human Female Population of Canada, 1980

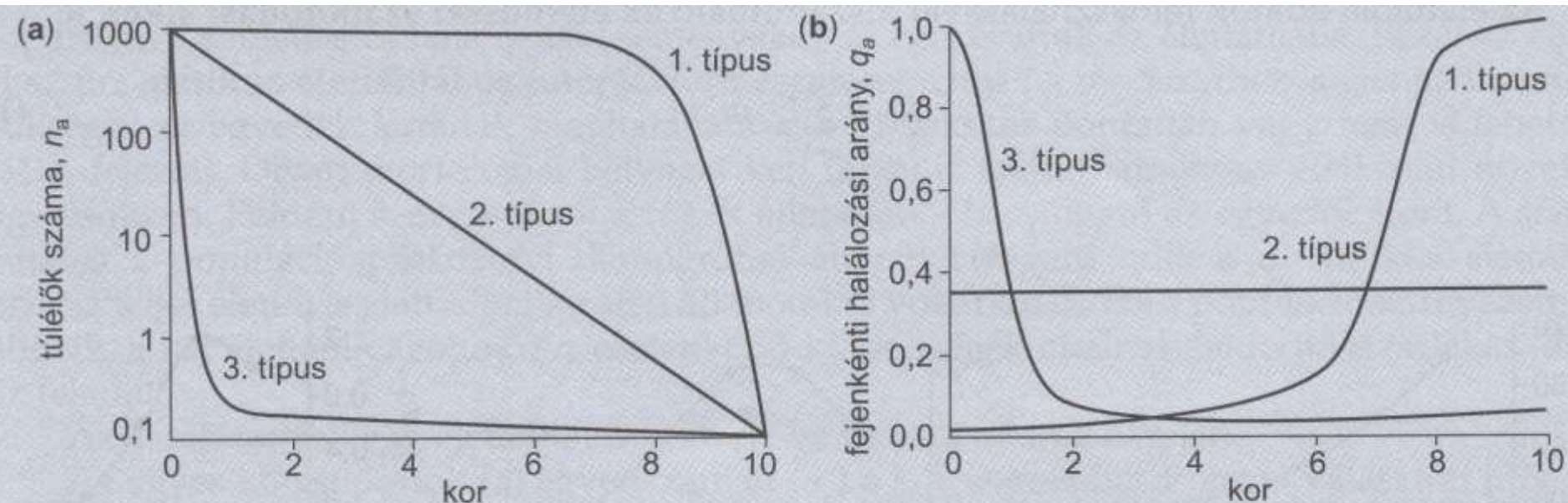
Age Group (yr)	No. in Each Age Group	Deaths in Each Age Group	Mortality Rate per 1000 Persons (1000 q_x)
0-1	173,400	1651	9.52
1-4	685,900	340	0.50
5-9	876,600	218	0.25
10-14	980,300	234	0.24
15-19	1,164,100	568	0.49
20-24	1,136,100	619	0.54
25-29	1,029,300	578	0.56
30-34	933,000	662	0.71
35-39	739,200	818	1.11
40-44	627,000	1039	1.66
45-49	622,400	1664	2.67
50-54	615,100	2574	4.18
55-59	596,000	3878	6.51
60-64	481,200	4853	10.09
65-69	423,400	6803	16.07
70-74	325,600	8421	25.86
75-79	235,100	10,029	42.66
80-84	149,300	10,824	72.50
85 and above	119,200	18,085	151.70

Note. These data were obtained by tallying the number of females in each age group by their 1980 birthdays and by tallying the number of deaths in 1980 for the same age groups.

Source: Statistics Canada (1982).

Túlélési görbe

1. típus jelentős mortalitás csak idős korban (pl. ember)
2. típus a mortalitás állandó a különböző korosztályokban (pl. madarak)
3. típus a mortalitás fiatal korban a legnagyobb (pl. rovarok)



18. ábra A halandóság jellemzése. (a) Fennmaradási görbék főbb típusai, (b) az egyes fennmaradási görbékhez tartozó fejenkénti halálozási valószínűségek. A 0. korcsoportba a frissen keletkezett utódok tartoznak (KREBS 2001).

Fekunditási program

l_x : az x . stádiumot megélt egyedek aránya a születettekhez képest

$$a_x/a_0$$

m_x : x korban létrehozott nőstények utódok száma (a táblázatban b_x -el jelölve)

Élethosszi szaporodási siker

Ha $R_0=1$, a populáció nagysága nem változik

$$R_0 = \sum_{x=1}^{\max. kor} (l_x * m_x)$$

TABLE 11.3
Survivorship Table (l_x) and Fertility Table (b_x) for Women
in the United States, 1978

Age Group	Midpoint or Pivotal Age x	Proportion Surviving to Pivotal Age l_x	No. Female Offspring per Female Aged x Per 5-Year Time Unit (b_x)	Product of l_x and b_x (V_x)
0-9	5.0	0.9854	0.0	0.0
10-14	12.5	0.9836	0.0030	0.0029
15-19	17.5	0.9816	0.1310	0.1286
20-24	22.5	0.9785	0.2808	0.2748
25-29	27.5	0.9751	0.2800	0.2730
30-34	32.5	0.9713	0.1478	0.1436
35-39	37.5	0.9663	0.0473	0.0457
40-44	42.5	0.9583	0.0098	0.0094
45-49	47.5	0.9453	0.0005	0.0005
50 and above	—	—	0.0	0.0
$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x b_x = 0.8785$				

Source: Statistical Abstract of the United States, 1982 (1982-1983).

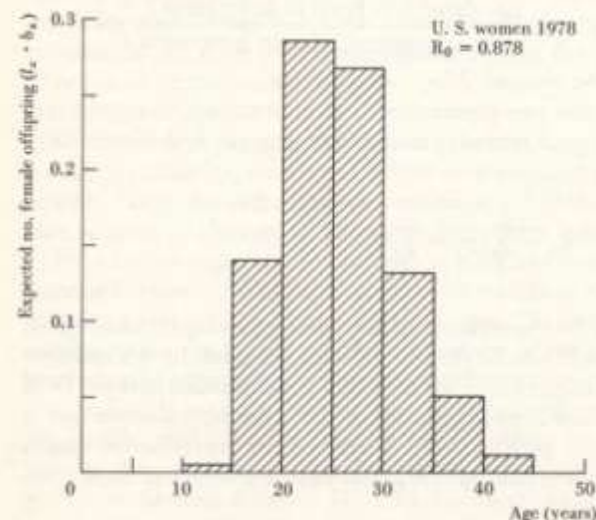


Figure 11.7 Expected number of female offspring for each female in the United States, 1978. Data from Table 11.3. The area under the curve is the net reproductive rate (R_0).

Nők korcsoportonkénti utódszáma egy XX.sz eleji ausztrál vizsgálat alapján -
nettó szaporodási teljesítmény, korcsoportonkénti utódszám (F_a)

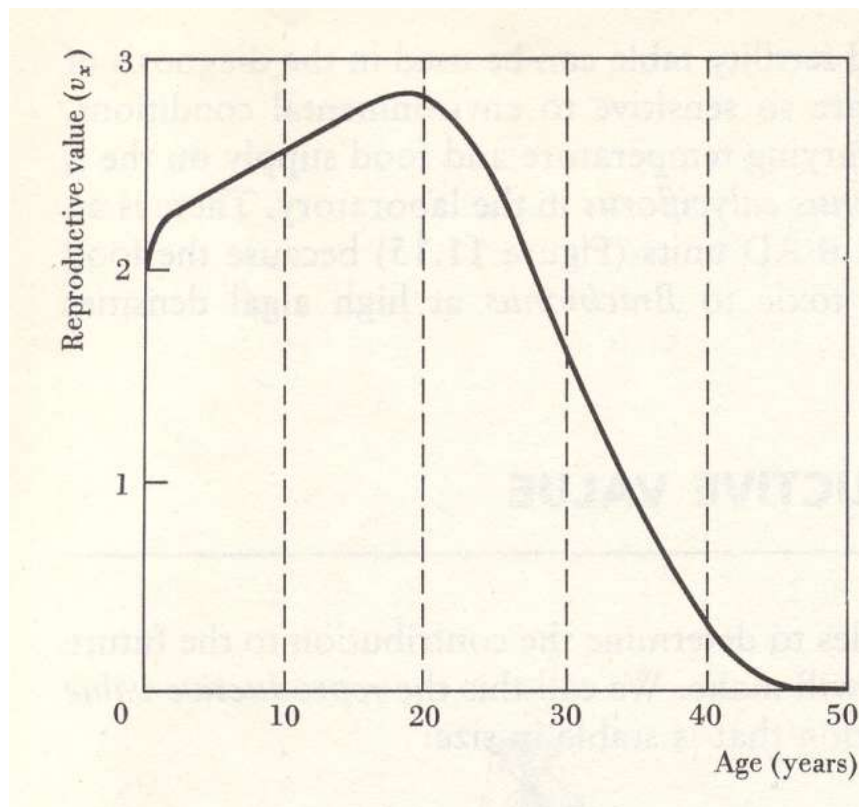
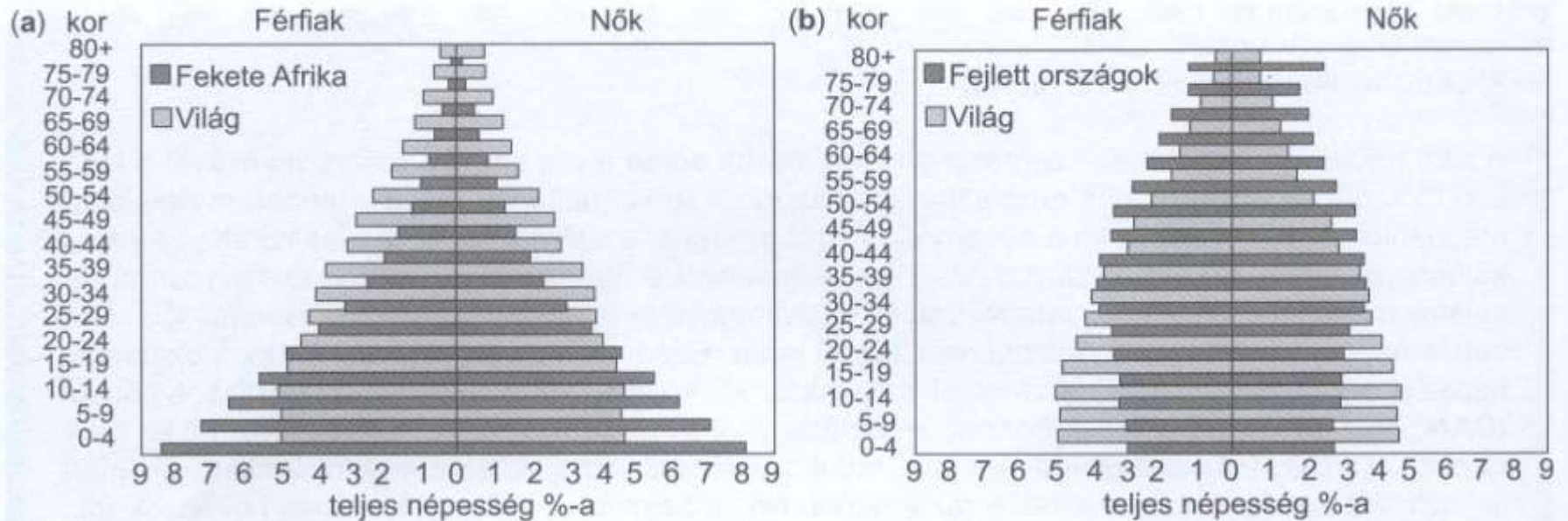
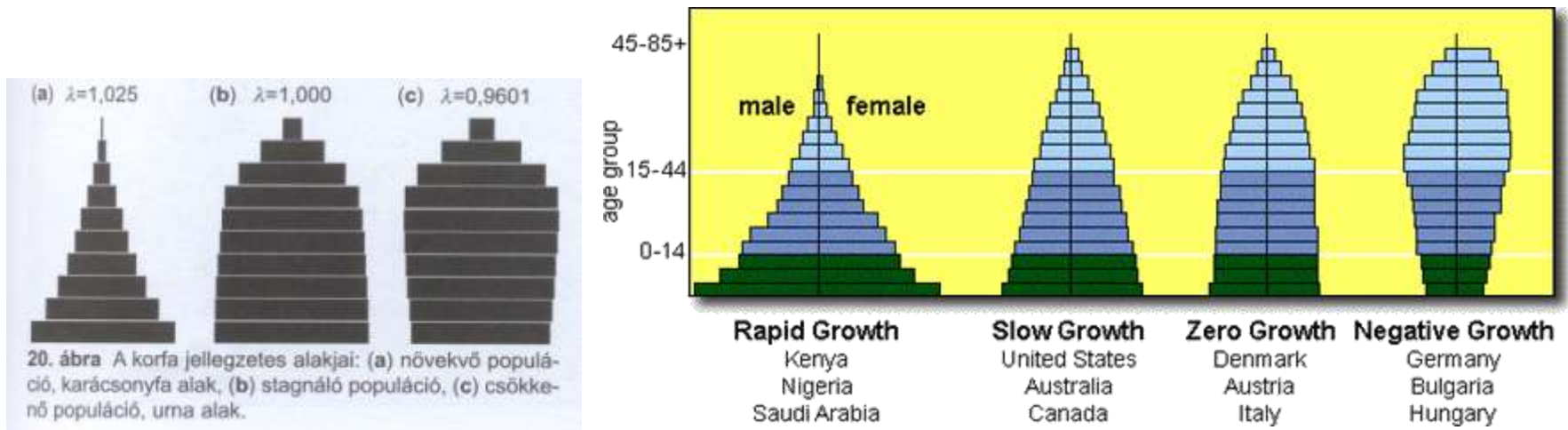


Figure 11.16 Reproductive value of Australian women, 1911. This was the first calculation of reproductive value in a population, done by Sir Ronald Fisher in 1929. (After Fisher 1958.)

Koreloszlás



15. ábra A korfák jobb oldalán a nők, bal oldalán a férfiak korcsoportonkénti aránya látható. (a) Gyors növekedésű országok ($r = 2\%$), (b) lassú növekedésű országok ($r = 0,3\%$) a globális megoszláshoz hasonlítva (Global Population Profile 2002).



20. ábra A korfa jellegzetes alakjai: (a) növekvő populáció, karácsonyfa alak, (b) stagnáló populáció, (c) csökkenő populáció, urna alak.

Korcs csoport dinamikai modellezése

- Leslie modell
 - Minden korosztályra (a) megadható a túlélési esély (p_a) és a termékenység (m_a)
 - A korosztályok (n_a), így a teljes populáció egyedszáma megbecsülhető a következő időszakra (t)

Pl.

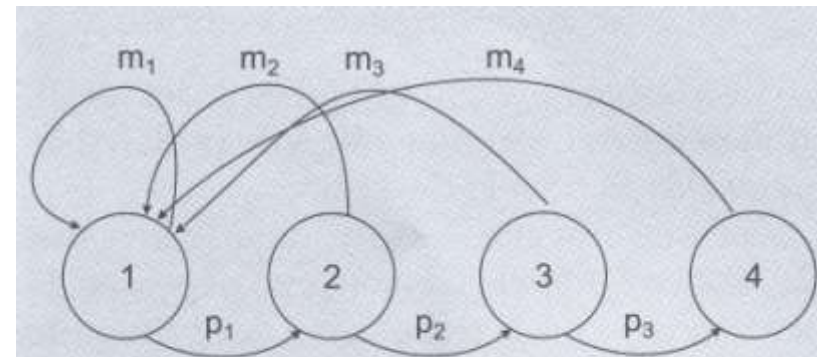
$$n_1(t+1) = n_1(t) * m_1 + n_2(t) * m_2 + \dots$$

$$n_2(t+1) = n_1(t) * p_1$$

$$n_3(t+1) = n_2(t) * p_2$$

.

.

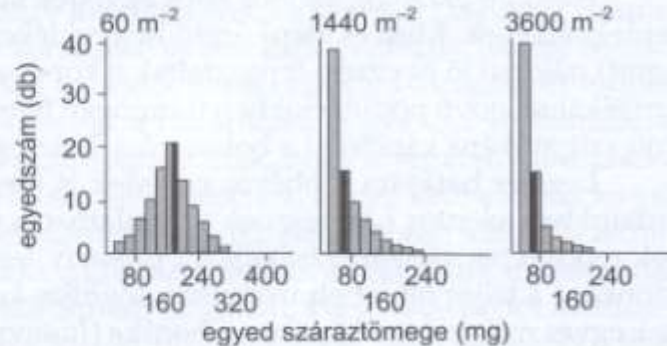


22. ábra Sematikus Caswell-gráf. A körökbe írt számok szemléltetik a korcs csoportokat vagy egyéb fejlődési- vagy méretstádiumokat. p_a : korcs csoportfüggő túlélési valószínűség, m_a : korcs csoport specifikus effektív termékenység. (a : 1, 2, 3)

Növénydemográfia sajátosságai

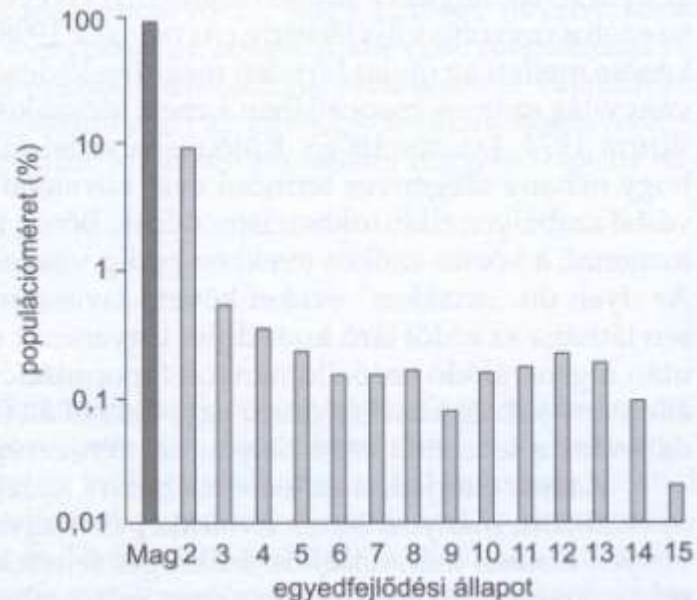
- Koreloszlás nem egyezik meg a méreteloszlással minden esetben

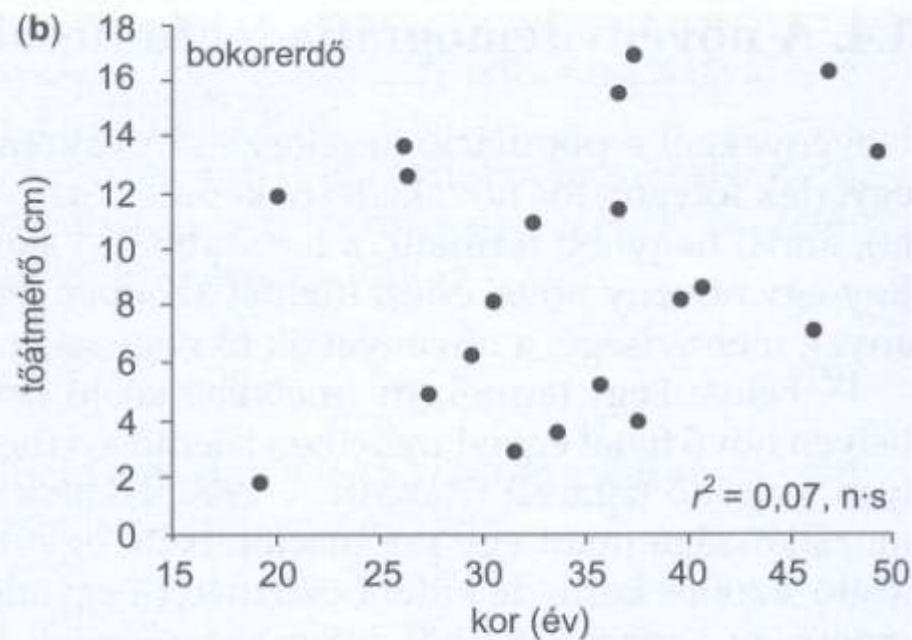
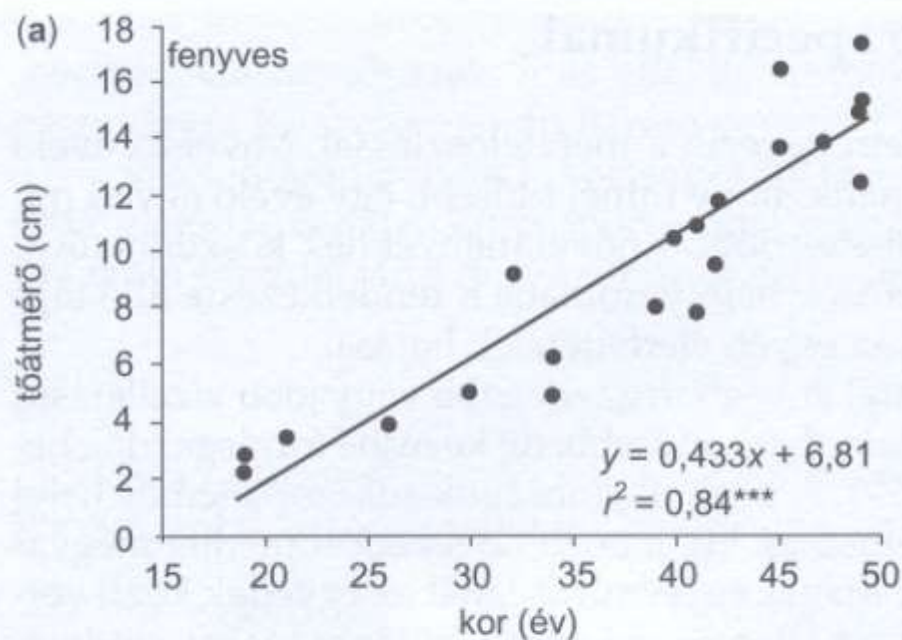
23. ábra A házi len (*Linum usitatissimum*) három különböző egyedsűrűségben vetett populációjának méreteloszlása hat héttel a kelést követően. A vékony fekete oszlop az átlagos egyedméretet jelöli (BEGON és mtsai 1986).



24. ábra Egy trópusi esőerdei fafaj, *Pentachlethra macroloba* (Fabaceae) állományának egyedfejlődési állapot (stádium) szerinti szerkezete a panamai Barro Colorado-szigeten.

2–7: magoncok kategóriáinként 50 cm-rel vövekvő hajtásmagassággal;
8–15: kifejllett fák mellmagassági törzsmérő szerinti kategóriákban;
8: 2–5 cm;
9: 5–10 cm;
10: 10–20 cm;
11–14: 20 cm-ként,
15: > 100 cm. Az y tengely logaritmikus skálázása miatt egy egységnyi különbség az ábrán egy nagyságrendnyi különbséget jelent. (GUREVITCH és mtsai 2002).





25. ábra Az egyedméret (alapi tőátmérő) és az évgyűrűszámlálással megállapított kor közötti összefüggés a virágos kőris (*Fraxinus ornus*) két, eltérő fényklímájú élőhelyen élő populációjánál a Budai-hegységben. Az ábrák jobb alsó sarkában a pontokra illesztett egyenes egyenlete, ill. a korrelációs koefficiens (a) feketefenyves, (b) bokorerdő (Csontos és mtsai 2001).

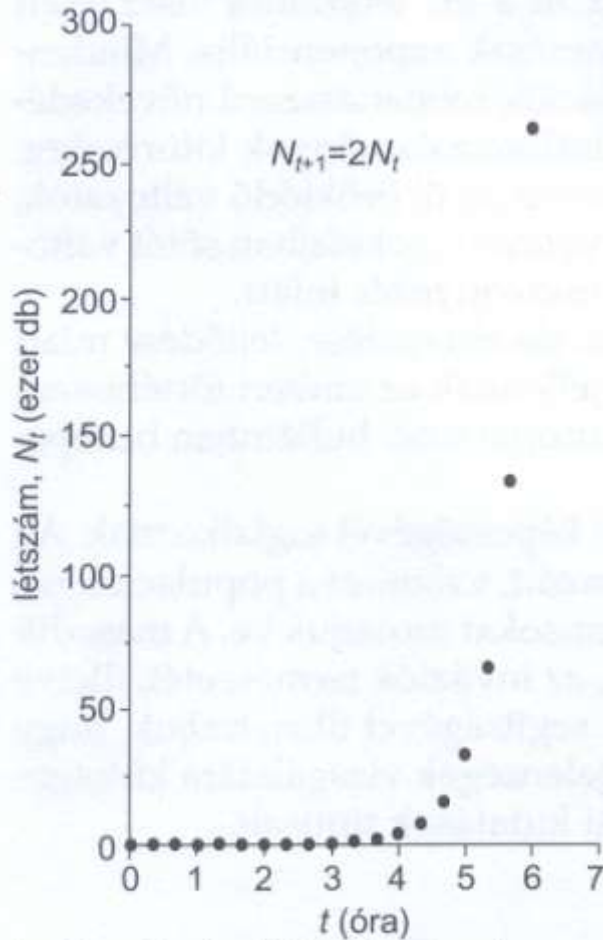
- A növények maghozama nem a kortól, hanem főként a növény méretétől függ
 - Helyi körülmények (víz, fény, tápanyag, a többi élőlénnel való kapcsolat) jelentősen módosíthatja az azonos korú egyedek közötti különbséget a maghozam esetében

Populációnövekedési modellek

Populációk növekedőképessége

Exponenciális növekedés

- Escheria coli baktérium állományának növekedése
 - Ha nincs pusztulás akkor a 20 percenként osztódó faj egy tenyészet egy nap alatt egy sejtréteg vastagságban beborítaná az egész Földet!



1. ábra Egy baktériumtenyészet exponenciális növekedése. Az egyetlen sejttel indított tenyészet létszáma 20 percenként duplázódik, így 6 óra múlva 262 144 baktérium alkotja.

Az exponenciális növekedés ütemét az időegységre eső születések és halálozások száma szabja meg

Növényeknél a biomassa növekedésével is mérik

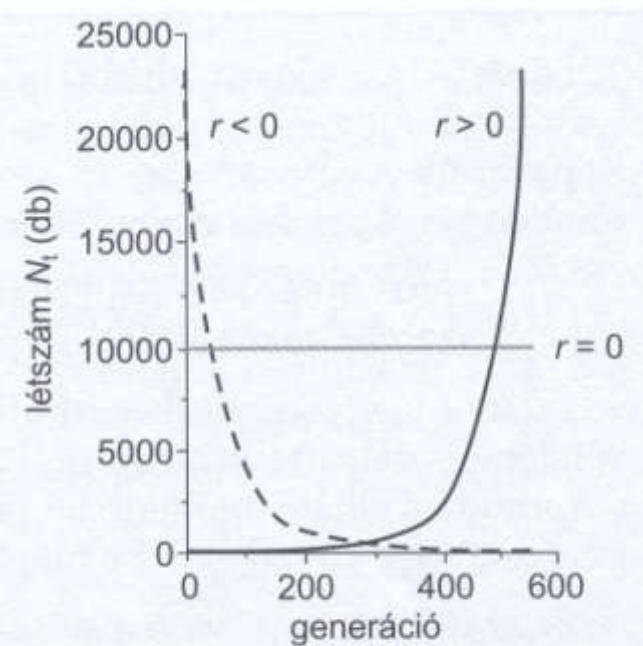
A baktériumok növekedés üteme ideális esetben (nincs pusztulás):

$$N_{t+1} = 2 * N_t$$

Ahol:

- N_t a t-ik időpontban lévő egyedszám
- N_{t+1} a t+1-ik időpontban lévő egyedszám

Populációnövekedési modellek



2. ábra Exponenciálisan növekvő ($r = 0,02$), csökkenő ($r = -0,02$), ill. állandó méretű ($r = 0$) populációk növekedési görbéi.

Az exponenciális növekedés ütemét az időegységre eső születések és halálozások száma szabja meg

Folyamatosan szaporodó (aszezónális) populációknál (pl. ember)

r : egyedenkénti növekedési ráta (egy egyedre viszonyítva mennyi a populáció nettó növekedése (dN) adott időegység alatt (dt))

$$r = b - d$$

ahol b : egyedenkénti születési ráta dt időegységre

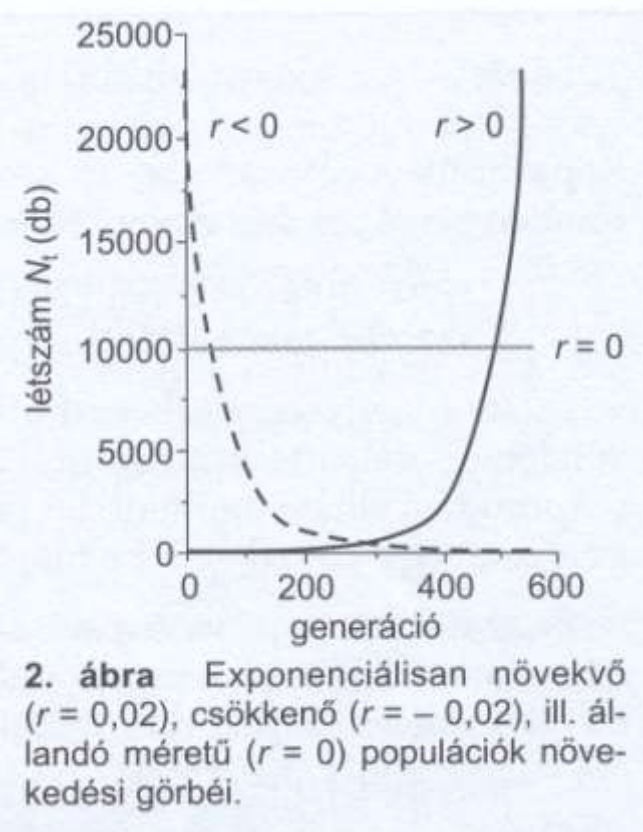
d : egyedenkénti halálozási ráta dt időegységre

dN

$$----- = r * N$$

dt

Populációnövekedési modellek



Szezonálisan szaporodó populációknál
(pl. burgonyabogár)

λ : (lambda) bruttó növekedési ráta
(hányszorosára növekszik a populáció egyik időegységről a másikra, értéke =1, amikor állandó a populáció nagysága, >1 ha növekszik, <1 ha csökken)

$$\lambda = N_{t+1}/N_t$$

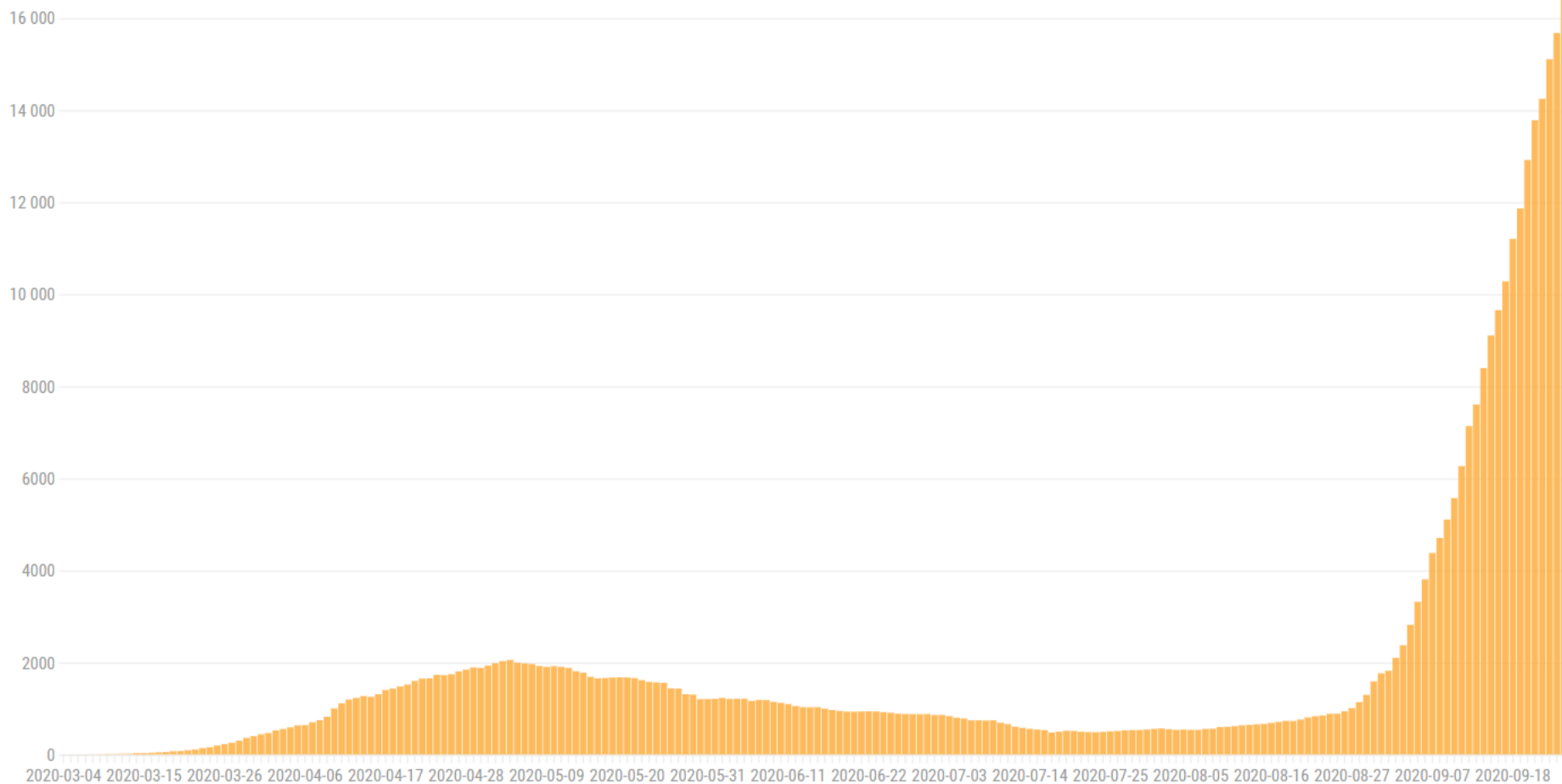
$$N_t = N_0 * \lambda^t$$

Ahol:

- N_0 a kezdeti időpontban lévő egyedszám
- N_t a t-ik időpontban lévő egyedszám
- N_{t+1} a t+1-ik időpontban lévő egyedszám

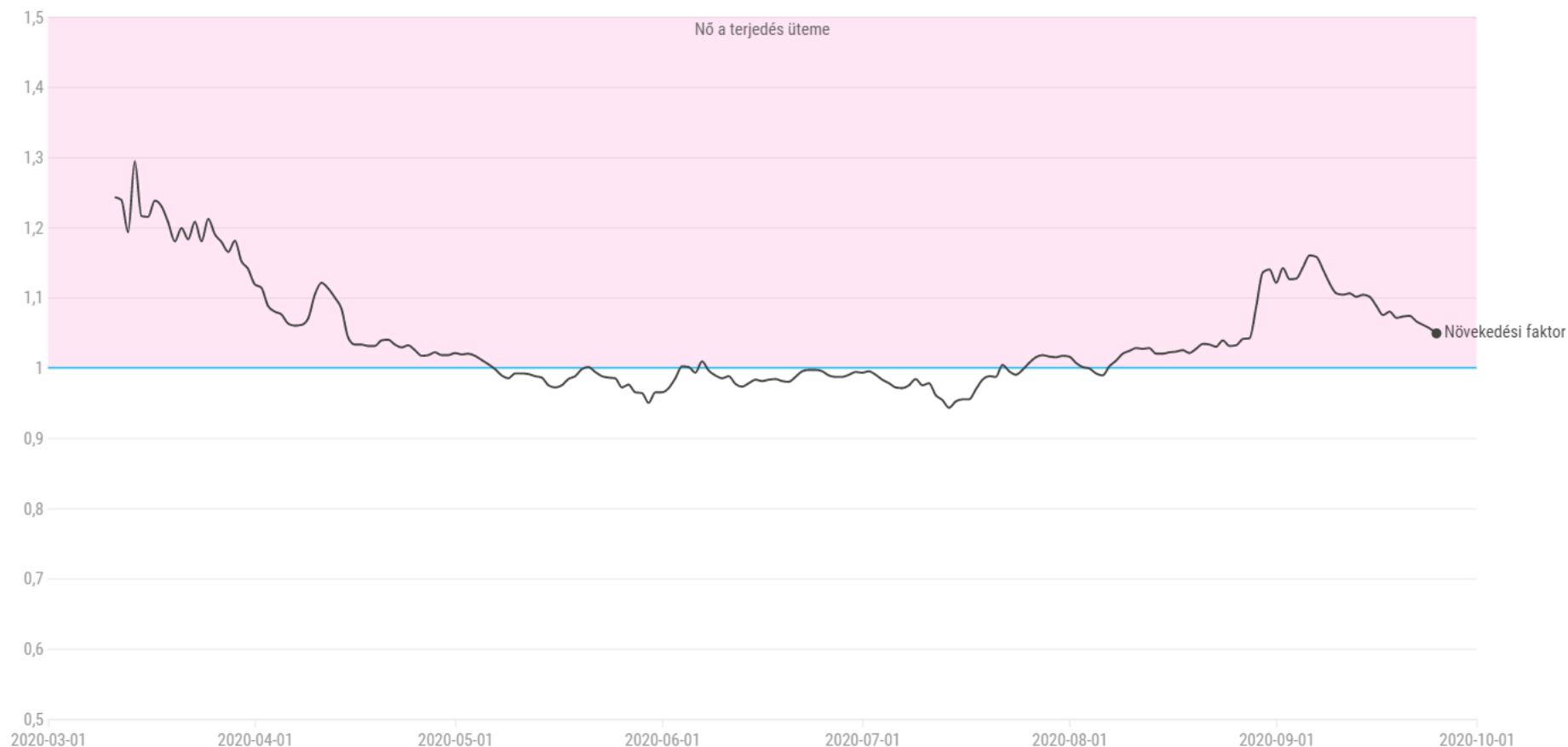
COVID-19

Az aktív fertőzöttek számának napi alakulása Magyarországon



Az aktív fertőzöttek növekedési faktora (anf) Magyarországon

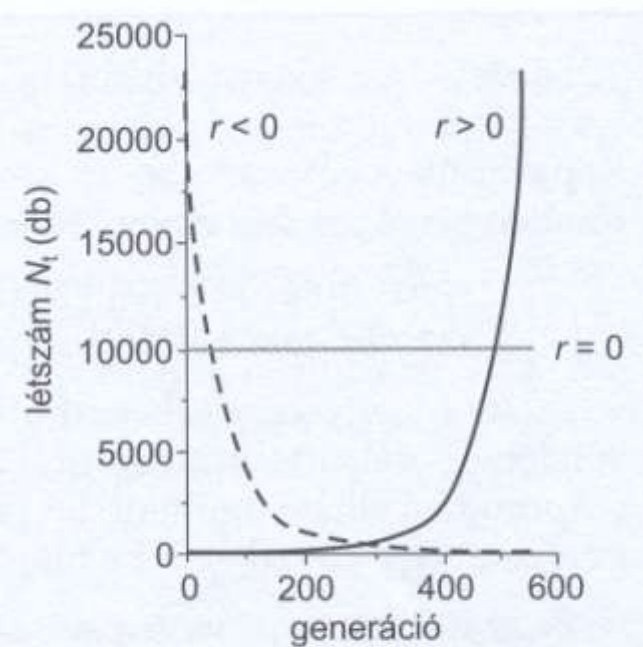
A növekedési faktor azt mutatja, hogy az aktív esetek száma milyen ütemben változik. A növekedési faktort úgy kapjuk meg, hogy az elmúlt öt nap átlagát elosztjuk az azt megelőző öt nap átlagával. Amennyiben a hányados 1 felett van, úgy még növekedés tapasztalható, ha egy alá esik, akkor elkezdhetünk bizakodni.



λ : (lambda) bruttó növekedési ráta (hányszorosára növekszik a fertőzött személyek száma időegységenként (pl. 5 naponta), értéke =1, amikor állandó a populáció nagysága, >1 ha növekszik, <1 ha csökken)

$$\lambda = N_{t+1} / N_t$$

Populációnövekedési modellek



2. ábra Exponenciálisan növekvő ($r = 0,02$), csökkenő ($r = -0,02$), ill. állandó méretű ($r = 0$) populációk növekedési görbéi.

Az exponenciális növekedés/csökkenés várható, ha

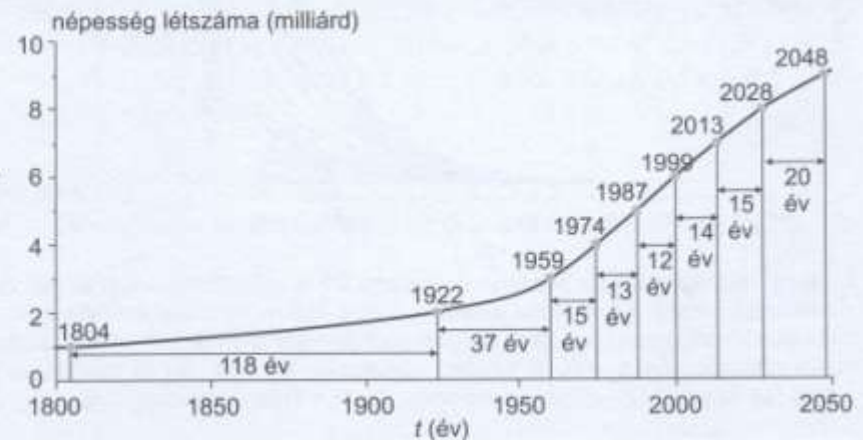
- egyedenkénti növekedési ráta (r) állandó és értéke nem egyenlő nullánál
- bruttó növekedési ráta (λ) állandó és értéke nem egyenlő 1-el

dN

$$----- = r * N \quad N_t = N_0 * \lambda^t$$

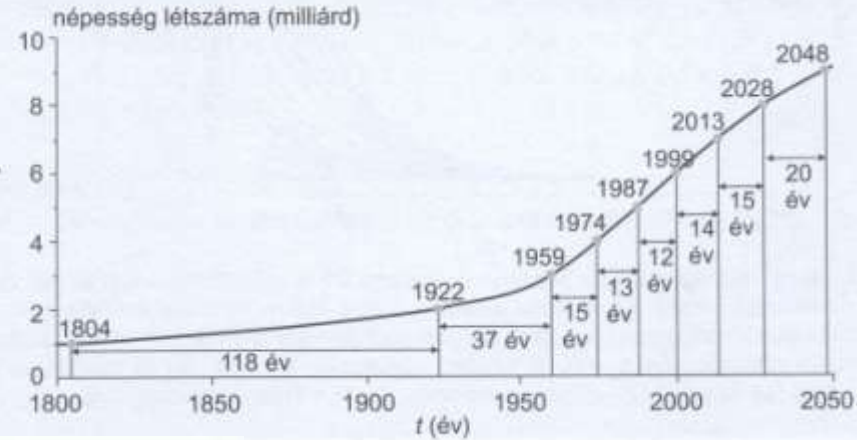
dt

4. ábra A világ népességének növekedése. A nyilak alatti számok az 1 milliárdos növekményhez szükséges időtartam hosszát adják meg. (Global Population Profile, 2002 nyomán).

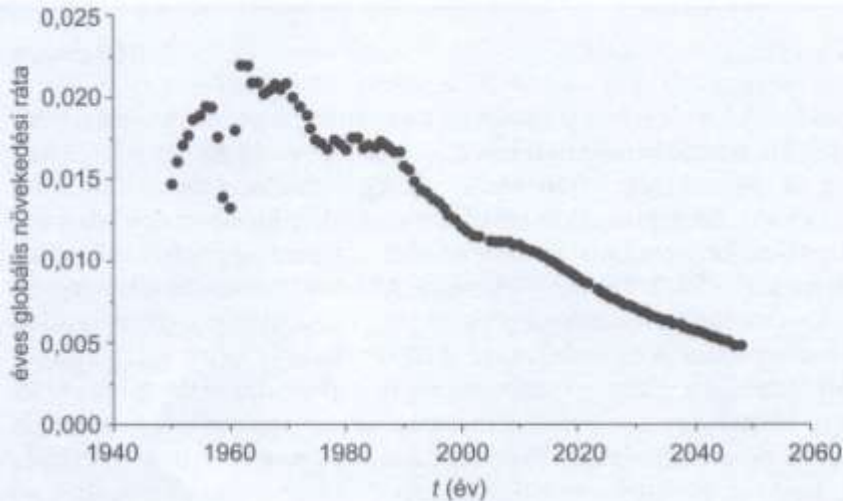


Populációnövekedési modellek

4. ábra A világ népességének növekedése. A nyílak alatti számok az 1 milliárdos növekményhez szükséges időtartam hosszát adják meg. (Global Population Profile, 2002 nyarán).



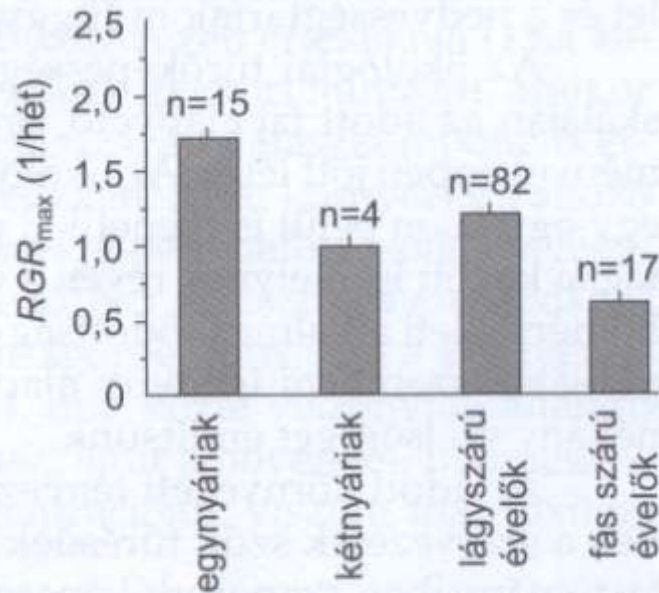
7. ábra A teljes emberi népesség növekedési üteme. A kiugróan alacsony értékeket 1960 körül egy kínai éhínség magyarázza (US CENSUS BUREAU adatai alapján).



A humán népesség esetében állandó növekedési (r) érték volt a jellemző 1960-as évekig, 1990 évek óta csökkenő r érték

Növekedési kapacitás r_0 , λ_0 Adott populáció növekedési ráták maximális értéke adott környezetben (pl. járványok/katasztrófák után, új élőhelyek benépesítésekor)

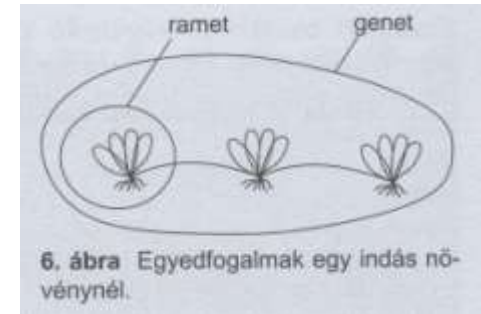
Populációnövekedési modellek



9. ábra Maximális vegetatív növekedési ráta (RGR_{max}) különböző növénycsoportokban. n — az egyes csoportok fajszáma (GRIME és HUNT 1975 és TILMAN 1988 nyomán).

Növényeknél vegetatív relatív növekedési ráta (RGR)

$$RGR = \frac{1}{B} \frac{dB}{dt}$$



Ahol:

B: egyedek biomasszája

dB : egyedek biomasszájának növekedése dt időegység alatt

Algáknál: $RGR = 1.4/\text{nap}$

Gyomtársulásban: $RGR = 0.38/\text{nap}$

Populációnövekedés

A populációk növekedését az ökológiai korlátozó tényezők befolyásolják

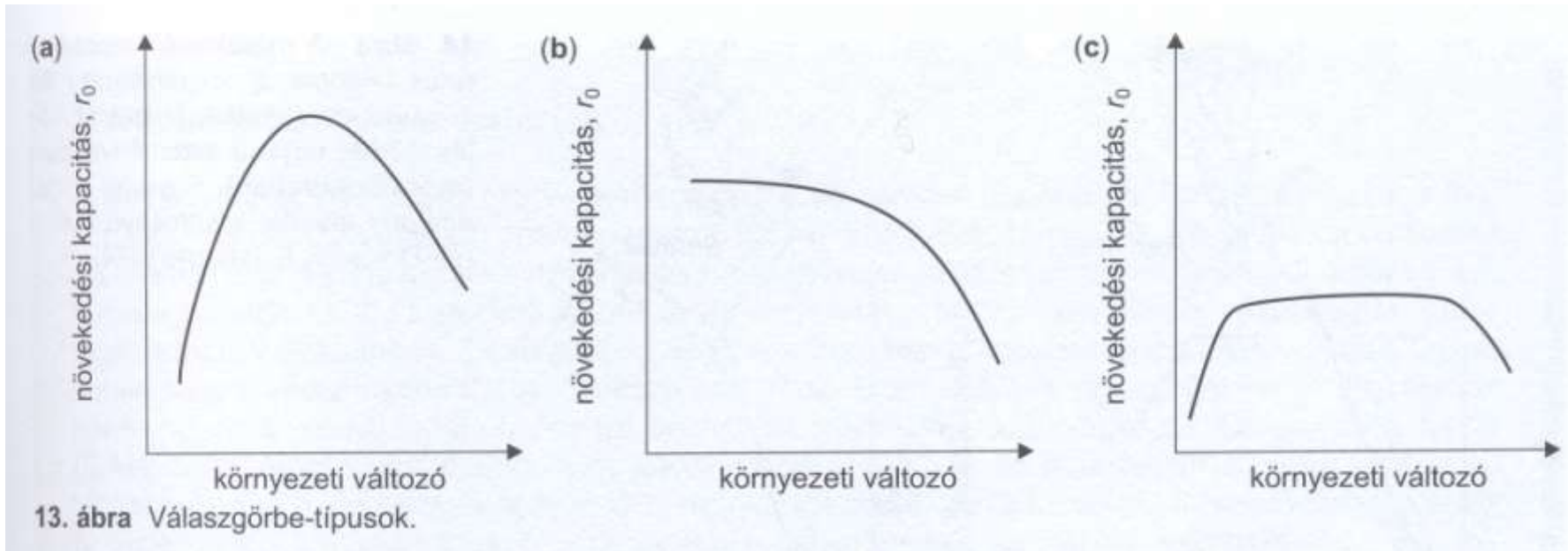
Ökológiai tűrőképességi/tolerancia tartomány, ahol az adott populációban $r_0 > 0$, illetve $\lambda_0 > 1$ ---> a populáció növekedni képes

Főbb válaszgörbe típusok

(a) Optimum

(b) Pl. Toxikus elemek változó koncentrációjának hatása

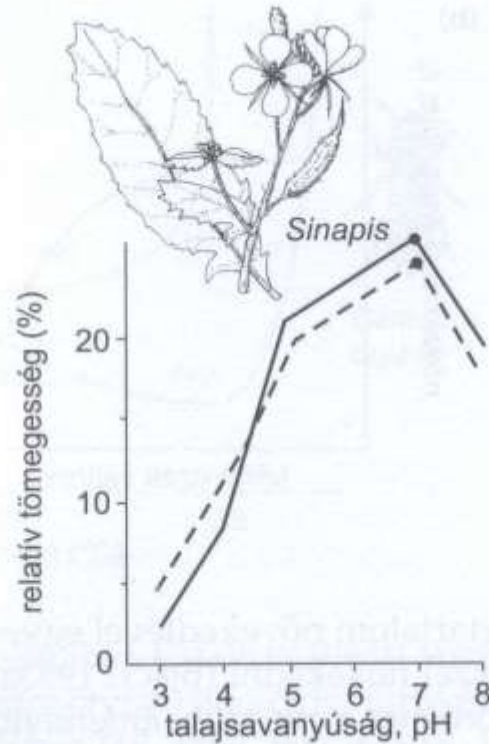
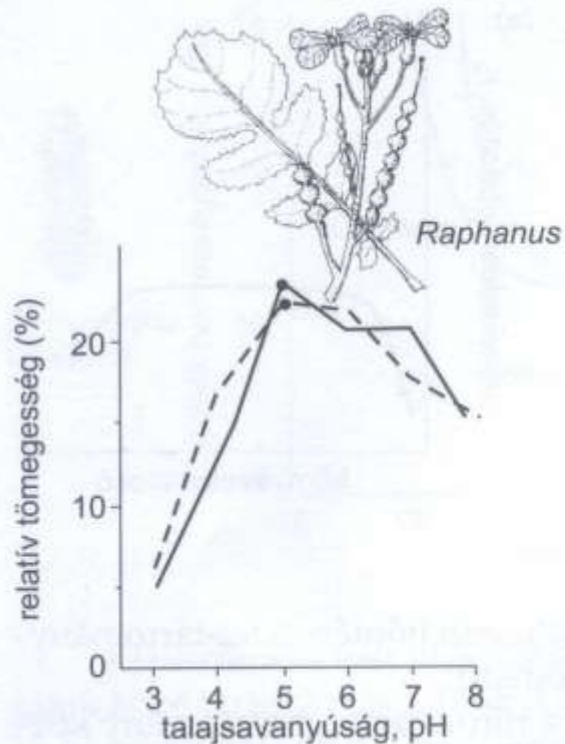
(c) Pl. Nyomelemek változó koncentrációjának hatása



Populációnövekedés

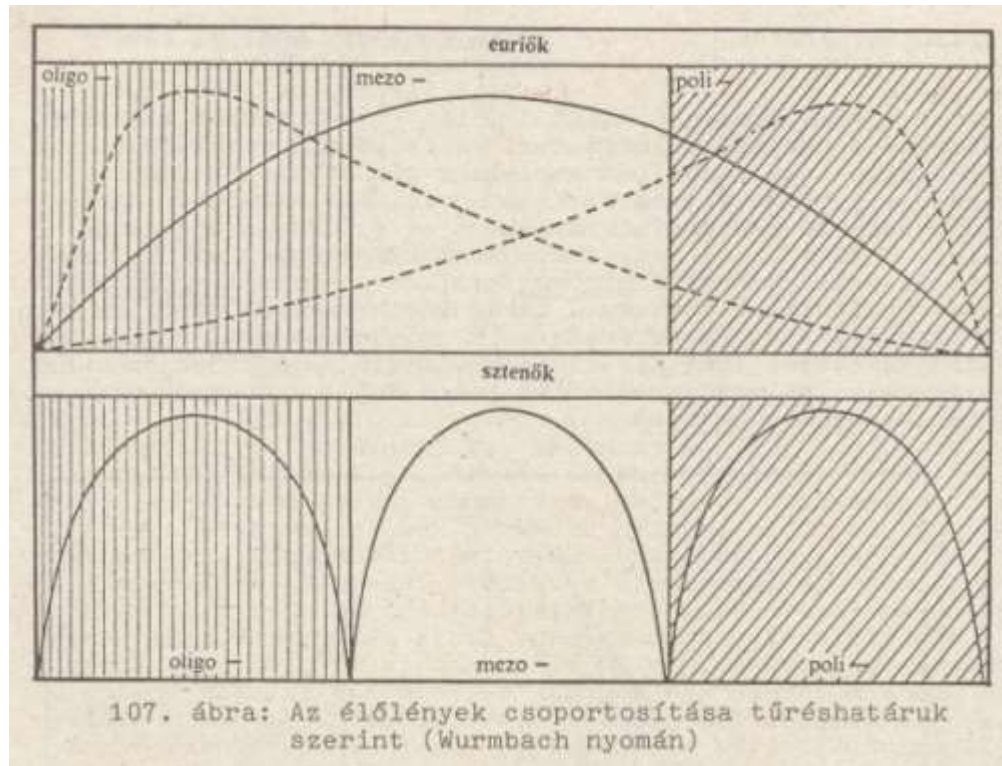
A populációk növekedését az ökológiai korlátozó tényezők befolyásolják

Ökológiai tűrőképességi/tolerancia tartomány, ahol az adott populációban $r_0 > 0$, illetve $\lambda_0 > 1 \implies$ a populáció növekedni képes



14. ábra A mézskerülő repcsény retek (*Raphanus raphanistrum*) és a vadrepce (*Sinapis arvensis*) válaszgörbéi egyfajú veteményekben (monokulturában). Egy-egy vonal egy-egy kísérlet eredménye (MULLER-DOMBOIS, ELLENBERG 1974).

Ökológiai tűrőképesség



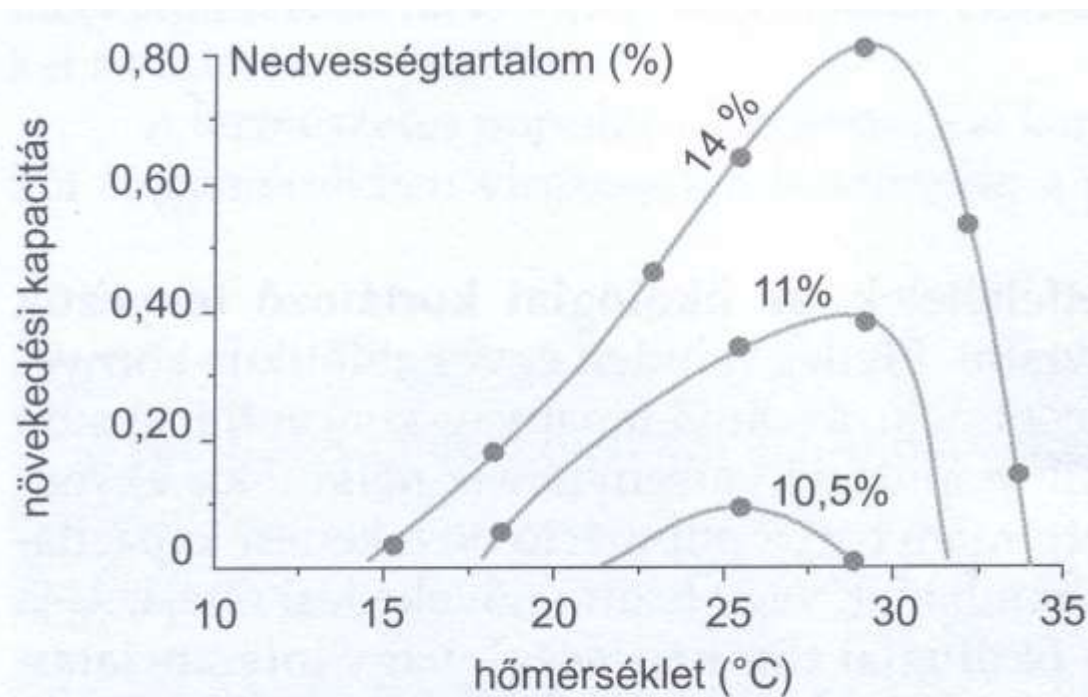
Euriók - generalisták

sztenők - specialisták

Populációnövekedés

A populációk növekedését az ökológiai korlátozó tényezők befolyásolják

Ökológiai tűrőképességi/tolerancia tartomány, ahol az adott populációban $r_0 > 0$, illetve $\lambda_0 > 1 \implies$ a populáció növekedni képes



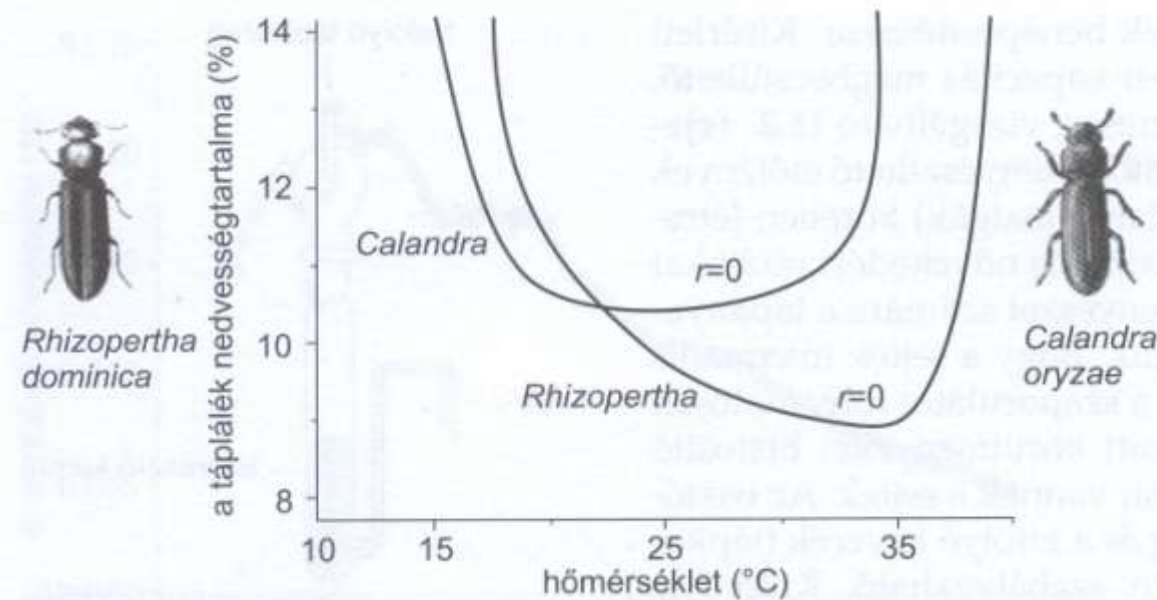
*Calandra
oryzae*

11. ábra Nedvességtartalomtól függő válaszgörbék a hőmérsékletre egy rizs zsizsik (*C. oryzae*) tenyészetben.

Populációnövekedés

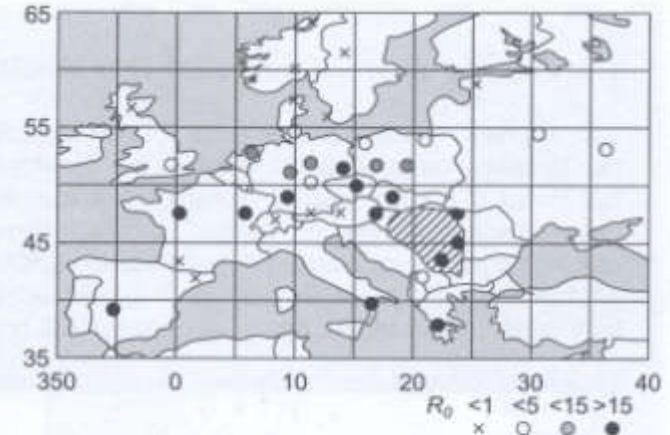
A populációk növekedését az ökológiai korlátozó tényezők befolyásolják

Ökológiai tűrőképességi/tolerancia tartomány, ahol az adott populációban $r_0 > 0$, illetve $\lambda_0 > 1 \implies$ a populáció növekedni képes

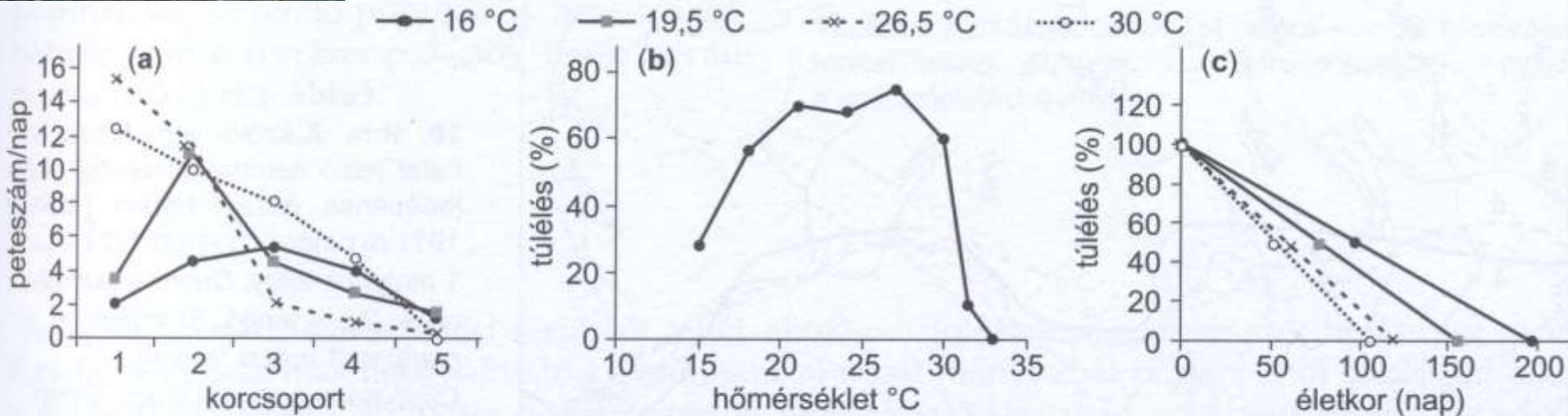


10. ábra Ökológiai tűrőképességi tartományok. A két bogárfaj a görbék feletti hőmérséklet- és nedvességtartalom-tartományban képes a növekedésre (BIRCH 1953a nyomán).

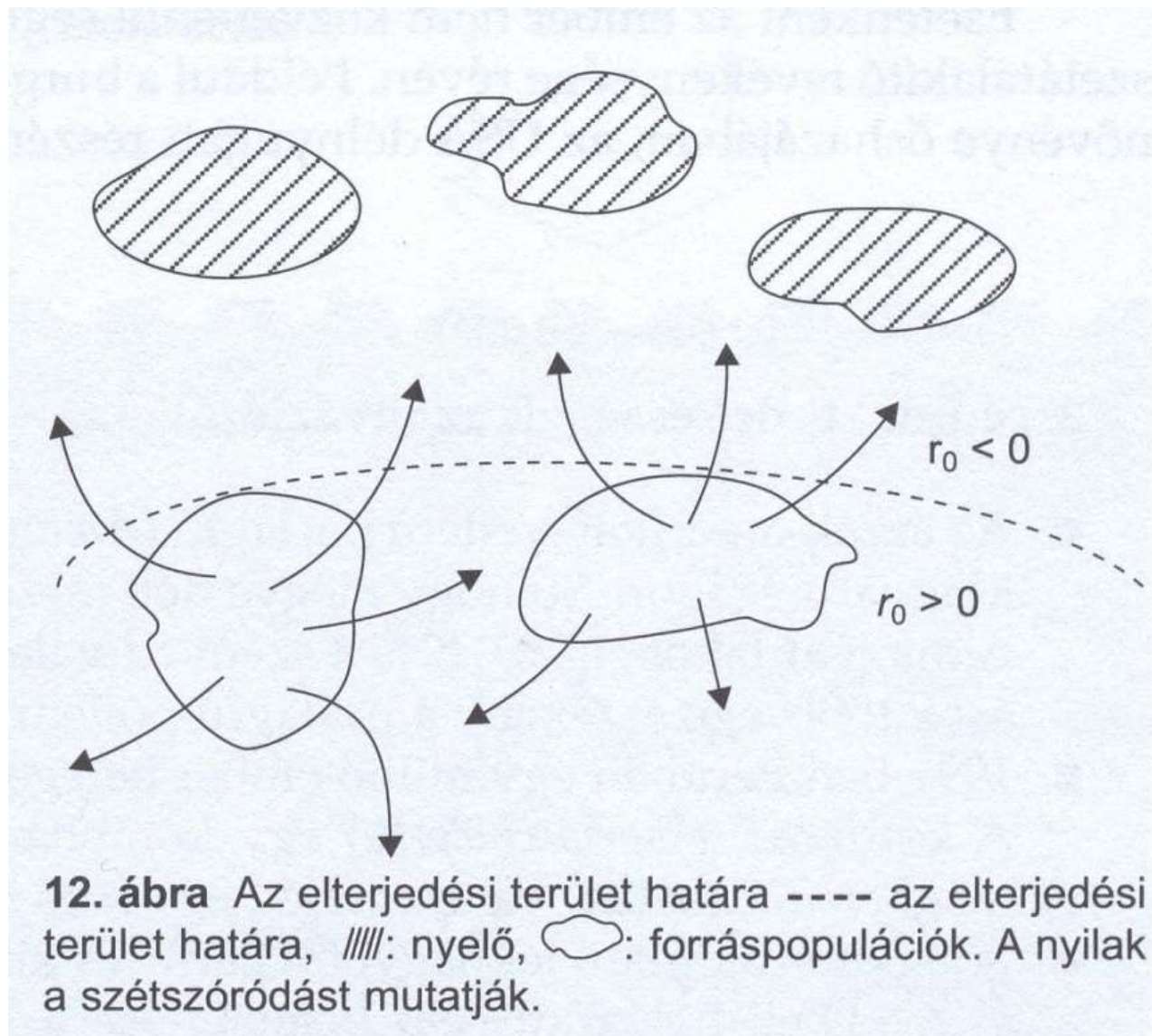
Populációk terjedőképessége



8. ábra Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) (a) terjedése 1992 és 2000 között (<http://www.mkk.szie.hu/dep/nvtt/wcnet/wcnet-2.htm>), (b) élethosszi szaporodási sikere Európa különböző területein, // — kukoricabogár terjedési területe 2000-ben, x — jelölt helyeken a kártevő nem tud megtelepedni (HEMERIK és mtsai 2004 nyomán).



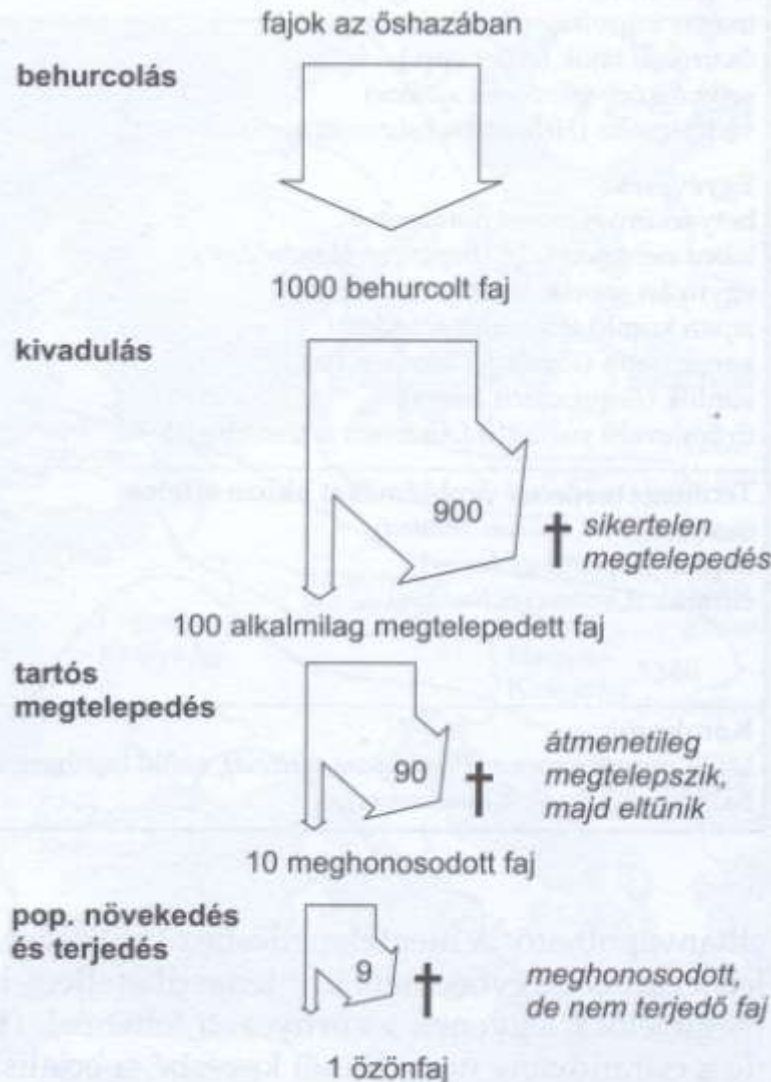
9. ábra Az amerikai kukoricabogár hőmérsékletfüggő életmenet-komponensei. (a) Peteszám korcsoportgörbék hőmérsékletfüggése, (b) túlélés hőmérsékletfüggése, (c) élethossz hőmérsékletfüggése (HEMERIK és mtsai 2004 nyomán).



Exponenciális növekedés

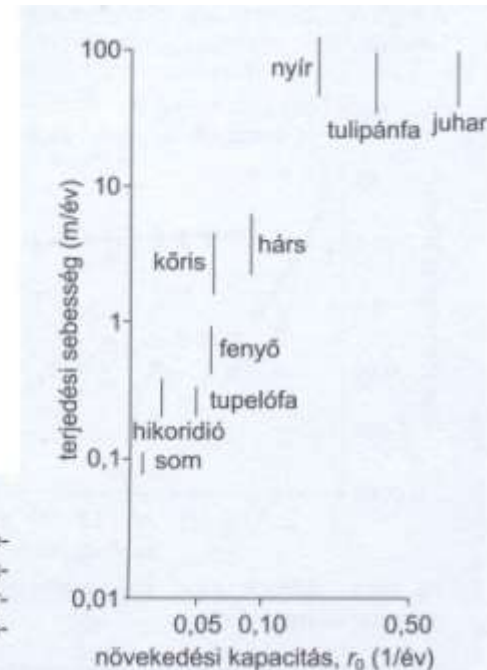
Jellemző a nagy területeken szétterjedő populációkra

- Özönfajok (idegen fajok)
 - Pl. parlagfű, burgonyabogár
- Terjedés sebessége függ a növekedési kapacitástól (r_0)

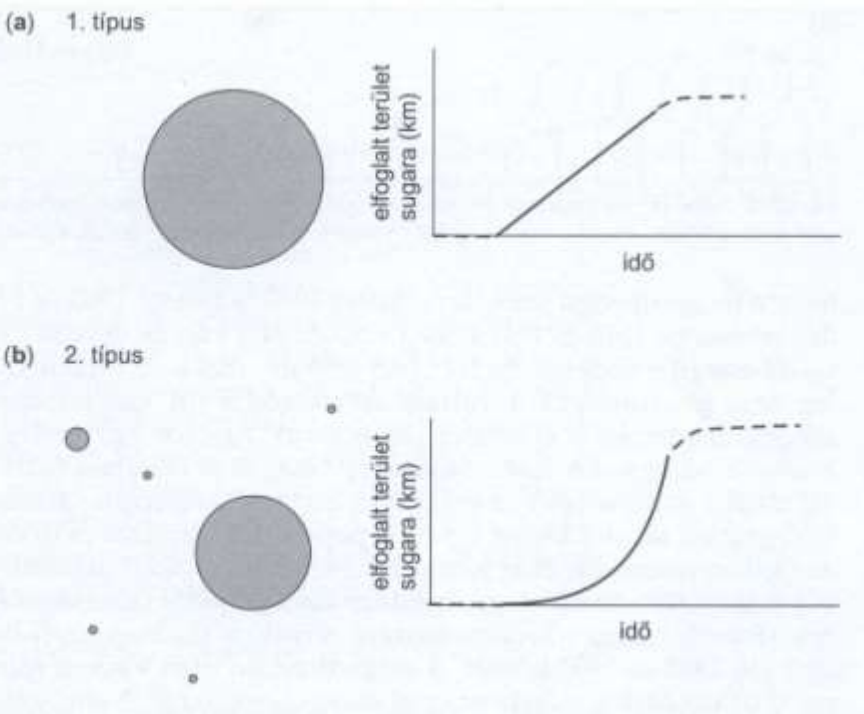


13. ábra Az özönfajjá válás 10-es szabálya (WILLIAMSON és FITTER 1996 nyomán).

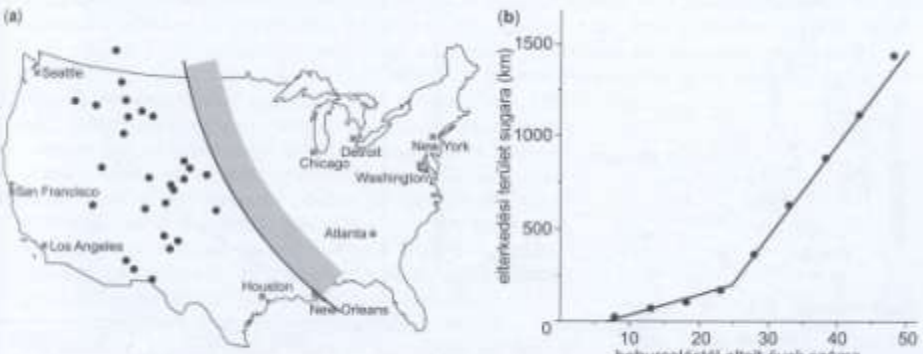
17. ábra Az Appalache-hegység déli részén honos fa nemzetségek terjedési sebességének függése a populációk növekedési kapacitásától. A függőleges vonalak a nemzetségbe tartozó fajok terjedési sebességeinek terjedelmét jelzik. Az adatok a szétszóródás és az életmenet jellemzők szabadföldi vizsgálatából származó becslések (CLARK és mtsai 2001).



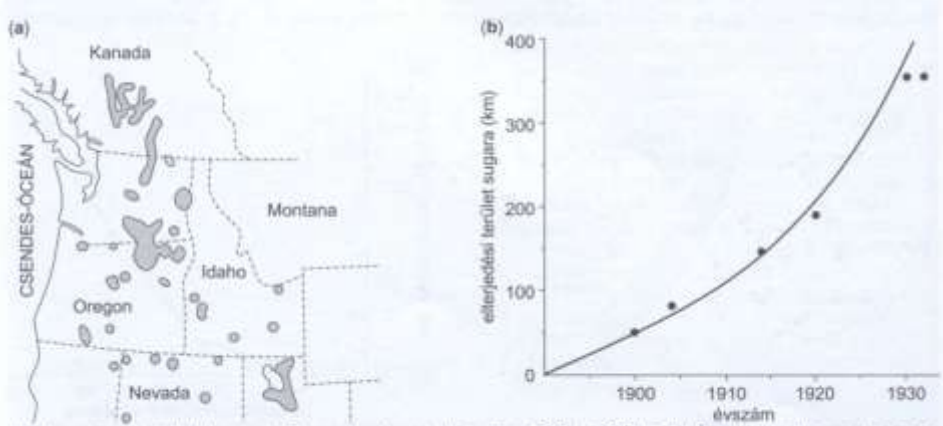
20. ábra Terjedési dinamikák és a szétszóródás módja. (a) Terjedés egy gócból, (b) terjedés több gócból (SHIGESADA és KAWASAKI 2002 nyomán).



Terjedés
típusai:
a- egy gócból
b- több gócból

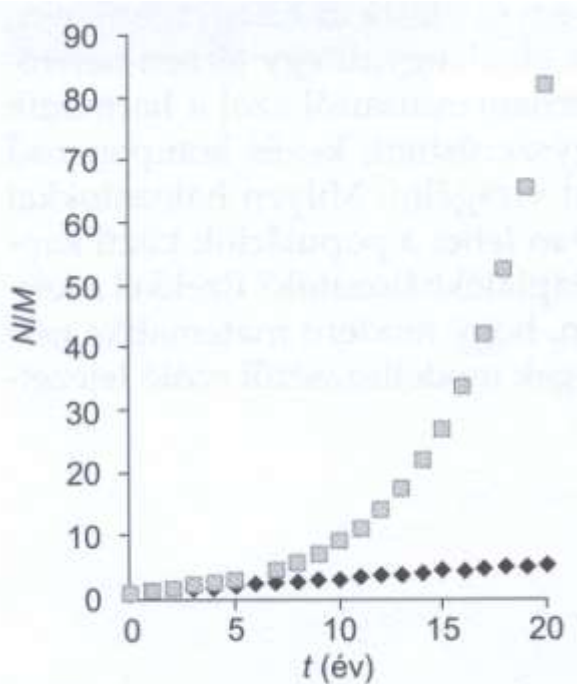


21. ábra Európai seregélyek elterjedése (a) terjedési front és szórványos előfordulások (•), (b) elterjedési terület változása az idővel.



23. ábra Az európai fészélyrozsok (*Bromus tectorum*) elterjedése 1915 és 1920 között Észak-Amerika nyugati részén. (a) A faj előfordulása 1920-ban, (b) az elterjedési terület változása az idővel (SHIGESADA és mtsai 1995 nyomán).

Szabályozott populáció növekedés



1. ábra Az exponenciális (■) és a lineáris (◆) növekedés összevetése.

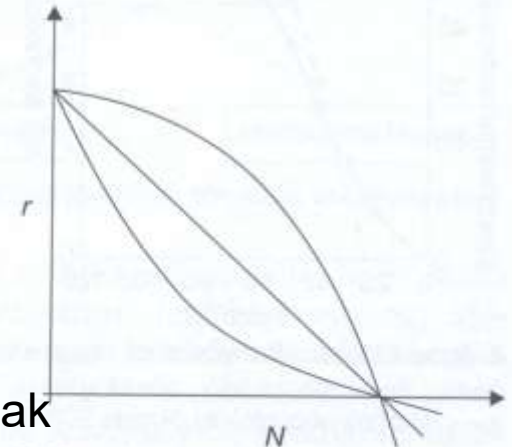
Malthaus: élőlények exponenciálisan, táplálék lineárisan növekszik

A populációk növekedését **szabályozó tényezők** olyan környezeti tényezők lehetnek, amelyek mennyisége a populáció egyedszámának függvényében változnak

– Pl.

- Tápanyag
- Hely
- Ragadozók
- paraziták

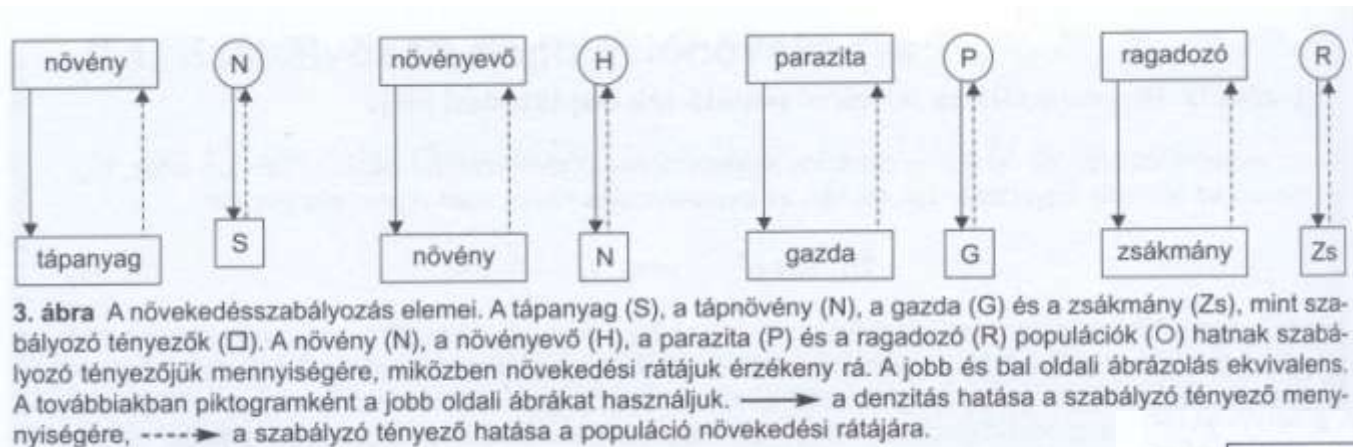
Szabályozott növekedés a populációk tartós fennmaradásának feltétele



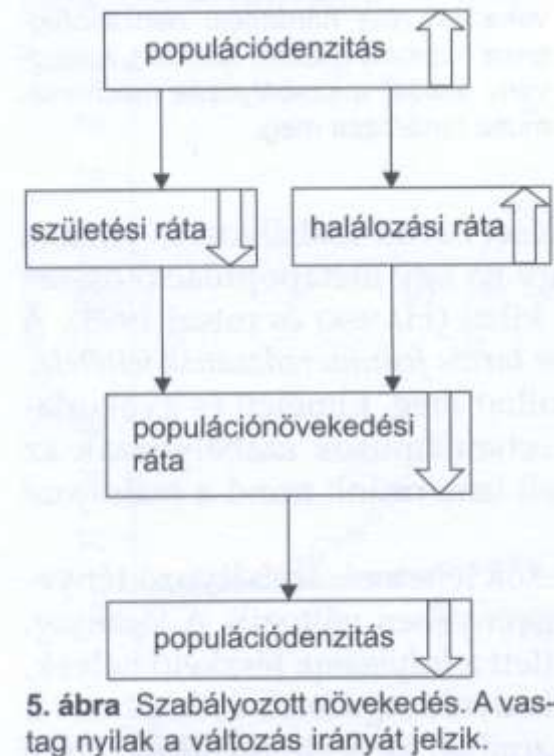
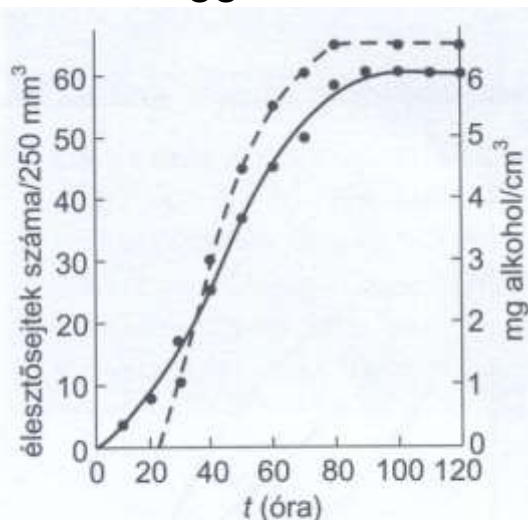
2. ábra A egyedenkénti, pillanatnyi növekedési ráta háromféle denzitásfüggése (konkáv, lineáris, konvex). A függvény alakját a szabályozás mechanizmusa határozza meg.

Szabályozott populáció növekedés

- Növekedés szabályozás elemei



- Denzitás függő növekedés



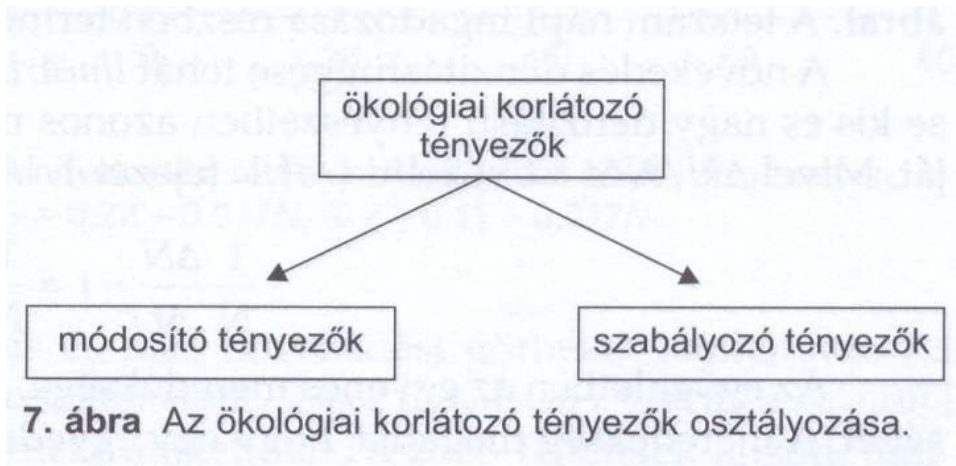
Szabályozott populáció növekedés

Ökológiai korlátozó tényezők:

- **Módosító tényezők** (csak módosítják az egyedszámot)
- **Szabályozó tényezők** (a populáció denzitása függvényében befolyásolják a populáció növekedését)



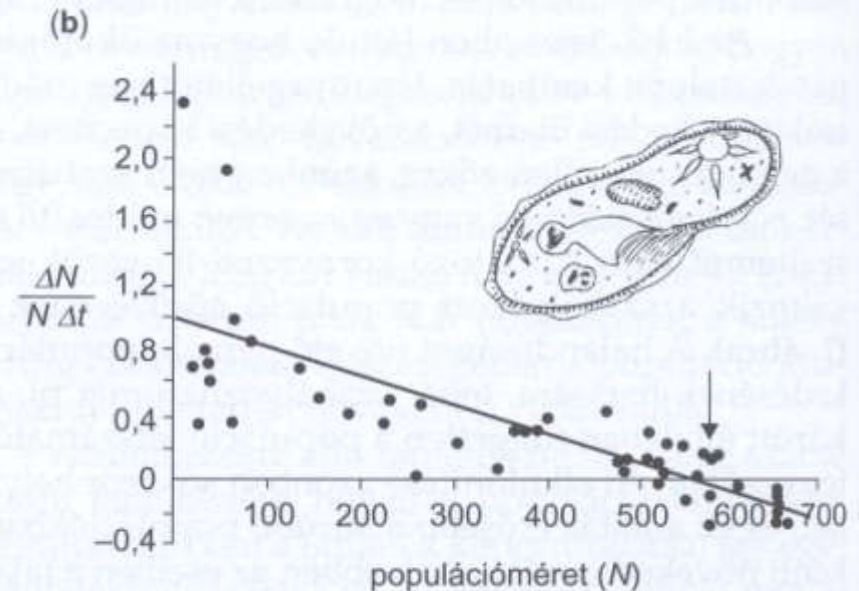
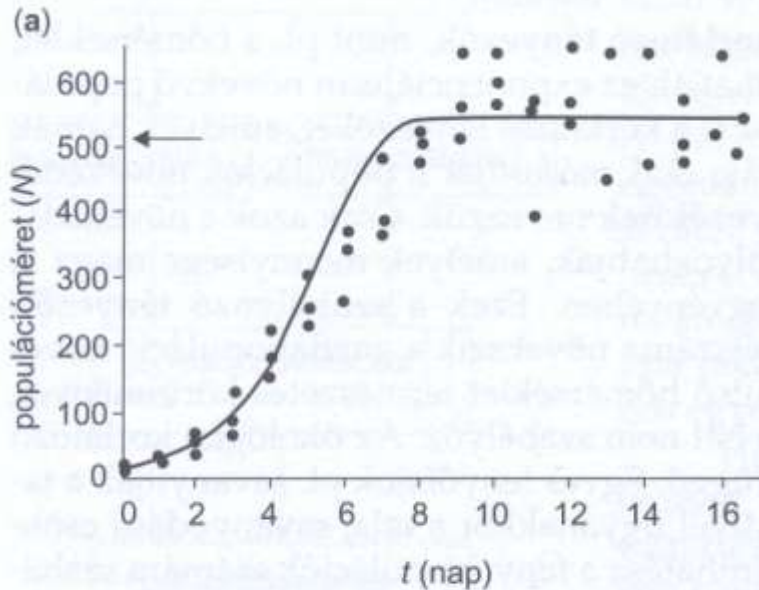
6. ábra Szürke gémelek (*Ardea cinerea*) létszámának ingadozása Nagy-Britanniában. A nyilak a kemény teleket jelzik (GREENWOOD és mtsai 1994, NEWTON 1998 nyomán).



Logisztikus modell

$$\frac{dN}{dt} = r_0 \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

Ahol K : a környezet eltartó képessége $K = \frac{r_0}{a}$, a : denzitás függésének mértéke (egyenes meredeksége)

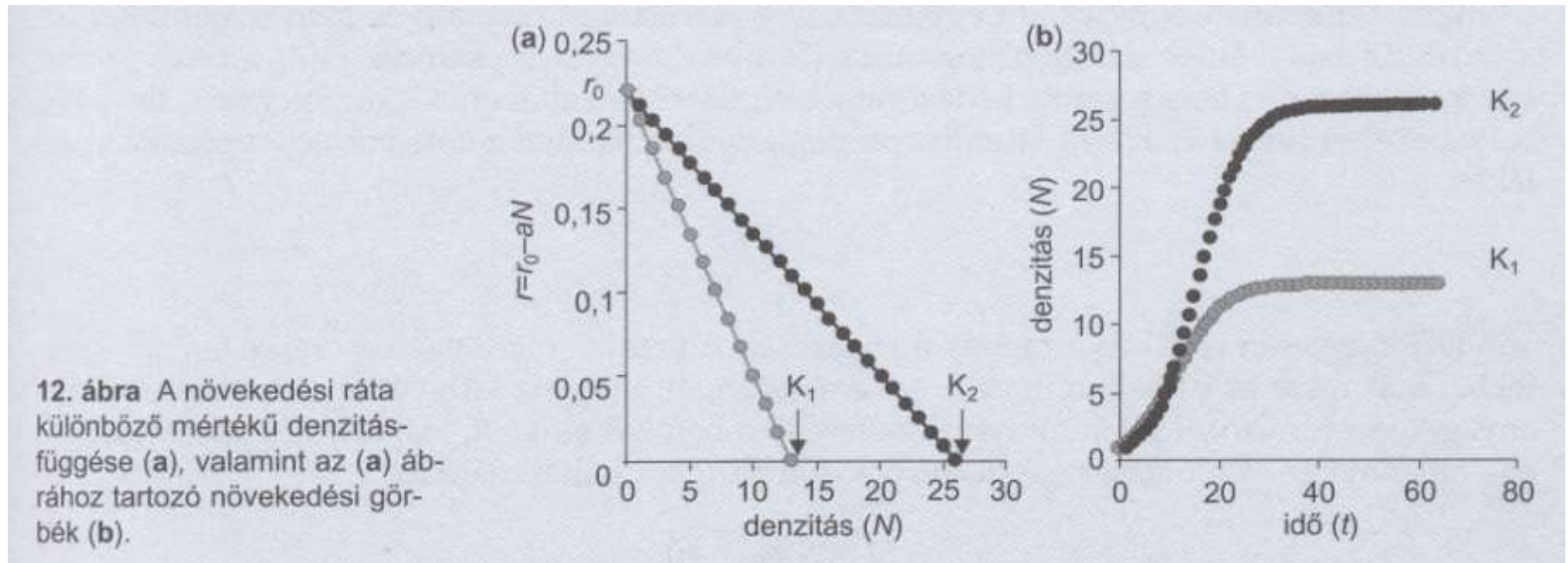


8. ábra A papucsállatka (*Paramecium aurelia*) populáció logisztikus növekedési görbéje. (a) A sejtszám időbeli változása. (b) A sejtenkénti növekedési ráta lineárisan csökken az egyedszámmal. Mindkét ábrán látható, hogy az egyensúlyi denzitás 552 körül van (GAUSE 1934 nyomán, CASE 2000).

Logisztikus modell

$$\frac{dN}{dt} = r_0 * N * \frac{K - N}{K} \quad K = r_0 / a$$

Minél erősebb a denzitás függése a növekedésnek (a: az egyenes meredeksége a baloldali ábrán) annál alacsonyabb az egyensúlyi egyedszám (K)



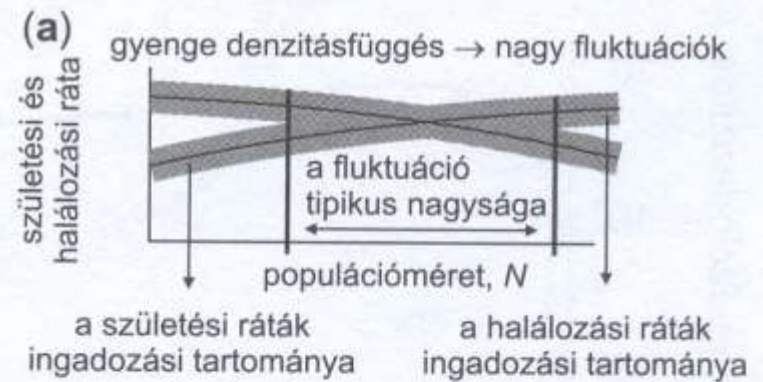
Logisztikus modell

Az egyensúlyi helyzetben tapasztalt állománymagyság fluktuáció függ a denzitásfüggés erősségétől

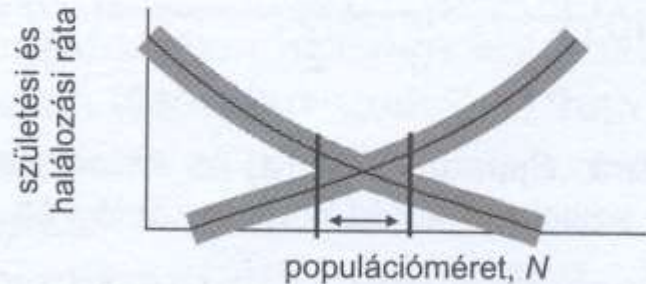
$$K = r_0 / a$$

$$\frac{dN}{dt} = r_0 * N * \frac{K - N}{K}$$

Ahol K: a környezet eltartó képessége

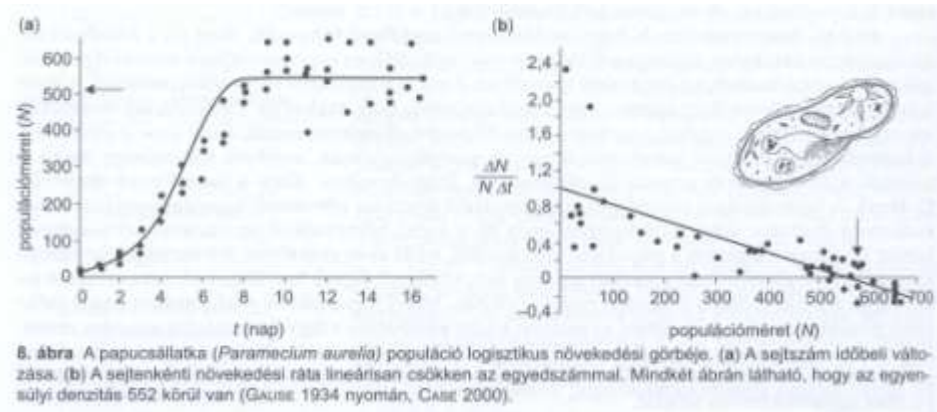


(b) erős denzitásfüggés → kis fluktuációk



10. ábra Denzitásfüggő születési és halálozási ráták logisztikus növekedés esetén. (a) Gyenge denzitásfüggés, (b) erős denzitásfüggés (CASE 2000 nyomán).

Logisztikus modell



Implicit modell: a szabályozó tényezők dinamikáját nem tartalmazza

$$\frac{dN}{dt} = r_0 * N * \frac{K - N}{K}$$

Ahol K: a környezet eltartó képessége

Forráslimitált növekedés: Monod modell

Explicit modell: a szabályozó tényezők dinamikáját is tartalmazza

$$r(b) = r_0 \cdot \frac{c}{c+k}$$

Ahol

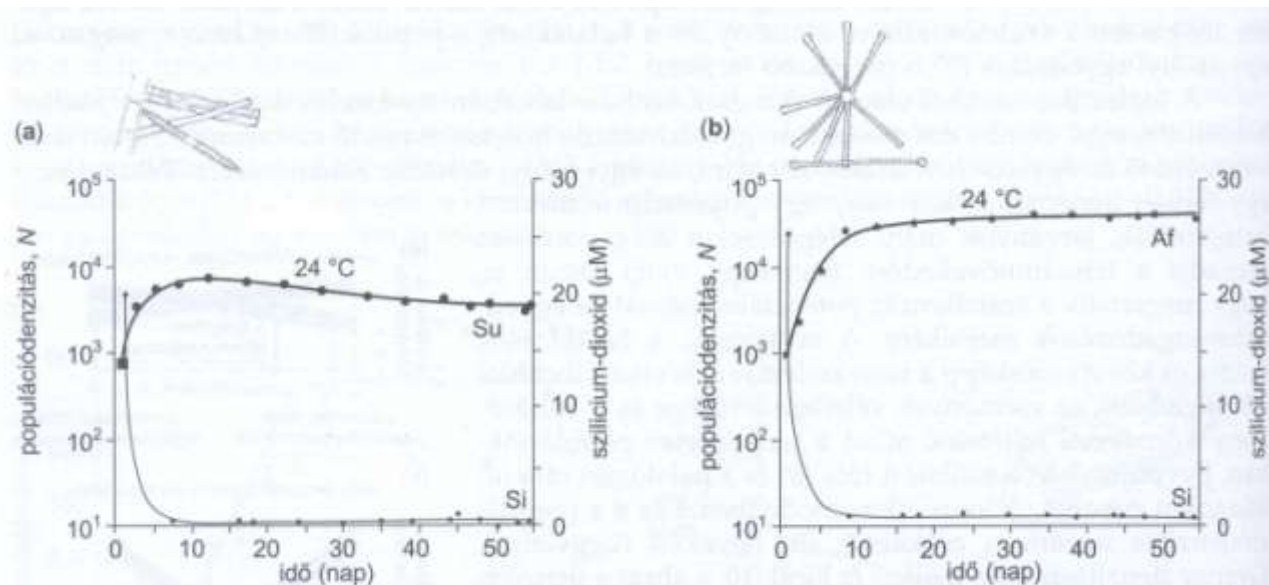
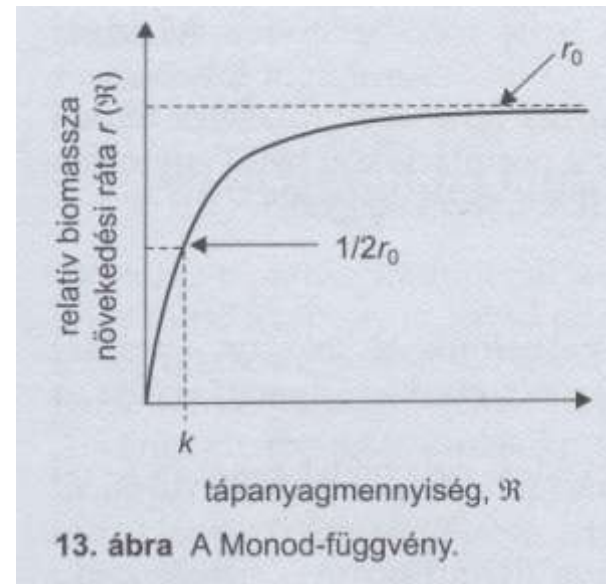
$r(b)$: relatív biomassza növekedési ráta

r_0 : a maximális növekedési ráta

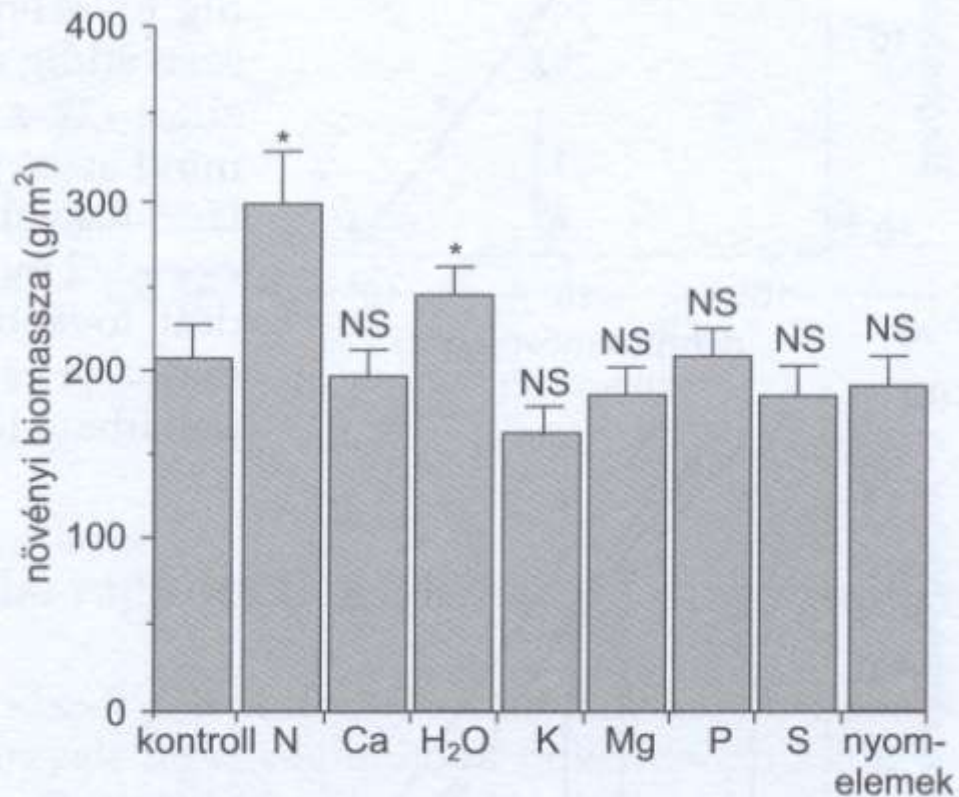
c : a limitáló forrás koncentrációja ($\mathcal{R}$)

k : féltelítési konstans, az a tápanyag-koncentráció, ahol a növekedési ráta

$$r_0/2$$



11. ábra *Synedra ulna* (a) és *Asterionella formosa* (b) kovamoszatok tiszta tenyészeinek növekedése és a szabályozó szilícium-dioxid-koncentráció változása az időben, 24 °C-on (TILMAN 1981 nyomán).

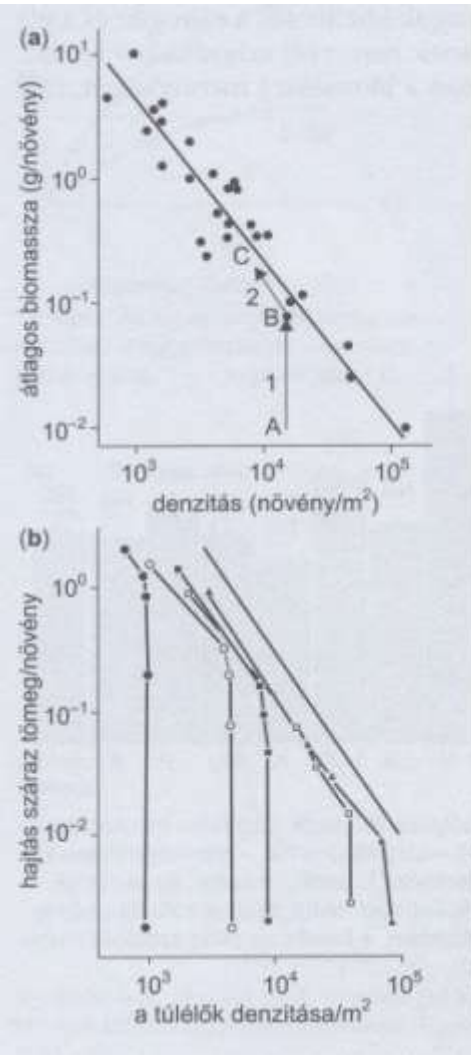


20. ábra Szabályozó tényezők kísérletes meghatározása gyepekben * – szignifikáns NS – nemszignifikáns különbség a kontrollhoz (1. oszlop) képest. Az oszlopok magassága a feltüntetett faktor átlagos hatását mutatja a kezelt kvadrátokban, a bajusz az átlag szórását mutatja (TILMAN 1990).

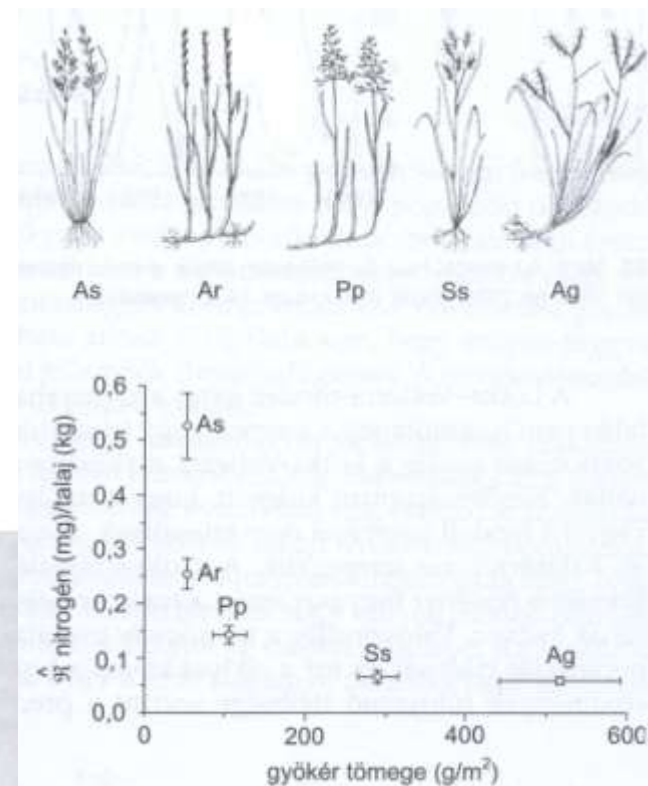
Növények: öngyérülés/önritkulás

A populációk egyensúlyi denzitásának növekedésével az egyes növényegyedek biomasszája csökken – öngyérülés

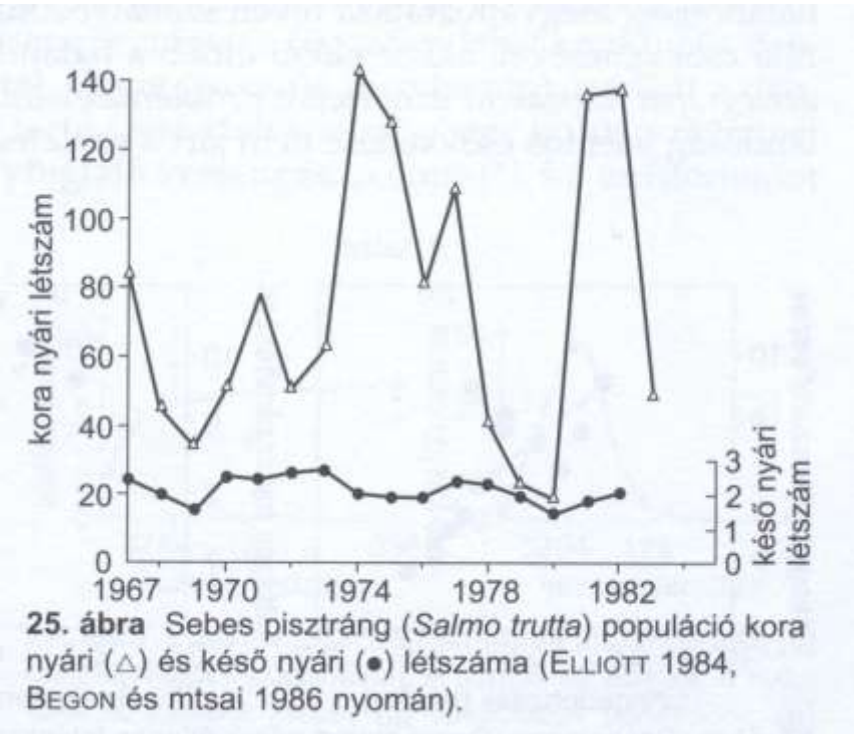
Az egyedek közötti versengés megváltoztatja az egyedeken belüli biomassza eloszlást
A növények a szűkös forrás felvételére fordítják inkább a fejlődésüket (pl.hajtás vagy gyökérzet)



21. ábra Öngyérülés (a) a libatop (*Chenopodium album*) populációban (KREBS 2001), (b) öt különböző denzitáson vetett angolperje (*Lolium perenne*) populációban. A pontok egymás utáni időpontokban learatott ismétlések, tehát a vonalak a különböző vetési denzitású populációk időbeli változását mutatják (az irány mindig a jobb alsó ponttól a bal felső felé mutat) 1000 (●), 5000 (○), 10000 (■), 50000 (□), 100000 (▲) mag/m² (LONSDALE és WATKINSON 1982).



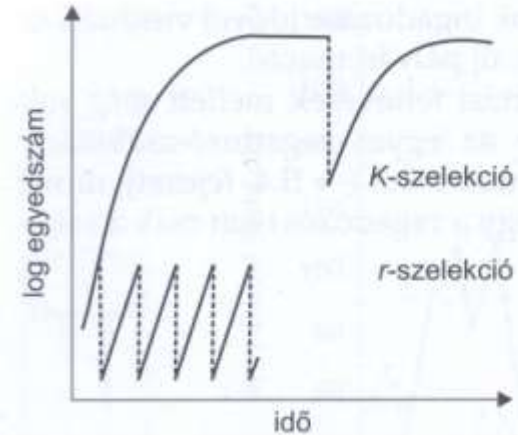
Növekedés szabályozás jellemzése



- Populációkban fontos megállapítani, hogy a szabályozó tényezők
- mely szezonban hatnak a növekedésre
 - mely stádiumok, korcsoportok érzékenyek a denzitás változásra
 - Mely stádiumok, korcsoportok létszáma kritikus a denzitás függés szempontjából

A pisztrángok esetében a nyár végi pusztulás lehet denzitás függő

Növekedés szabályozás jellemzése

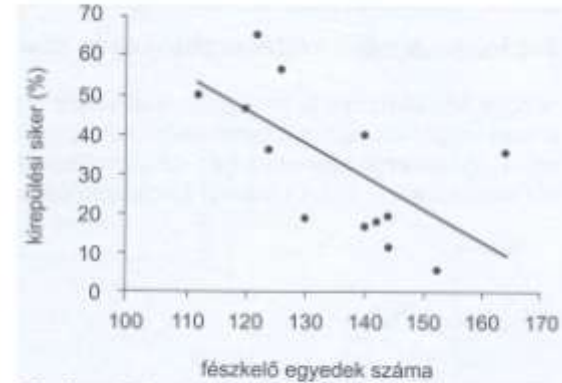


26. ábra Tenyésztési sémák. A szaggatott vonalak a tenyészet kis denzitásra csökkentését jelölik. Az *r*-szelektív séma átlagosan alacsony denzitáson, a *K*-szelektív séma átlagosan magas denzitáson tartja a tenyészetet. (Az *y* tengely a denzitás logaritmusát mutatja!)

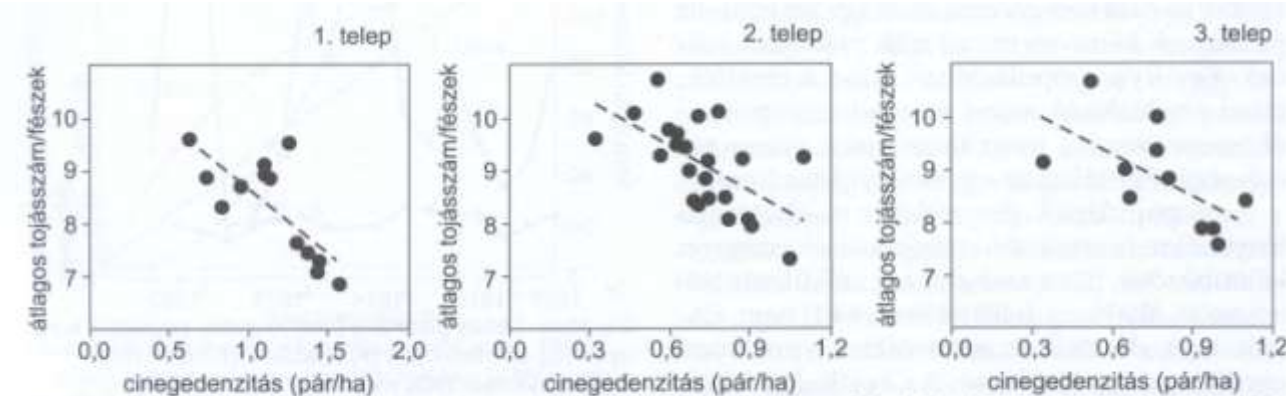
Tenyésztési sémák (*r*, *K* szelekció)
Szabályozás mikéntje:

- szaporodási időszakon kívül (*r*)
- szaporodási időszakban (*K*)

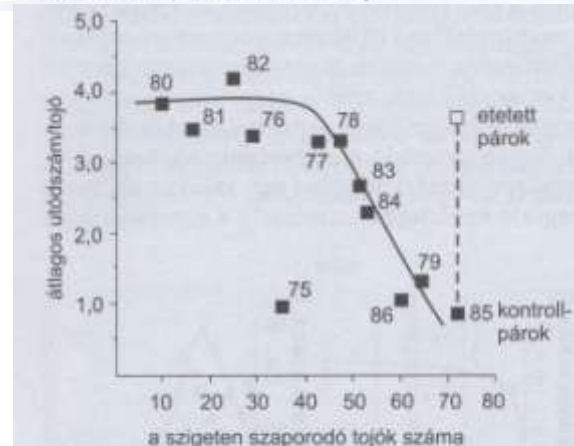
II.1. Szabályozott populációnövekedés



28. ábra A fészkelés sikeressége (tojások hányad részéből származik kirepülő fióká egy-egy fészkekben) különböző méretű bütykös ásólud (*Tadoma tadoma*) populációkban (PATTERSON és mtsai 1983).



27. ábra Széncinege (*Parus major*) párok átlagos tojásszámának függése a fészkelő párok denzitásától (pár/hektár), 3 különböző odutelepen. Egy-egy pont egy-egy év adata (BOTI 2000 nyomán).



31. ábra Egy táplálékhozzáadási kísérlet egy kanadai énekes verébsármány (*Melospiza melodia*) populációjában 1985-ben. A számok a pontok mellett az adatfelvétel évét jelölik (ARCESE és SMITH 1988, BEGON és mtsai 1986 nyomán).

Növekedés szabályozás demográfiai jellemzése

Kritikus korcsoportok, stádiumok: amelyek denzitása befolyásolja a túlélést/születést

Szenzitív korcsoportok, stádiumok: amelyek túlélése/szaporodása érzékeny a denzitásra

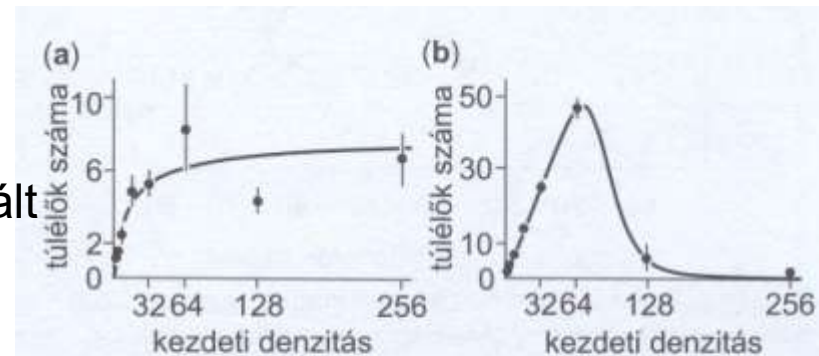
PI. Influenza hatása pápua-újguineai népességben

szenzitív: csecsemők, idősök túlélését befolyásolja a leginkább

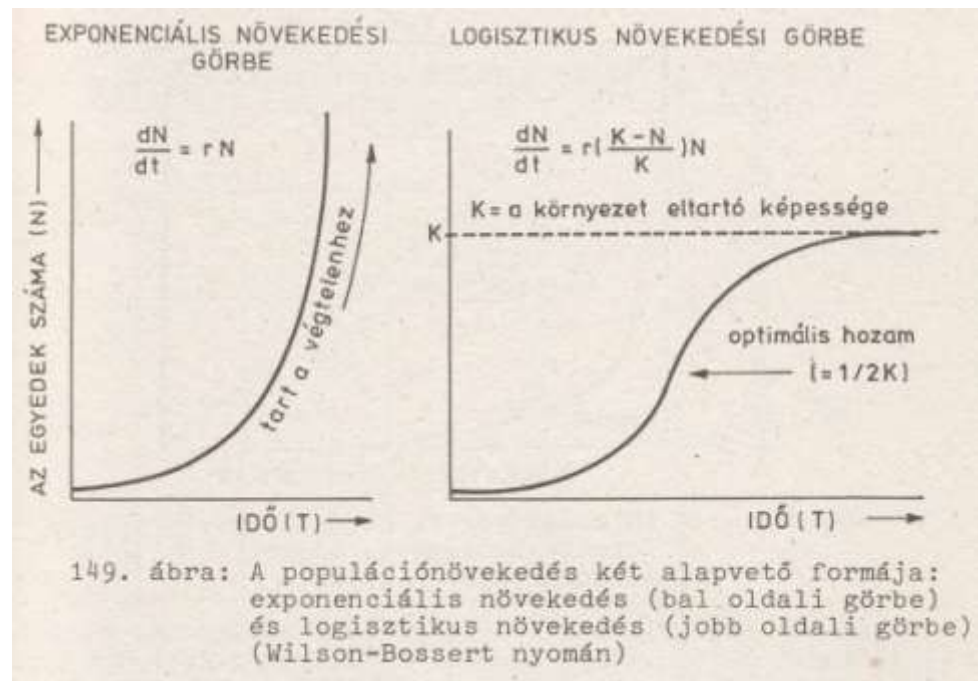
kritikus: kamaszok, fiatal felnőttek száma befolyásolja leginkább a terjedését

Ha az egyedek közötti versengés a denzitással változik akkor a versengés típusától függően változik a növekedés:

- Helyfoglaló (contest) versengés – pontosan kompenzált denzitás függés
- Tülekedő (scramble) versengés – túlkompenzált denzitás függés



29. ábra Pontosán kompenzált (a) és túlkompenzált (b) denzitásfüggés bogaraknál. A pontok az átlagot, a bajuszok a szórást jelölik. (a) *Stegobium paneceum*, (b) *Lasioderma serricorne* (BELLOWS 1981).



Magas r érték

- extrém élőhelyeken élő
- elsősorban abiotikus tényezők által limitált, mülékony élőhelyekhez alkalmazkodott

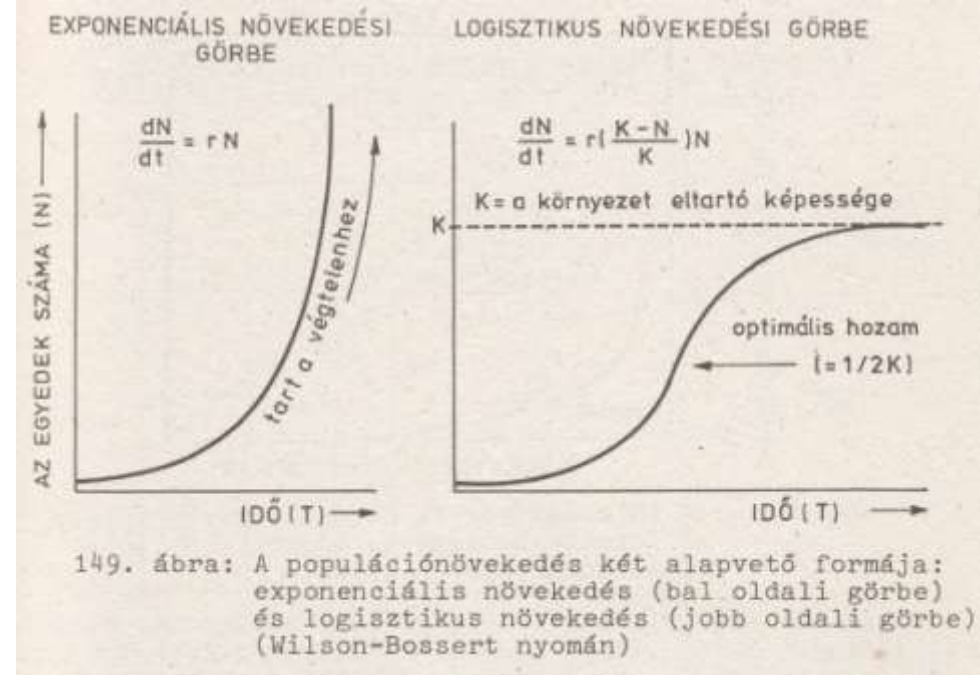
Élőhely gyors felfedezése

Gyors elfoglalása

Túlélni a változásokat

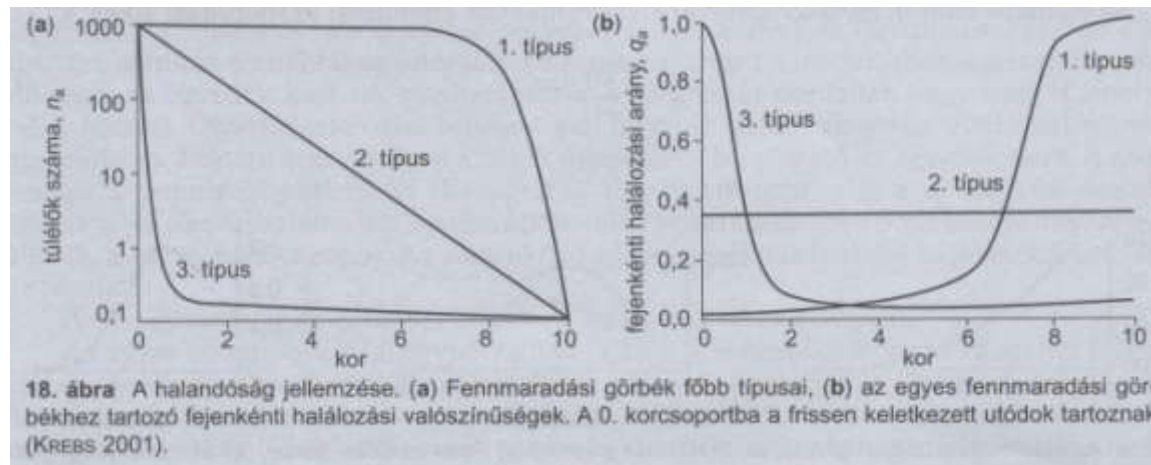
R stratégisták

- exponenciális növekedés
- III. típusú túlélési görbék
- Oszziláló pop. Méret
- gyenge kompetíciós képesség
- rövid élettartam
- kis test
- korai ivarérettség
- Jó megtelepedési képesség



K stratégisták

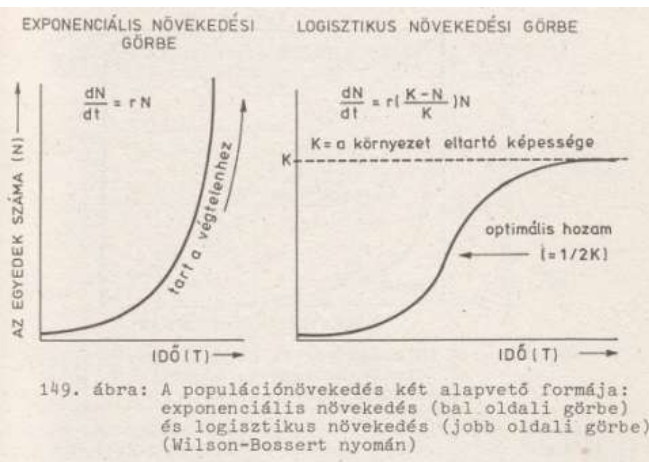
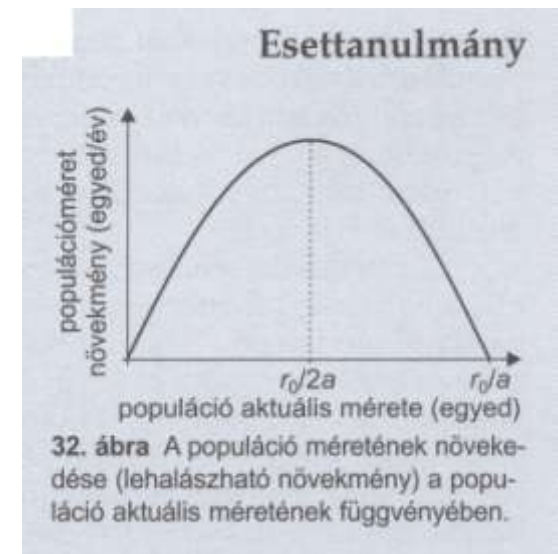
- logisztikus növekedés
- jó kompetíciós képesség
- I- II. típusú túlélési görbék
- hosszú élettartam
- kései ivarérettség
- nagy test
- szülői gondoskodás
- Rossz megtelepedési képesség



R-K kontinuum

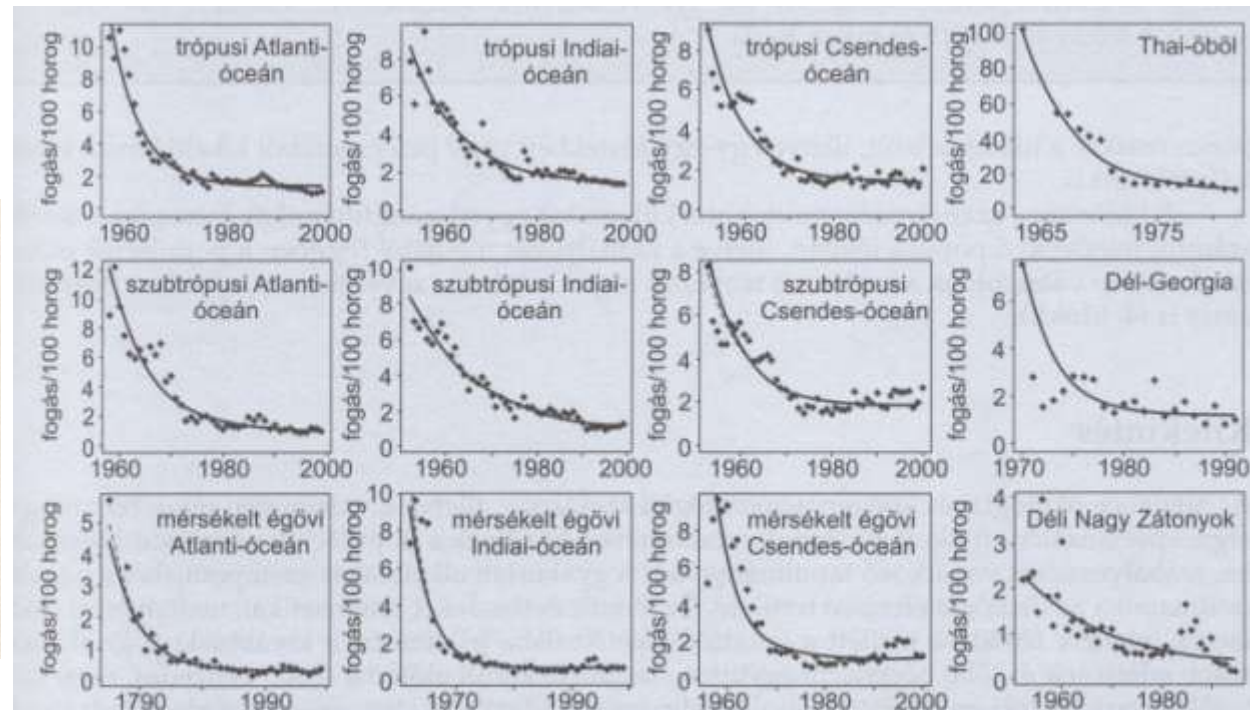
Optimális „lehalászás”

- A maximális populációnövekedési egyedszám szintjét kell biztosítani a fenntartható halászáshoz
- Ennek mértékéhez pontosan ismerni kell N , r_0 , a és/vagy K értékeket – Sajnos nehezen biztosítható feltételek az eddigi gyakorlat alapján.



optimális hozam:

- $\frac{1}{2} K$
- $r_0/2a$



33. ábra Az ábrákon az Észak-atlanti tőkehal (*Gadus morhua*) populációiban egységesen bekövetkezett gyors fogáscsökkenés követhető nyomon az 50-es évektől napjainkig, különböző oceáni régiókban (OLSEN és mtsai megjelenés alatt).

Evolúció és ökológia

Evolúció és ökológia

A fajokon, populációkon belül az egyedek száma többszöröse lehet a rendelkezésre álló források által „eltartható” egyedszámnak

A populáció egyedszámát befolyásoló ökológiai tényezők jelentősen befolyásolják az „eltartható” egyedszámot

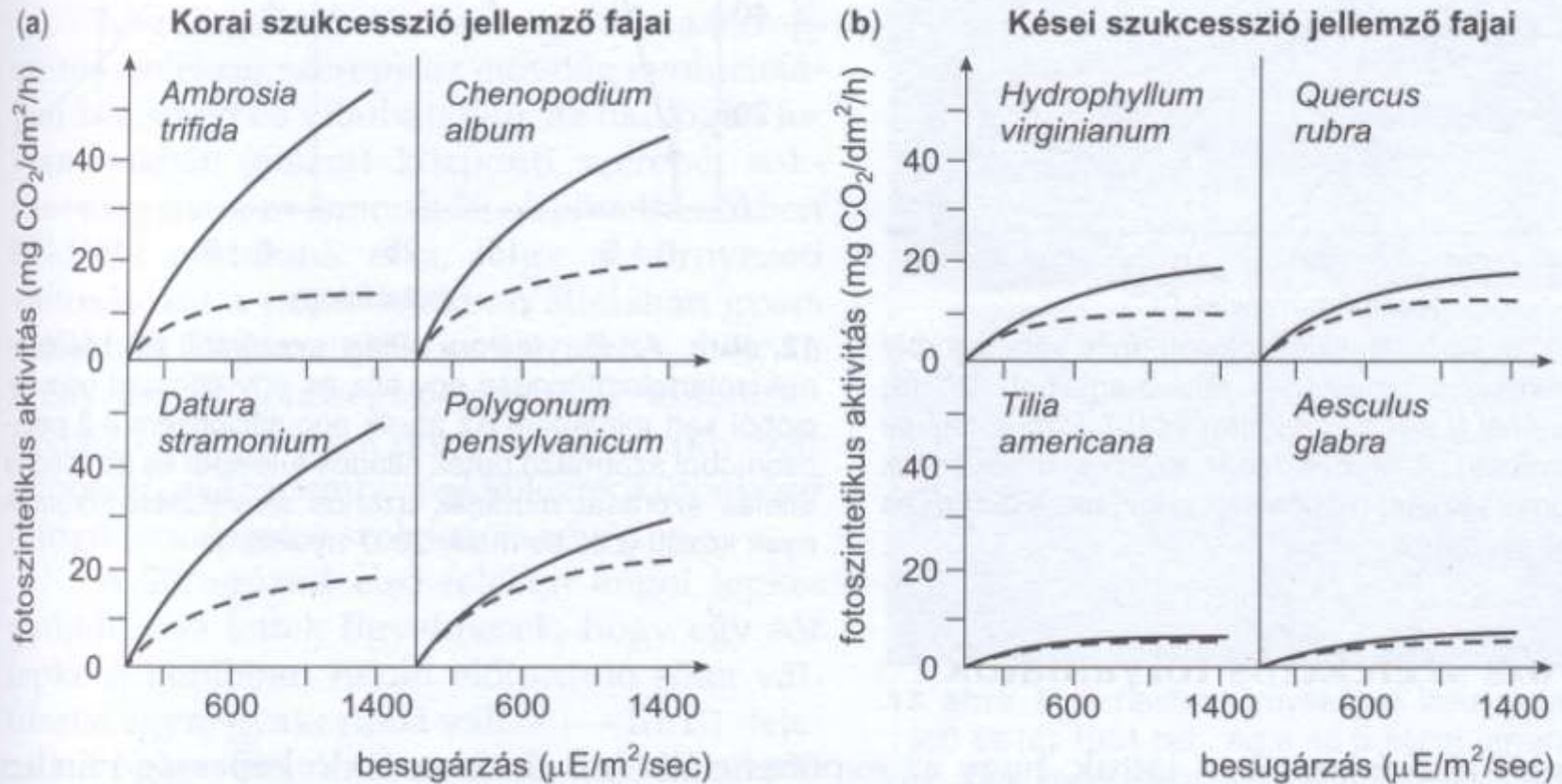
A fajokon, populációkon belül az egyedek között jelentős különbségek vannak minőségi (pl. színezet) és mennyiségi jellegeikben (pl. testméret) – fenotípus különbségek

A populációk mennyiségi, térbeli és időbeli eloszlását az ökológiai tényezők mellett a populációt alkotó egyedek fenotípus összetétele befolyásolja, amely a természetes szelekció révén változik

A természetes szelekció evolúciós folyamatokat generál az öröklött jellegek (genotípus) alapján

A fenotípust az öröklött genotípus mellett az egyed fejlődése során ért környezeti hatások is meghatározzák (fenotípusos plaszticitás)

A fenotípust az öröklött genotípus mellett az egyed fejlődése során ért környezeti hatások is meghatározzák (fenotípusos plaszticitás)



10. ábra Lomboserdei szukcesszió (a) korai- és (b) késői fajainak fény-fotoszintézis válaszgörbéi teljes napfényen (—), ill. annak 1%-án (----) nevelt növényeknél (BAZZAZ és CARLSON 1982).

Korai szukcesszió növényfajai magasabb fénymennyiséget igényelnek a késői szukcesszió növényeihez képest (öröklött tulajdonság), azonban e tulajdonságot a környezeti hatások is befolyásolhatják (mennyi fény érte magonc korában)

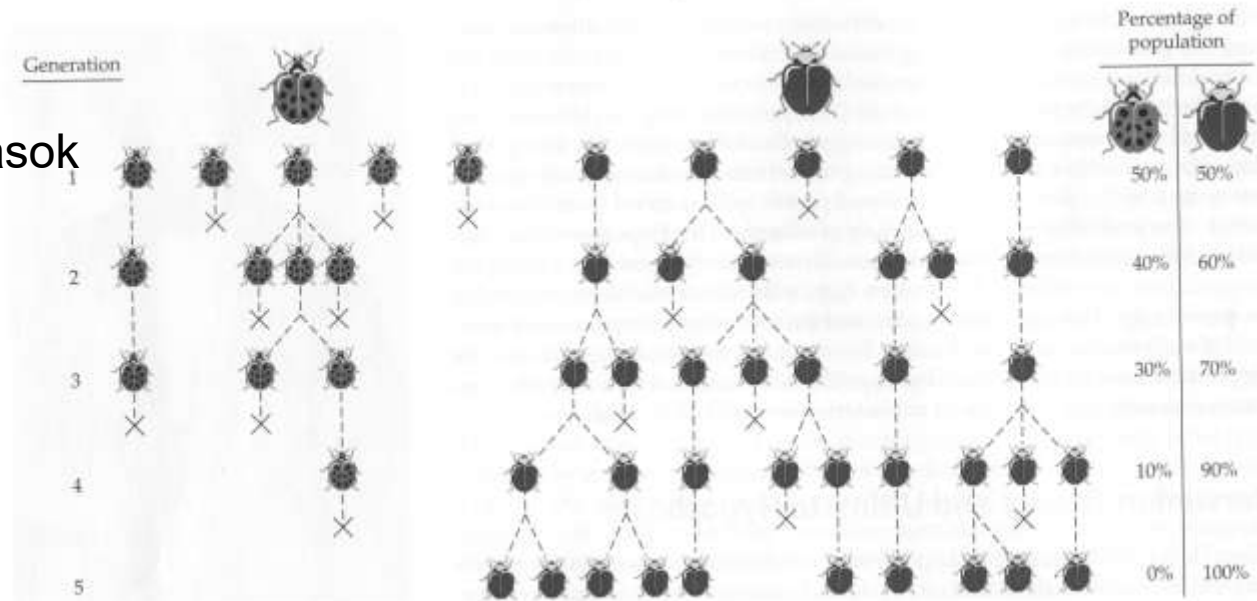
Evolúció és ökológia

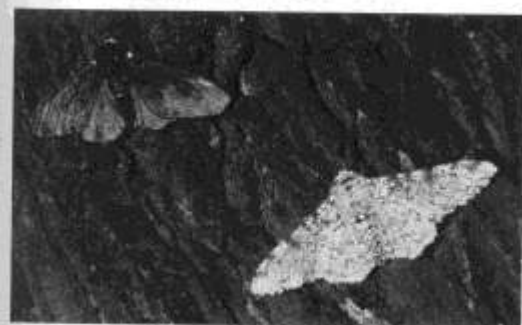
Biológiai evolúció a populációk jellemzőinek időbeli változását jelenti. A géneknek a populációban lévő frekvenciájának generációról-generációra történő változása révén.

Színház- analógia (HUTCHINSON 1965):

- előadás: evolúció
- színészek: élőlények
- színpad, díszlet: ökológia
- rendező: természetes szelekció

Természetes szelekció:
evolúciós időléptékű változások
legfőbb mozgatója és
mechanizmusa (jelenben
is zajlik)

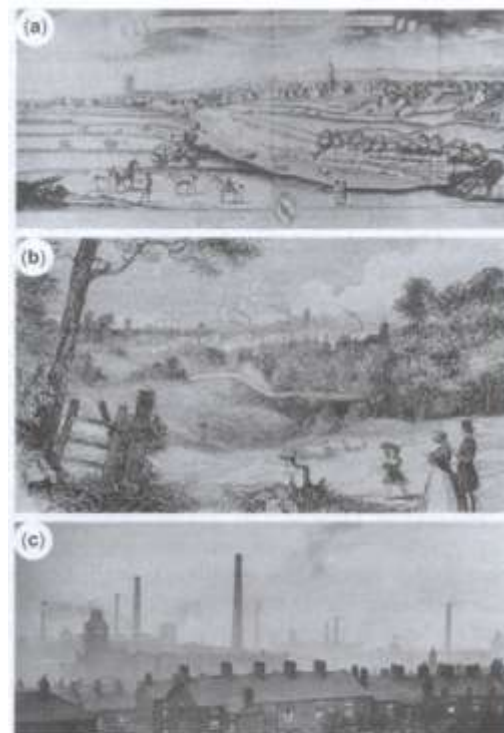




Dark moth

Light moth

10 The salt and pepper moth *Biston betularia*. One typical (light coloration) individual and one melanic (black) individual are shown in each photograph. Photographs (left) by Michael Tweedie; (right) photograph by Bruce Grant.



13. ábra Manchester környékének lát képe (a) 1730, (b) 1860 és (c) 1954-ben. Az a és b képet ugyanazon a helyen állva készítették, míg a c ugyanannak a területnek a képe máshonnan fényképezve (Rudoe 2006 nyomán).

Araszoló lepke fajoknál (~800 faj) a sötét változatok (~ 100 faj) gyakorisága növekedett a XX. sz. elején Angliában - ipari melanizmusa

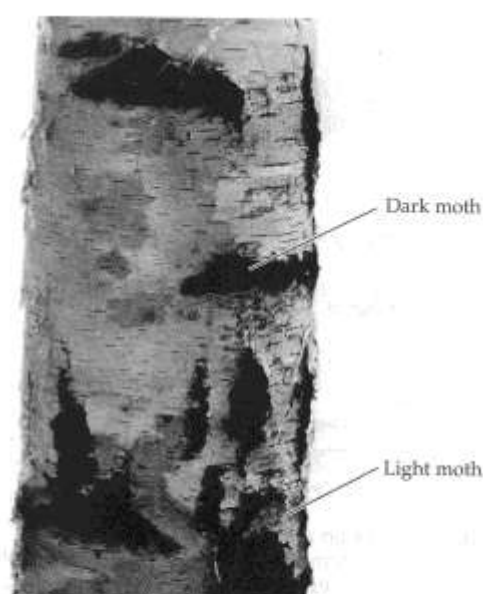
Az evolúciós folyamat gyors is lehet

A városi környezetben kiengedett sötét változatokat kétszer nagyobb valószínűséggel fogták vissza, mint a fehéret

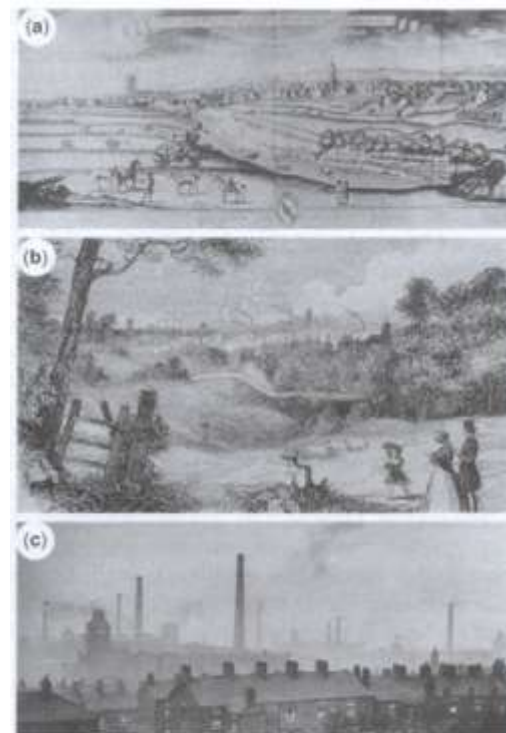
Falusi környezetben fordított helyzet

2. táblázat Szürke pettyesaraszoló lepkék túlélése városon és vidéken.

	sötét változat	világos változat
város		
elengedett (db)	154	82
visszafogott (db)	64	16
visszafogás	53,20%	25%
falu		
elengedett (db)	473	496
visszafogott (db)	30	62
visszafogás	6,30%	12,50%



10 The salt and pepper moth *Biston betularia*. One typical (light coloration) individual and one melanic (black) individual are shown in each photograph. Photographs (left) by Michael Tweedie; (right) photograph by Bruce Grant.

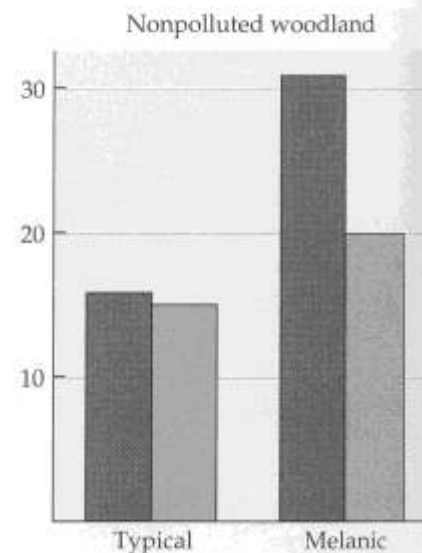
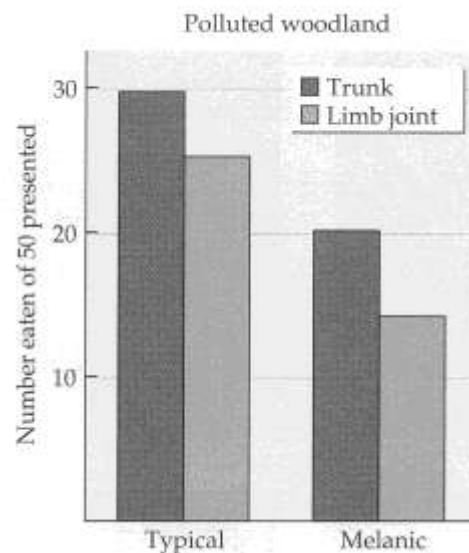


13. ábra Manchester környékének lát képe (a) 1730, (b) 1860 és (c) 1954-ben. Az a és b képet ugyanazon a helyen állva készítették, míg a c ugyanannak a területnek a képe máshonnan fényképezve (Rudoe 2006 nyomán).

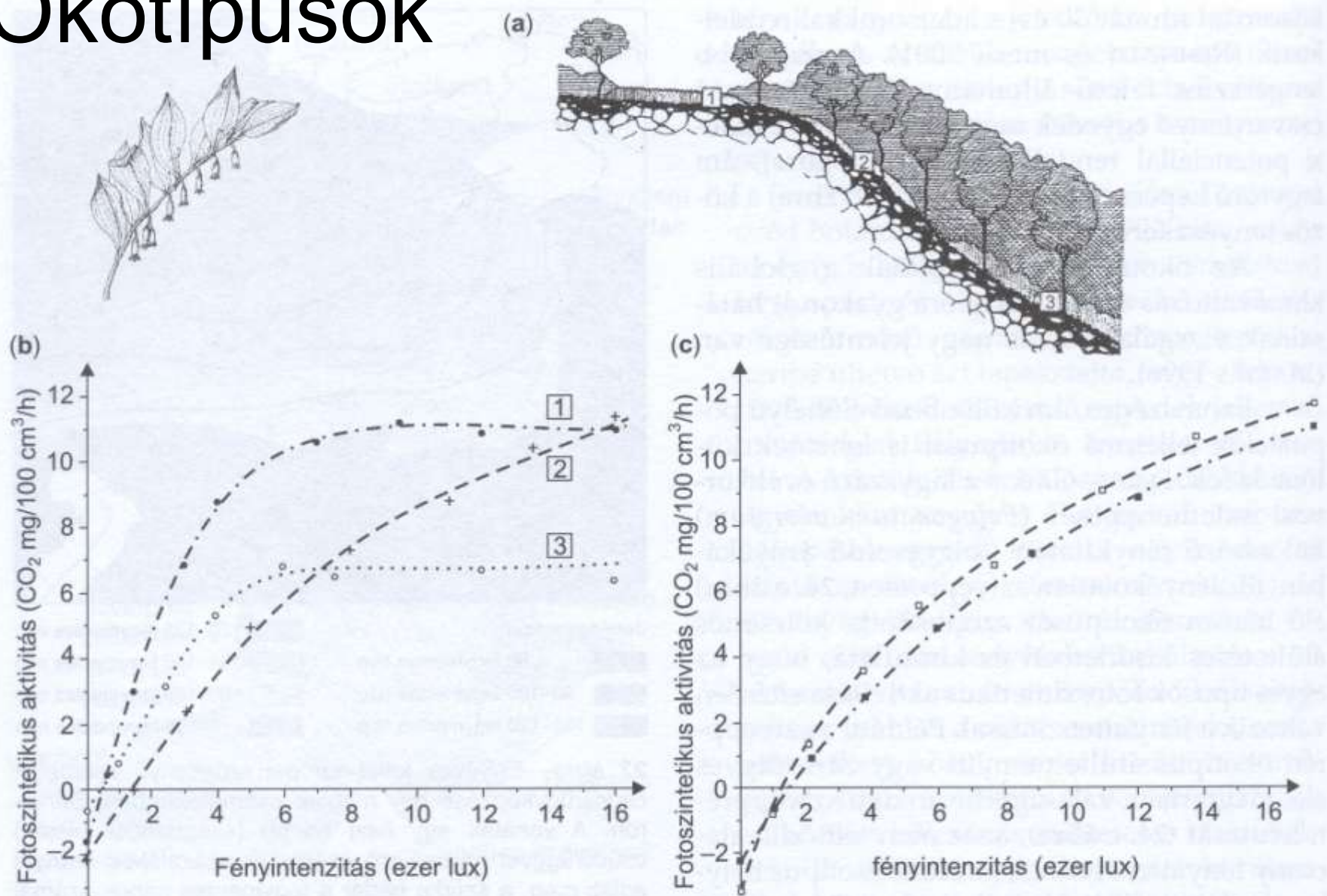
Araszoló lepkék ipari melanizmus Angliában

Többet ettek meg a fehér változathól a szennyezett erdőkben a fák törzsén (trunk), míg a fekete változatot gyakrabban ették meg a nem szennyezett erdőkben a fatörzsön

Ökotípusok – helyi feltételekhez alkalmazkodó változatok



Ökotípusok



24. ábra Az orvosi salamondecs (Polygonatum odoratum) három ökotípusa (1. sztyeppréti, 2. nyílt tölgyesbeli, 3. zárt tölgyesbeli). (a) Helyszínrajz, (b) a három ökotípus eredeti termőhelyén mért fény-fotoszintézis válaszgörbe, (c) a sztyeppréti ökotípus fény-fotoszintézis válaszgörbéje nyílt (□), illetve zárt tölgyes (■) alá átültetve (FEKETE 1974 nyomán).

Evolúció és ökológia

Darwin a természetes szelekcióval magyarázza az Evolúciót:

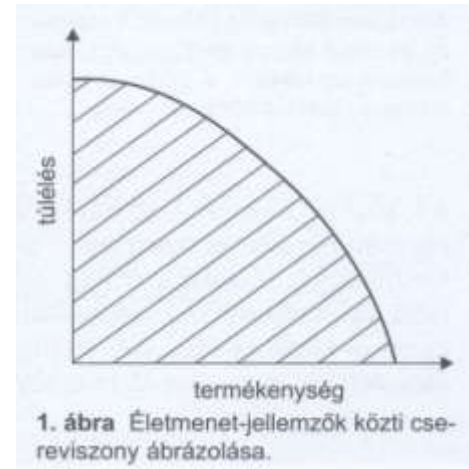
1. variációk, az egyedek nem egyformák
2. Az utódok száma lényegesen nagyobb, mint a szükséges
3. Versengés az utódok között
4. A leginkább megfelelő fog megmaradni
5. Ha a legmegfelelőbb jellegei öröklődnek, akkor azok átadódnak a következő generációra

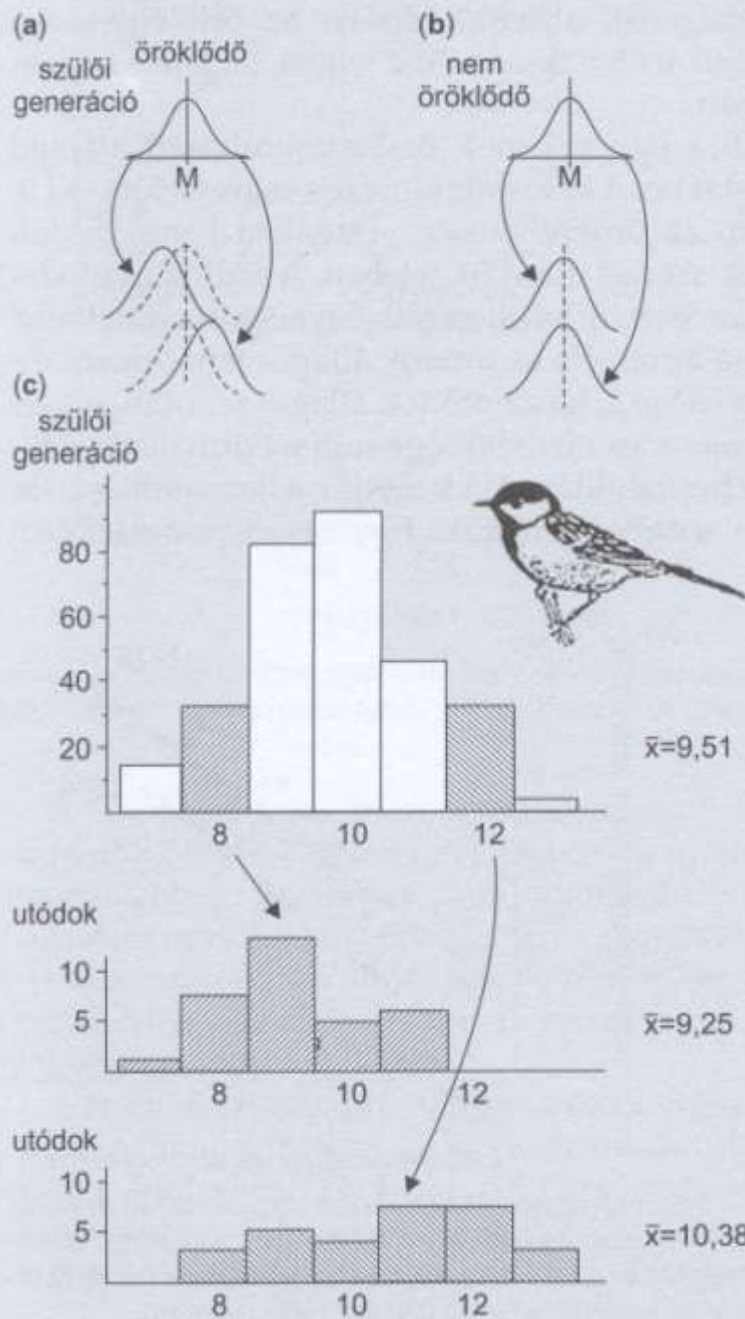
Rátermettség (fitness): relatív utódszám (evolúciós „siker”) egész élettartamra vonatkozik, komponensei:

- túlélés
- szaporodási siker

Ha egy tulajdonság magas rátermettséggel jár->terjed,
ha alacsony rátermettség->ritkul, eltűnik

Adaptáció: a természetes szelekció révén olyan tulajdonságok terjednek el, amelyek jelentősen segítik hordozóik túlélését és szaporodását – ezek az **ADAPTÍV JELLEGEK**



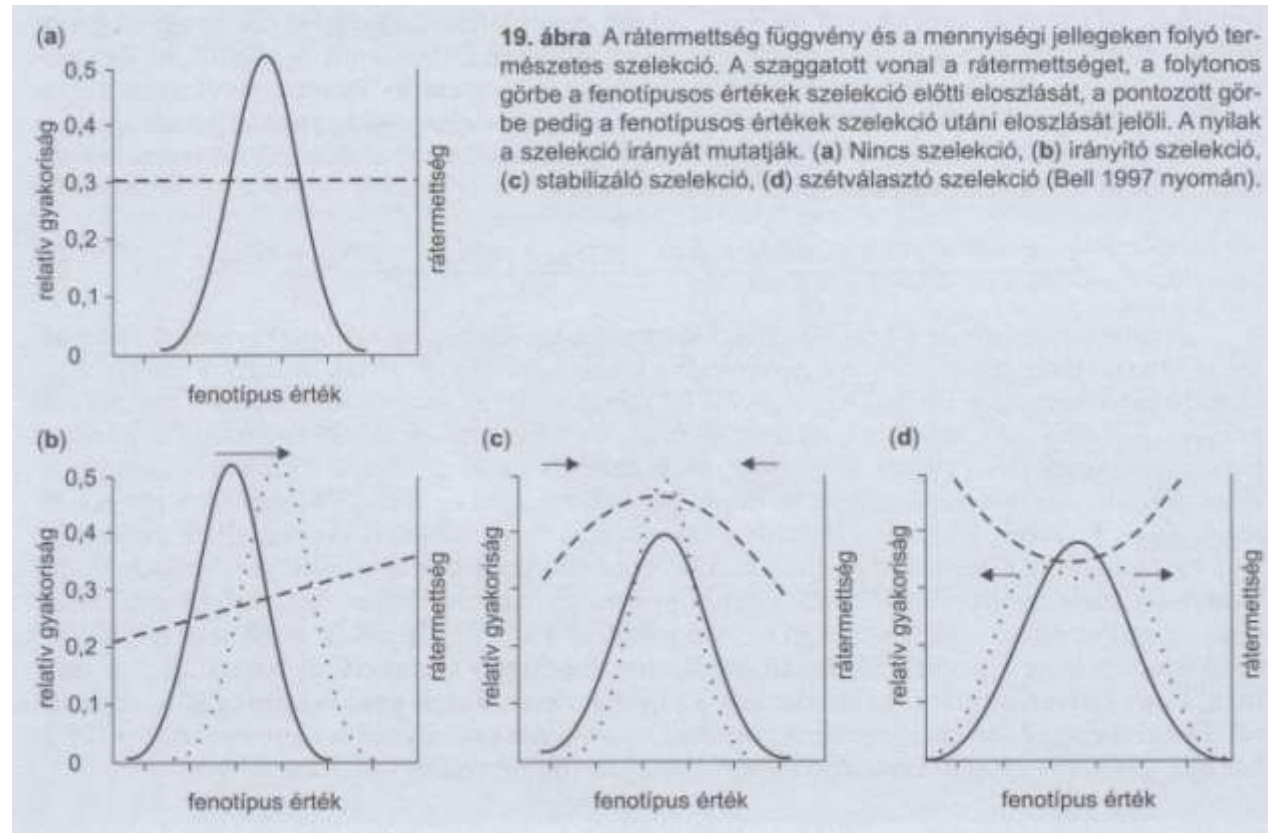


7. ábra Az öröklődő különbségek kimutatására alkalmazott szelekciós vizsgálat. (a) Öröklődő különbség, (b) környezeti különbség hatása a szélső fenotípusos értékekkel (sávozott oszlopok) rendelkező szülők utódainak populációjára. (c) Öröklődő fészekaljméretkülönbség egy hoghe veluwe-i (Hollandia) széncinege odutelepen (NOORDWIJK 1989 nyomán).

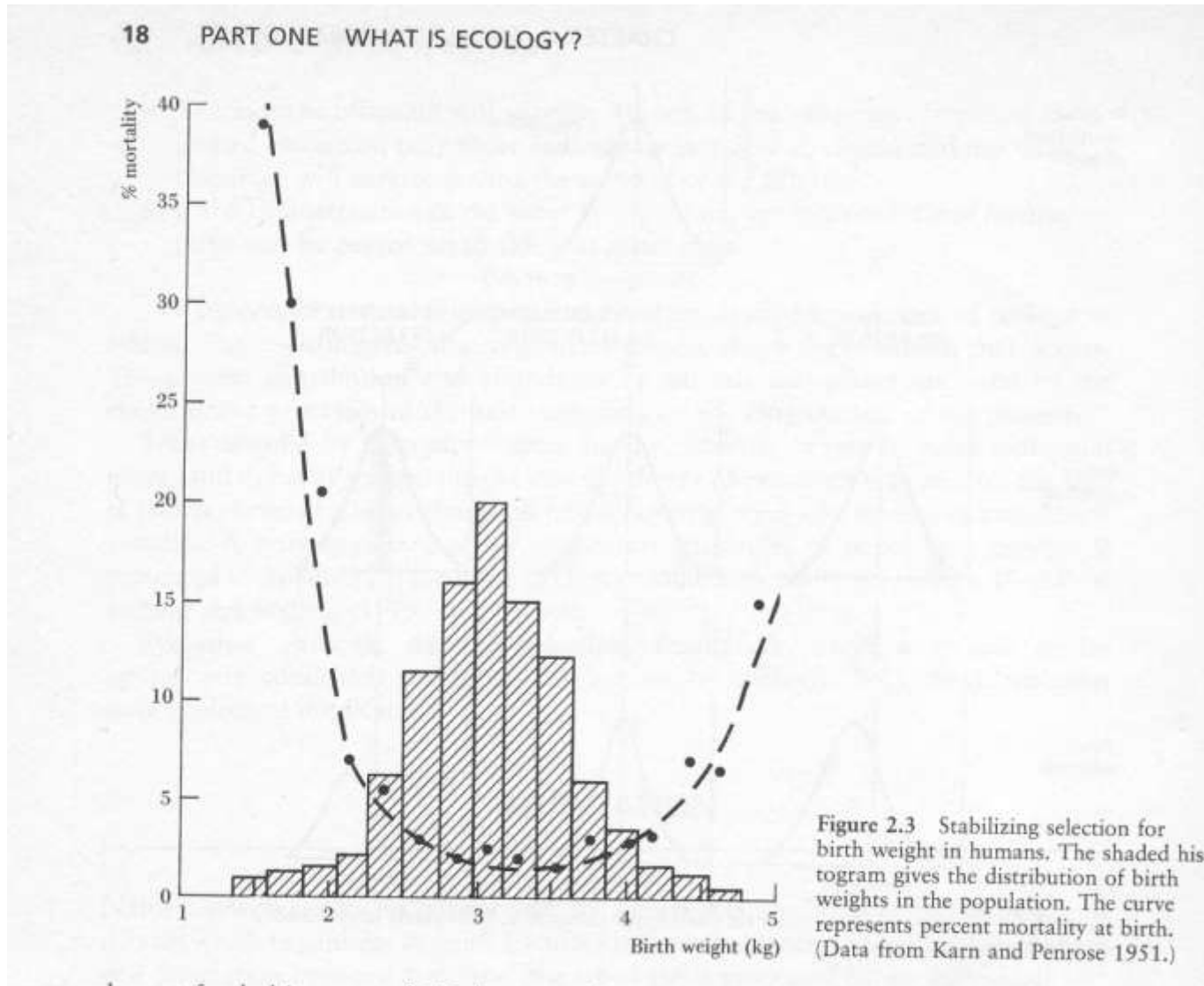
Adaptáció

Természetes szelekció révén ha a fenotípus és a genotípus között korreláció, kapcsolat van.

- (a) nincs szelekció
- (b) irányított szelekció, a leggyakoribb mesterséges szelekció típus
- (c) stabilizáló szelekció
- (d) szétválasztó szelekció, főként izolációs mechanizmusok révén történik



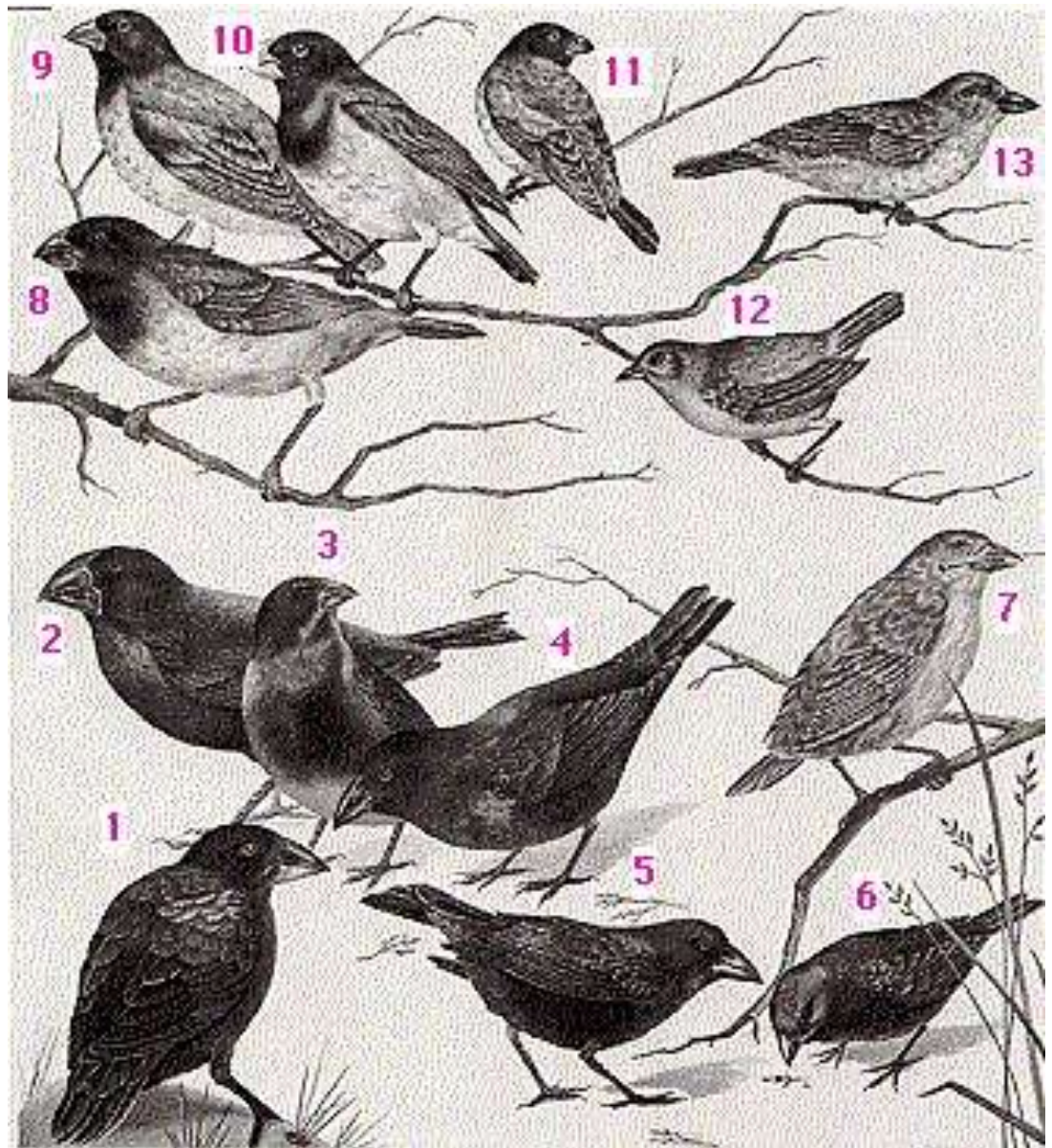
Stabilizáló szelekció az újszülöttek testtömege esetében



Darwin pintyek, Galapagos szigetek

Adaptív radiáció – szétválasztó szelekció

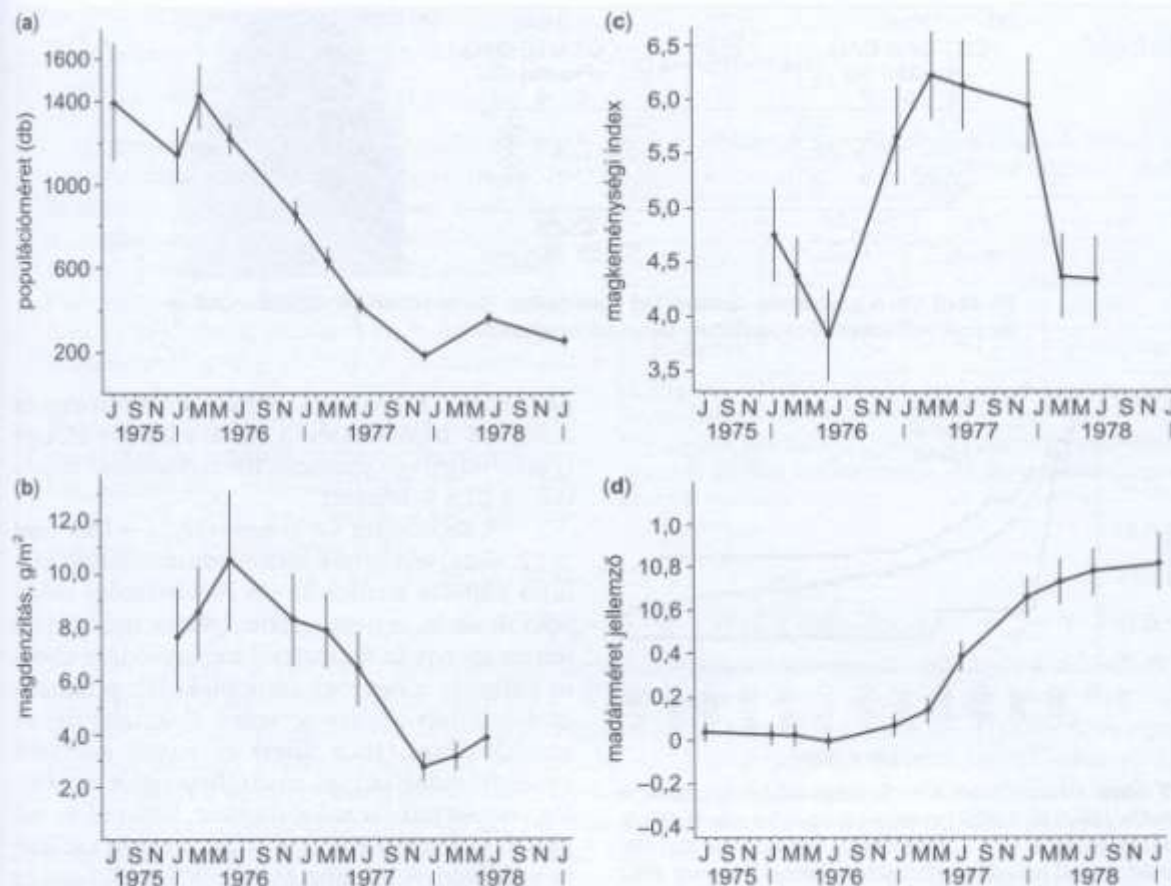
1. Large cactus finch (*Geospiza conirostris*)
2. Large ground finch ([*Geospiza magnirostris*](#))
3. Medium ground finch ([*Geospiza fortis*](#))
4. Cactus finch (*Geospiza scandens*)
5. Sharp-beaked ground finch (*Geospiza difficilis*)
6. Small ground finch (*Geospiza fuliginosa*)
7. Woodpecker finch (*Cactospiza pallida*)
8. Vegetarian tree finch (*Platyspiza crassirostris*)
9. Medium tree finch ([*Camarhynchus pauper*](#))
10. Large tree finch ([*Camarhynchus psittacula*](#))
11. Small tree finch (*Camarhynchus parvulus*)
12. Warbler finch (*Certhidia olivacea*)
13. Mangrove finch (*Cactospiza heliobates*)



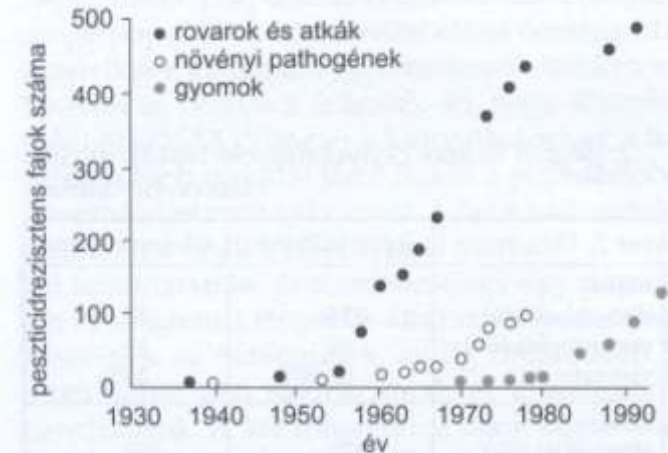
Szelekció – gyors lezajlás is bekövetkezhet

Természetes körülmények között akár néhány év alatt is jelentős változások

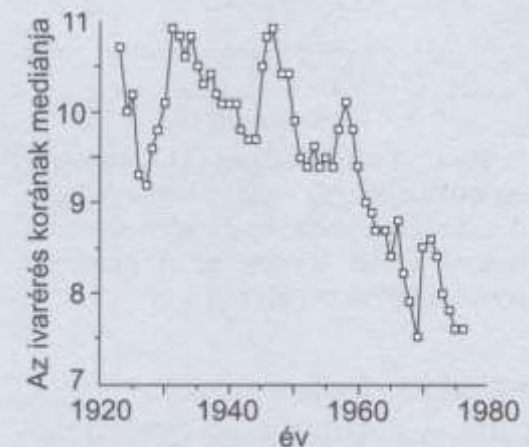
Emberi tevékenység hatására is gyors folyamatok



15. ábra Az 1977-es aszály hatásai Daphne-szigetén. (a) A közép földipinty-populáció mérete, (b) az ehető magvak denzitása, (c) a magvak keménységi indexe, (d) a pinytek mérete. A pontok az átlagos értékeket, a vonalak a 95%-os konfidenciaintervallumokat jelzik. (Grant 1986 nyomán).



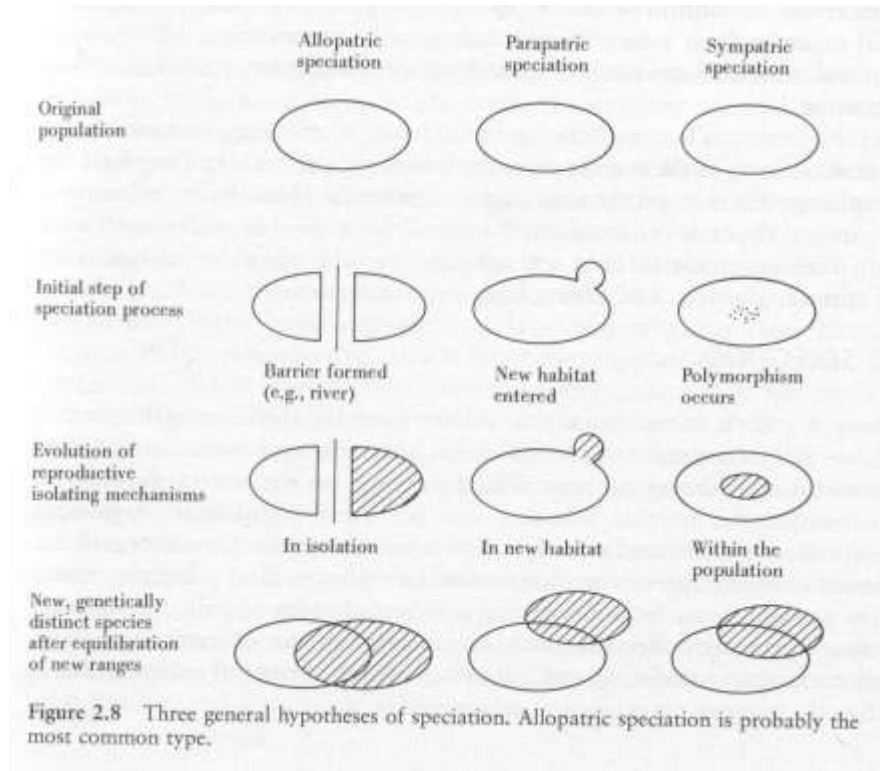
14. ábra Az ismert peszticidrezisztens fajok számának növekedése 1938 és 1992 között (CONNER és HARTL 2004 nyomán).



8. ábra Az ivaréris korának alakulása 1920 és 1980 között a közönséges tőkehal (*Gadus morhua*) északi sarki populációjában (LAW 2000 alapján).

Speciáció - Fajképződés

- Allopatrikus, földrajzi elkülönülés
- Szimpatrikus, élőhelyi elkülönülés
- Parapatrikus, széli területeken



Genetikai sodródás: a populáció genetikai összetételének (allélgyakoriságának) változása a szaporodó populáció véges mérete miatti véletlenszerű változás miatt

Szelekció egysége

Szelekció a fenotípusra hat

Egysége:

Faj ?

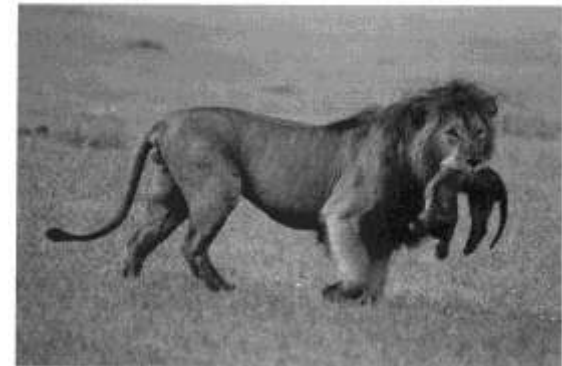
Csoport ?

Egyed?

Gén ?!

másolatok formájában hosszú ideig létezik,
elterjedhet

- adaptáció: a konkurens allél rovasára történő felszaporodást szolgálja („Önző gén” elmélet, WILLIAMS 1966, DAWKINS 1976)
- Az egyed az egyedet alkotó gének „túlélőgépe”
- Az egyed nem, de az egyedet alkotó gének hallhatatlanok lehetnek
- Olyan génekkel találkozunk akik a vetélytársaikhoz képest sikeresebbek (nagyobb fitness)
 - Több saját életképes és szaporodó utód – akár más egyedek kárára is (pl. oroszlánok)
- Önző gének és altruisztikus viselkedések
 - Önzetlenség a közeli rokonok esetében a leggyakoribb – hasonló géneket hordozó egyedek



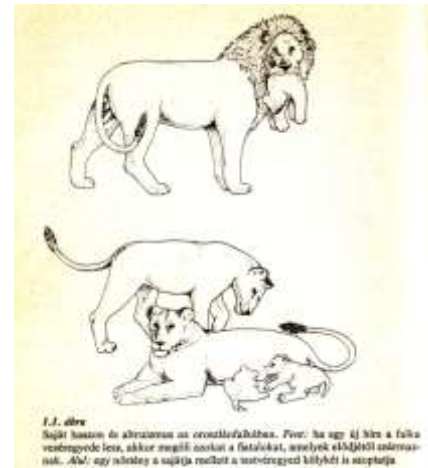
Példa: Serengeti NP (Tanzánia) oroszlánjai

3-12 nőstény: rokonok

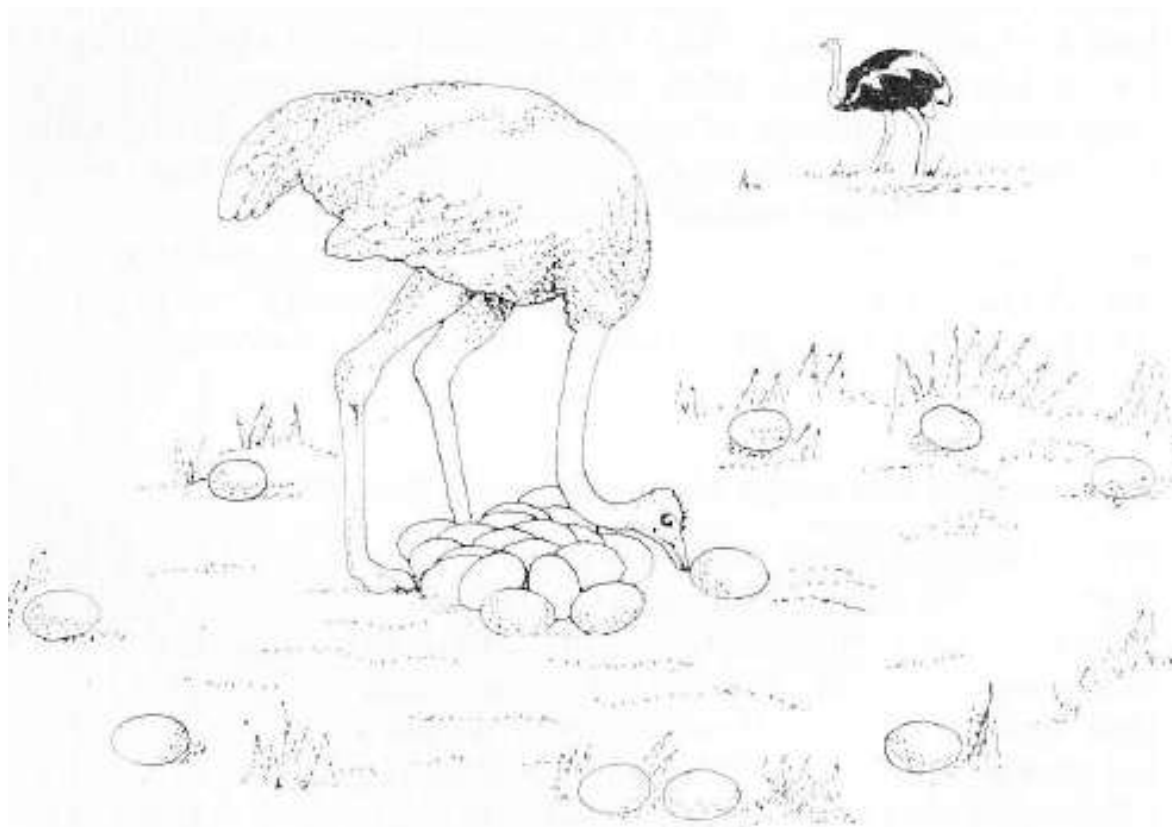
1-6 hím: általában rokonok, 2-3 évig tudnak csak uralni egy falkát

Megfigyelések:

1. Szaporodás szinkronizált (falkán belül)
 - *Közvetlen ok (mechanizmus):* kémiai szignálok (feromonok), hormonok
 - *Evolúciós ok (funkció):* azonos korú utódokat könnyebb felnevelni, közös szoptatás, fiatal hímek egy időben együtt hagyhatják el a csoportot
2. Szaporodási időszakban egy nőstény sorozatosan (15 percenként) párosodik a csapat hímjeivel, de 3000 párzásból átlagosan egy utód
 - *Közvetlen ok:* kicsi a megtermékenyülés valószínűsége, ovuláció időpontja nem ismert, vetélés gyakori
 - *Evolúciós ok:* a hímek között csökken a párzásért folyó vetélkedés
3. Fiatal kölyköket a falka új hímjei elpusztítják
 - *Közvetlen ok:* kölykök szaga idegen, hímek megölik őket, nőstényeknél vetélés
 - *Evolúciós ok:* nőstények hamarabb válnak újra fogamzóképesse, szinkronizáltan tüzelnek



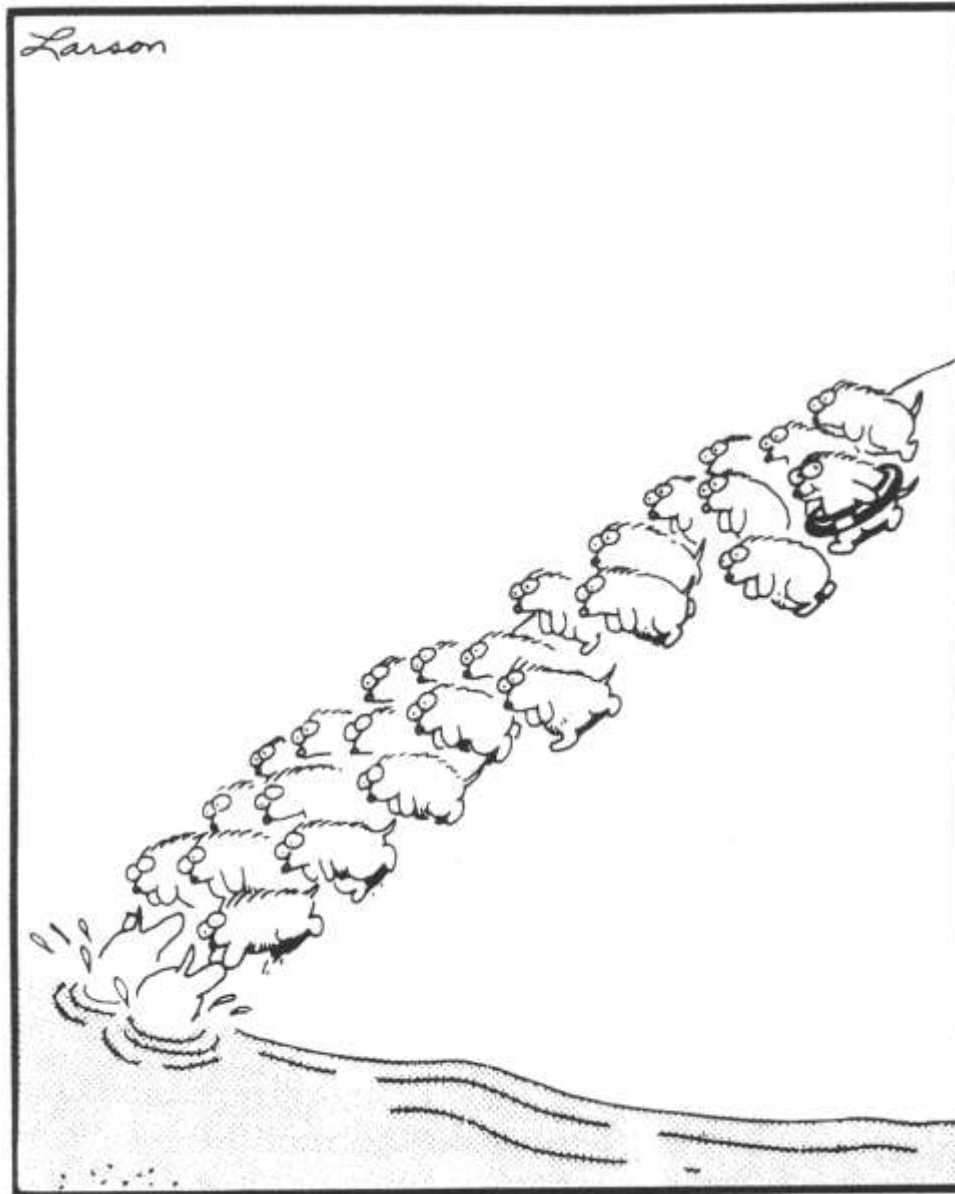
Példa: Struccok látszólag önzetlen magatartása



9.4. ábra

A struccok közös fészke. A főtojó költi ki és őrzi a tojásokat. A melléktojók tojásait a fészek peremére gurítja, ahol azok áldozatul esnek a ragadozóknak, vagy nagyon felmelegedve elpusztulnak

Csoport – egyéni érdek?



Evolúciósan Stabil Stratégia (ESS)

Egyéni <-> csoport érdek

Optimális <-> stabil magatartás

Galamb (Dove) – héja (Hawk) modell

győzelem: 50 pont; várakozás: 10 pont;
sérülés: -100 pont

Győzelem esélye ha két azonos típusú egyed
találkozik 50%



galamb-galamb

győztese: 40 pont
vesztese: -10 pont

héja-galamb

győztese: 50 pont
vesztese: 0 pont

héja-héja küzdelem

győztese: 50 pont
vesztese: -100 pont ,

(a) Pay-offs: Winner +50 Injury -100
Loser 0 Display -10
(b) Pay-off Matrix: average pay-offs in a fight to the attacker

Attacker	Opponent	
	Hawk	Dove
Hawk	(a) $\frac{1}{2}(50) + \frac{1}{2}(-100)$ = -25	(b) +50
Dove	(c) 0	(d) $\frac{1}{2}(50 - 10) + \frac{1}{2}(-10)$ = +15

- stabil stratégia arány, ha van héja és galamb is és az átlagos nyereségük megegyező

- pl. h - héják aránya

$1-h$ - galambok aránya

Költség-haszon:

héja $H = -25h + 50(1-h)$

galamb $G = 0h + 15(1-h)$

Stabil stratégia arány esetén: $H = G$

$$h_{\text{héja}} = 7/12$$

$$h_{\text{galamb}} = 5/12$$

vagyis Evolúciósan Stabil Stratégia (ESS) ha:

1. Az egyedek $7/12$ -e héját az egyedek $5/12$ -e galambot játszik (tisztá stratégia)

vagy

2. Minden egyed vagy héját vagy galambot játszik $7/12$ ill. $5/12$ valószínűséggel (kevert stratégia)

- nettó nyereség ESS esetén (héja és galamb): **6,25!**

- héja: $(-25 \times 7/12) + 50 (5/12) = 6,25$

- galamb: $(0 \times 7/12) + 15 (5/12) = 6,25$

- nettó nyereség - **csak galamb: 15! – optimális, de nem stabil!!!**

- **ESS: 6,25 – nem optimális, de stabil!!!**

1. A legjobb stratégia mások viselkedésétől függ (frekvencia függő). Nincs legjobb stratégia, csak ESS, amely az adott populációban jelenlévő stratégiáktól és azok költség/haszon jellemzőitől függ.

2. Az ESS stratégia az egyes viselkedési egységek költség/haszon értékétől függ (pl. a megadott számoktól a modellben - pl. ha a haszon $\gg$ veszteség - tiszta héja stratégia). Ez a természetben sok tényezőtől függ és időben és térben változhat.

Példák a természetben:

Komoly harcok (túlsúlyban a héja stratégia) - nyereség >>> veszteség

- pl. Gímszarvas
- pl. Narvál - 60%-on sérülés
- pl. Oroszlánfókák

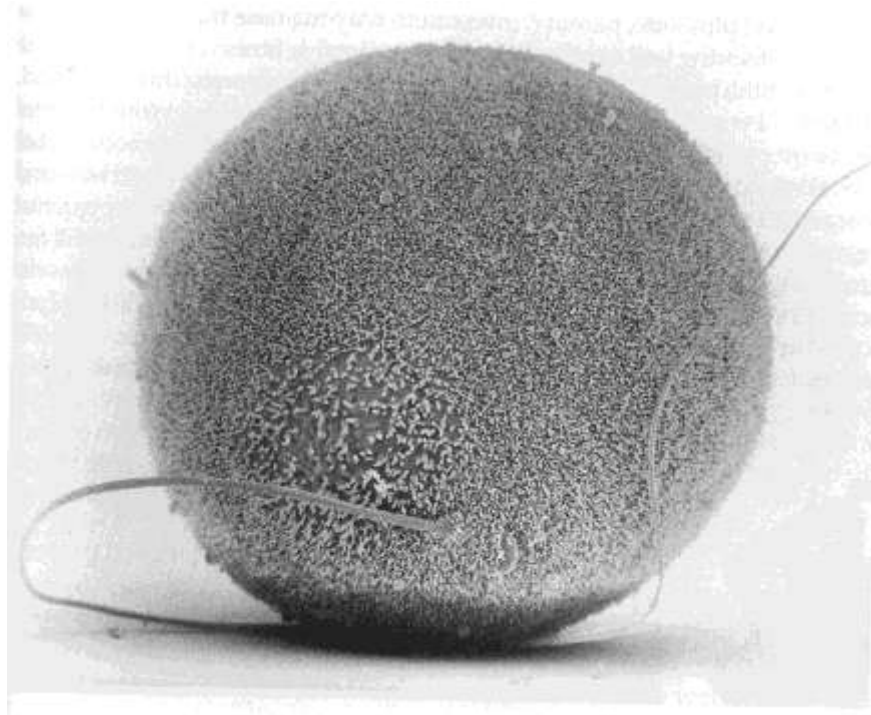
Csak lovagias tornák (túlsúlyban a galamb stratégia) – nyereség <<< veszteség

- pl. Csörgő kígyó

Evolúció a mindennapokban

Konfliktusok:

- Ivarok között (az egyik ivar lényegesen többet ad a leendő utódnak ezért kevesebb utóda lehet mint a másik ivarnak, amely így több utódra tehet szert)
- Szülő-utód között (az utódgondozás a szülők további utódainak terhére történik)

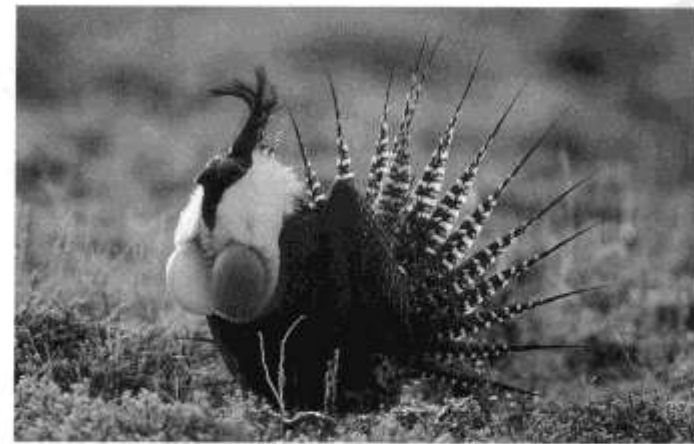


A kevesebb potenciális utódra számítható ivar számára döntő fontosságú a megfelelő pár kiválasztása – ők választanak

Szexuális szelekció:

Olyan jellegek szelekciója, amely a párzási, párválasztási sikerességet növelik azon ivarnál, amely a másik ivarnál több potenciális utódra számíthat

Ivarok között és Ivaron belül



12 Sexually selected "ornaments" of males. Darwin believed that sexual selection via female choice was responsible for the evolution of elaborate plumage and remarkable displays in male birds such as the quetzal (left) and the sage grouse (top right). Darwin argued that the strange horns and snouts of certain beetles (bottom right) also arose via female choice, although males actually use these structures primarily as weapons when fighting for mates. Photographs by Bruce Lyon; Marc Dantzker; and the author.

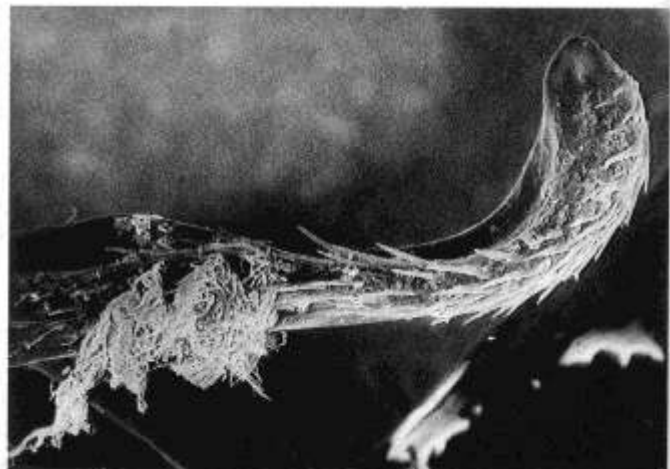
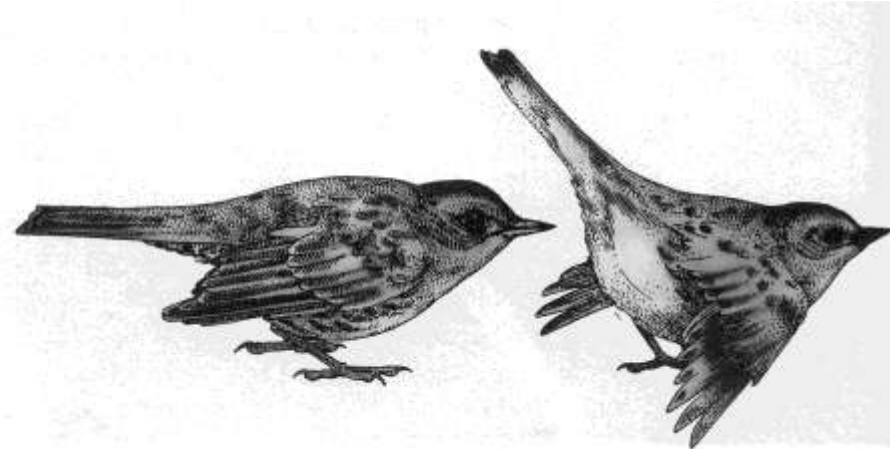
Szexuális szelekció

Ivaron belül



Spermium kompetíció

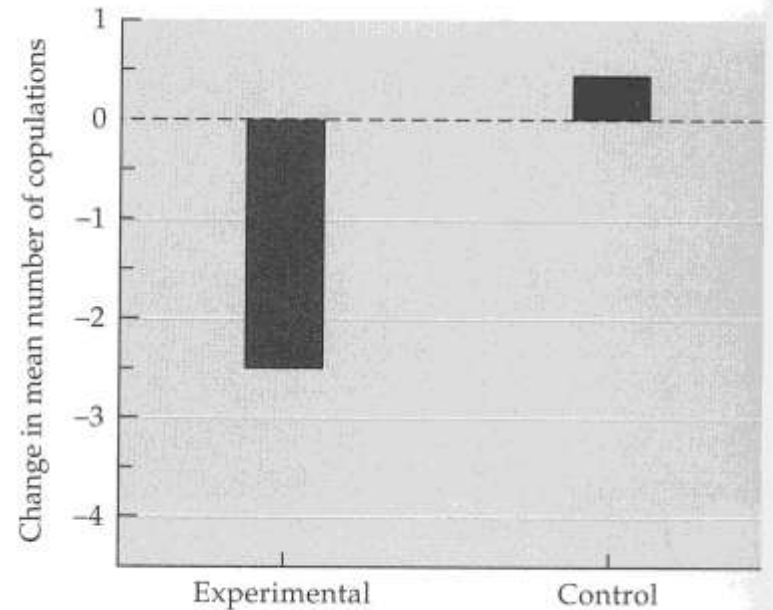
Ivaron belül – párzás után is zajló versengés a hímek között



Szexuális szelekció

Ivarok között - Hölgyválasz

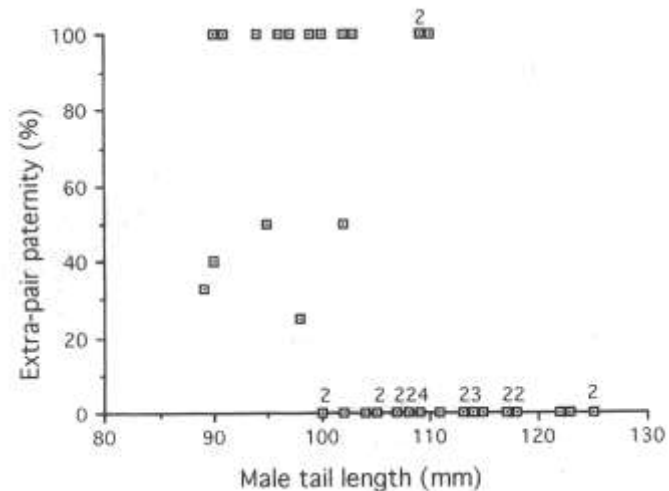
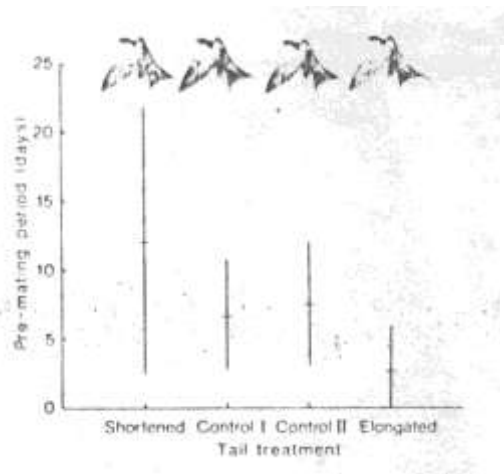
38 Removal of eyespots from a peacock's tail reduces his attractiveness to females. After 20 eyespots had been cut from their tails, males averaged two fewer mates in the following breeding season compared with their performance in the previous year. After Petrie and Halliday [906].



Ivarok közötti szelekció

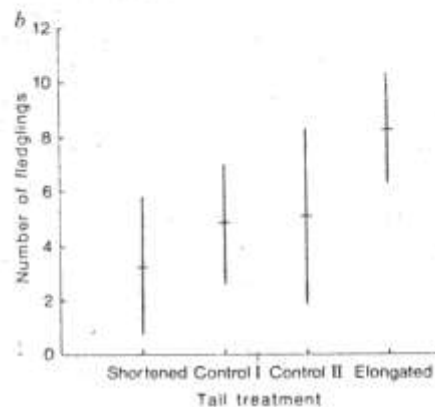
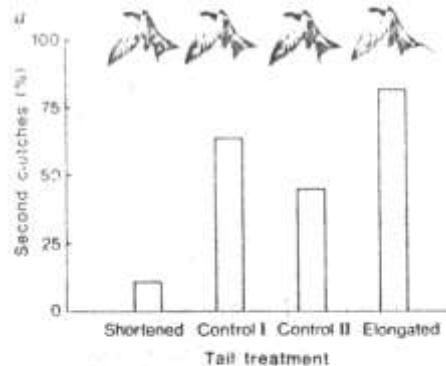
Füsti fecske

- Tojók a hosszabb farok tollú hímeket preferálják
- Tojók a szimmetrikusabb farok tollú hímeket preferálják



Hölgyvadász

Handicap (hátrány) hipotézis



Miért nem hosszú minden hím faroktolla?

A mesterségesen meghosszabbított faroktollú hímeknek rövidebb faroktoll a következő évben, több vedlési hibával – túlélési nehézségek

Csak a legjobb kondícióban lévők engedhetik meg maguknak a hosszú faroktollat.

Nemcsak a toll hossza, hanem a tollak szimmetriája is fontos

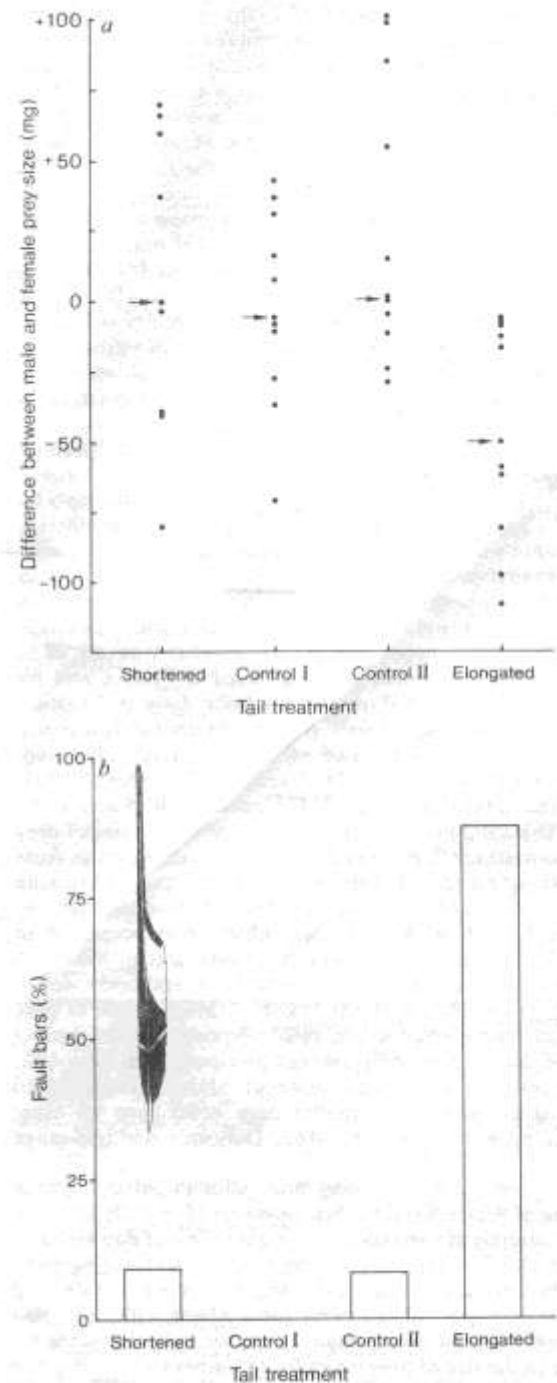


FIG. 1 a, Difference in median prey size (mg) taken by males and their mates to offspring aged 8–12 d in their first brood in relation to tail-size manipulation. Arrows indicate medians for each group. The difference in prey size differed among groups ($F=5.25$, $P<0.01$). The group with elongated tails differed from all other groups ($P<0.02$, Duncan's multiple-range test), whereas other groups did not differ ($P>0.10$). b, Proportion of male swallows having fault bars in their tail and wing feathers in relation to tail-size manipulation during the preceding breeding season. The thin white bar (arrow) on the drawing of the feather represents a fault bar. Sample sizes are 11, 9, 12 and 8 for the four groups. Frequency of males having fault bars differed among groups ($P=3.94 \times 10^{-8}$, Fisher exact probability test). All pairwise comparisons between males with elongated tails and other groups of males were statistically significant ($P<0.01$, Fisher exact probability test), whereas other pairwise comparisons were non-significant ($P>0.10$). c, Change in tail length of male swallows from one year to another as a result of moult in relation to tail-size manipulation during the preceding breeding season. Values are means (horizontal lines), $\pm$ s.d. (vertical bars), and ranges (vertical lines). Sample sizes are 11, 9, 12 and 8 for the four groups. Change in tail length differed among groups ($F=22.29$; $P<0.001$, one-way analysis of variance). The group with elongated tails differed from all other groups ($P<0.01$, Duncan's multiple-range test), whereas all other comparisons were non-significant ($P>0.10$). Tail length did not differ among groups before treatment ($P>0.10$, analysis of variance), but did so after moult ($F=4.41$, $P<0.01$).

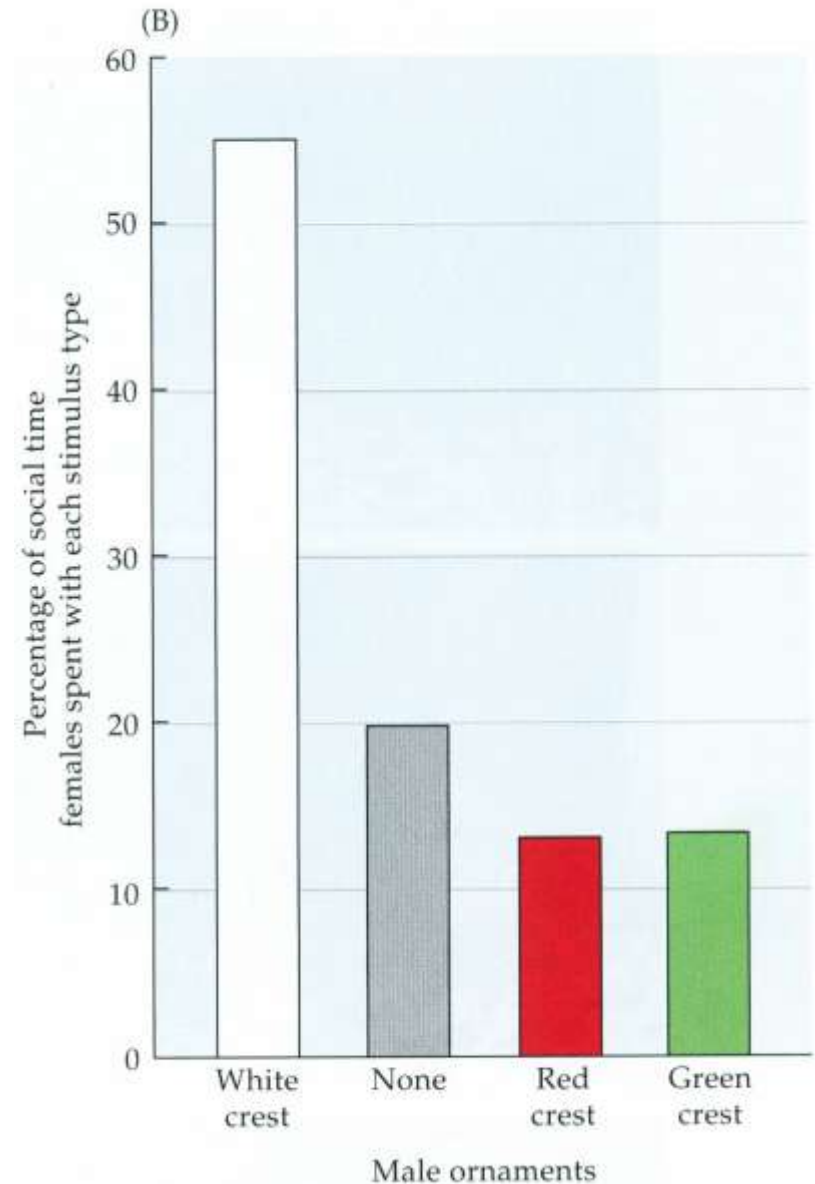
Hímek esélye -> nőstények gyengéjének felderítése (sensory exploitation)

- zebrapinty

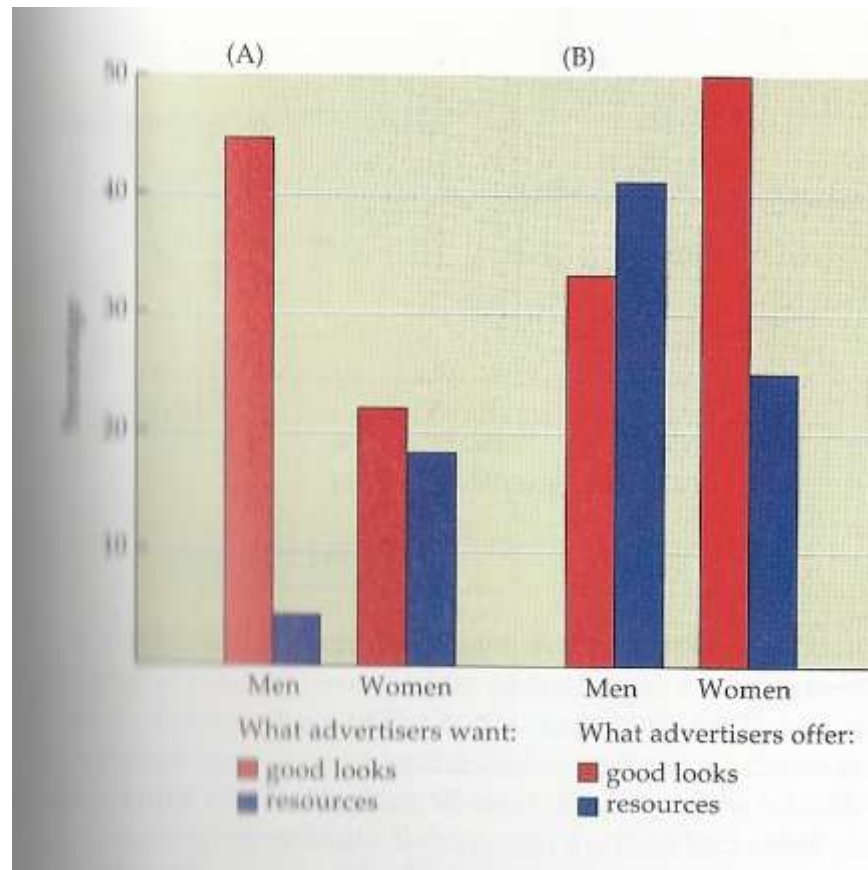


A hímek fejének tetejére ragasztott fehér toll növelte a tojók érdeklődését a párválasztás során.

Sikeresek lehetnek olyan viselkedési/morfológiai jellegek, amelyek vonzóak a másik ivar számára, ezért azok elterjedhetnek.



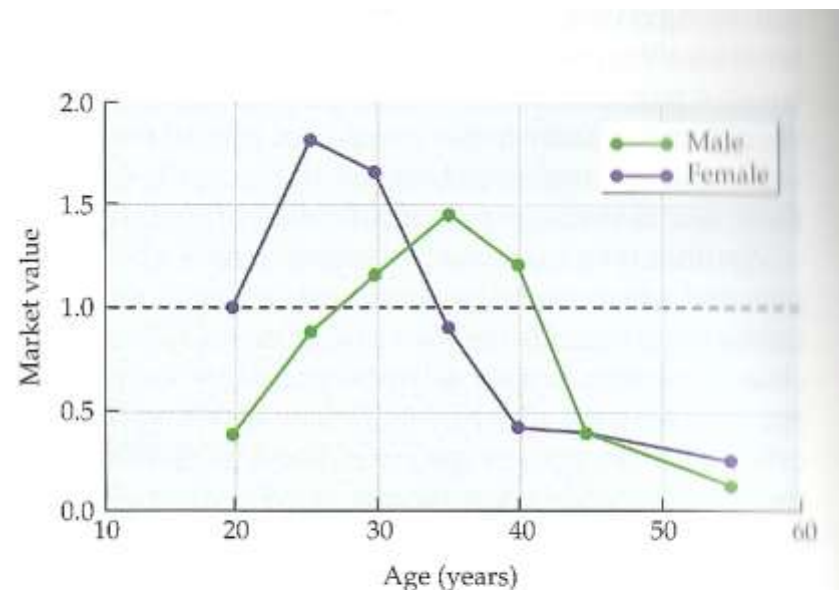
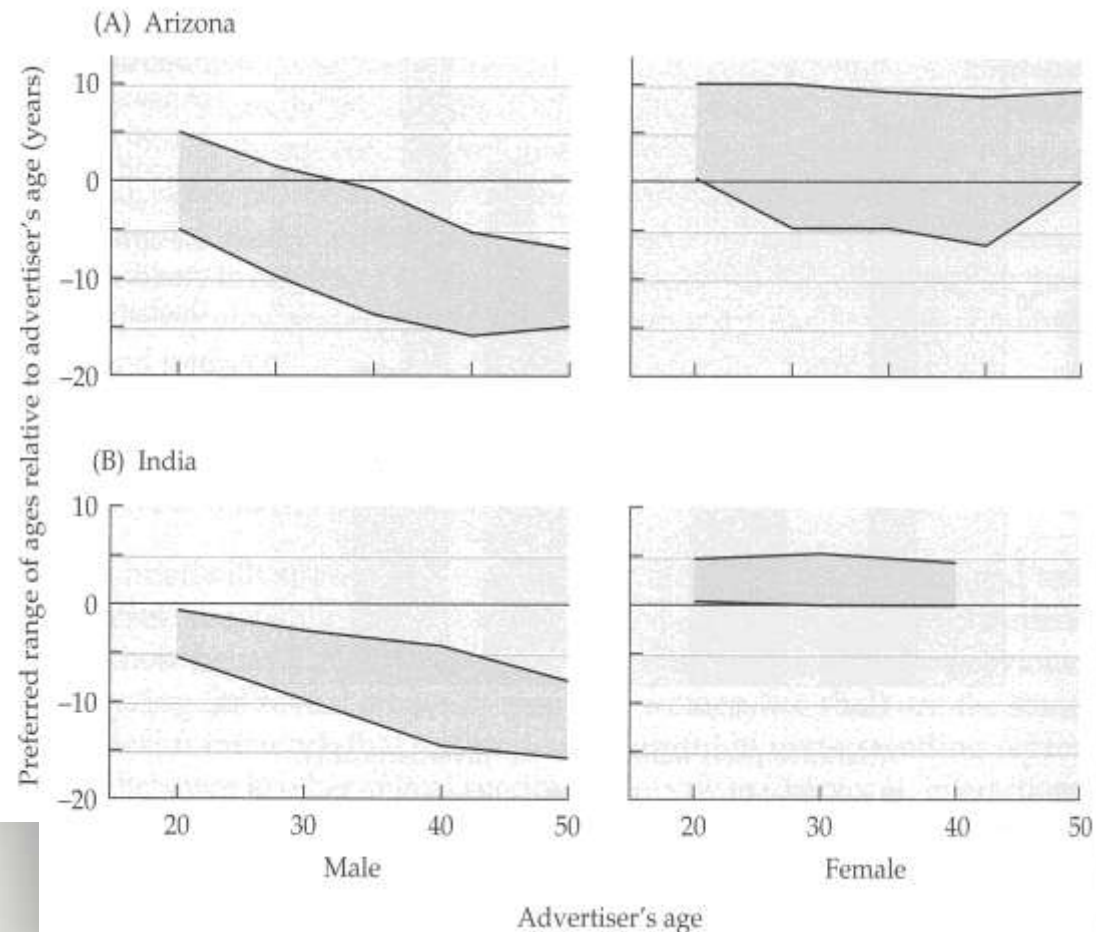
Az ember valami más ???



Az állatvilágban jellemző hím-nőstény szerepektől való eltérés az embernél

Mit várnak el (want) a férfiak (Men) és a nők (Women) a párkeresési hirdetésekben a leendő partnertől (bal oldali két oszlop), milyen tulajdonságaikat emelik ki (offer) magukról (jobb oldali két oszlop)
Piros oszlopok- jó kinézet, Kék oszlopok – jó anyagi körülmények

6 Different cultures show similar mate preferences. Men advertise for younger women and women advertise for older men in both (A) the *Arizona Solo* and (B) the *Times* of New Delhi, India. The advertisers indicated their own age and the maximum and minimum ages they would accept in potential partners. After Kenrick and Keefe [613].

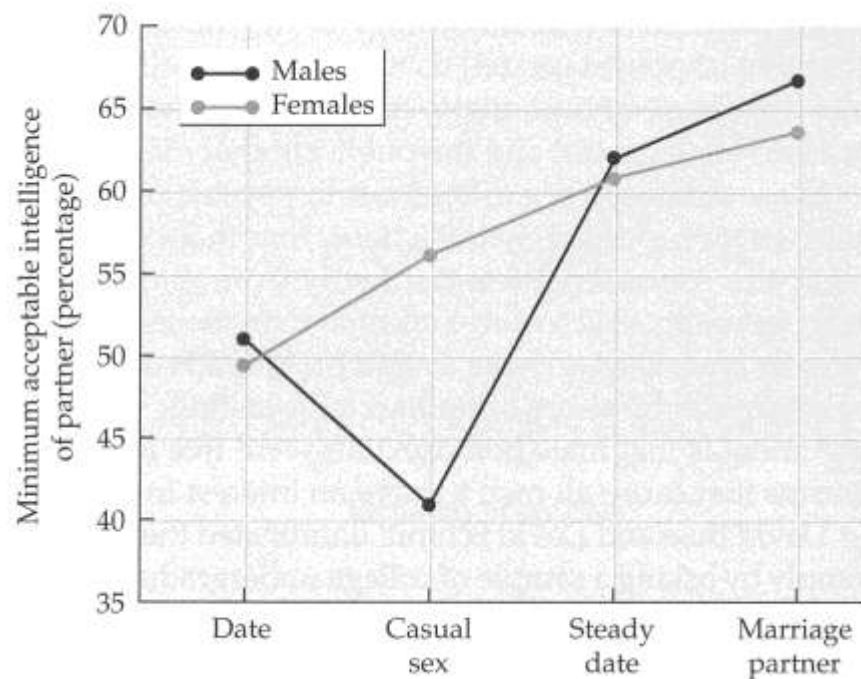


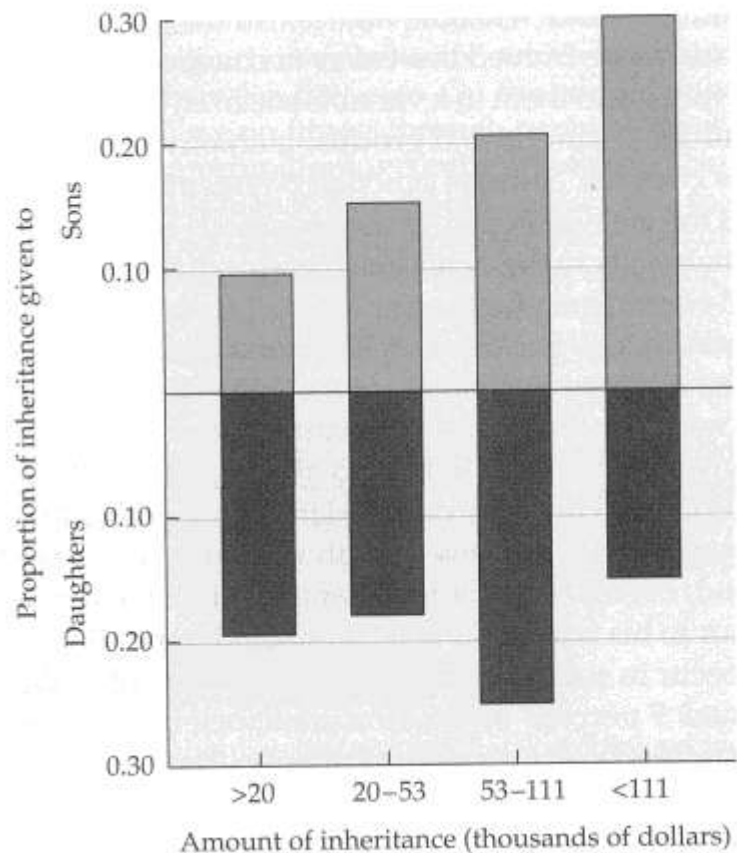
- A férfiak számára mind Arizonában és mind Indiában van preferált korosztály a nőknél – a legtermékenyebb korosztály
- A nők esetében más, idősebb, korosztályú férfiak a preferáltabbak a házassági hirdetések kínálata és kereslete alapján

13 Sex differences in mate selectivity. College men differ from college women in the minimum intelligence that they say they would require in a casual sexual partner. However, men and women have similar standards with respect to the minimum intelligence they say they would require in a marriage partner. After Kenrick et al. [614].

-A férfiak esetében a szexuális partner „intelligenciájával” kapcsolatos elvárások alacsonyok az alkalmi esetekben, de a tartós kapcsolat/házasság esetében a nőkhez hasonlóan „igényesek”

- Az állatvilágban jellemző hím-nőtény szerepektől való eltérés az embernél





24 Inheritance decisions. Wealthy Canadian parents bias their legacies toward their sons, who are more likely than daughters to convert exceptional wealth into exceptional reproductive success. After Smith et al. [1073].

Örökség nagysága befolyásolja, hogy a fiú és lány gyerekek miként részesülnek az örökségből- kanadai adatok alapján

Az állatvilágban gyakori, hogy a vonzó hímmel párbaálló nőstények utódai között nagyobb arányban vannak hímek, mint nőstények, a hím utódok több gondoskodást kapnak.

Ivadékgondozás

Szülői ráfordítás: A szülő minden olyan ráfordítása az utódjára, amely növeli annak túlélési esélyét, ugyanakkor más utód rovására történik.

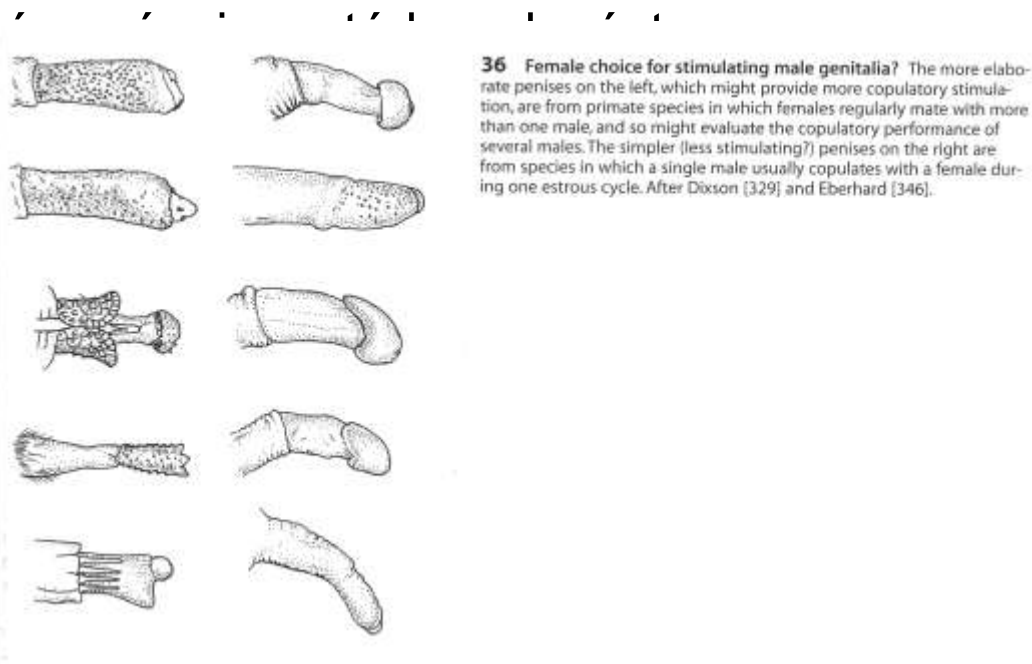
Monogámia – szociális monogámia -> mindkét ivar részt vesz az utódok gondozásában

Poligínia -> csak/döntően a nőstény

Poliandria -> csak/döntően a hím

Promiszkuitás -> a fajon belül változó
megtalálható

Ember -> Szociális monogámia



Fajok közötti kapcsolatok, Niche elmélet, kompetíciós modellek

Fajok közötti kölcsönhatások

A fajok populációi más fajok populációival együtt létezhetnek, a közöttük lévő kölcsönhatások:

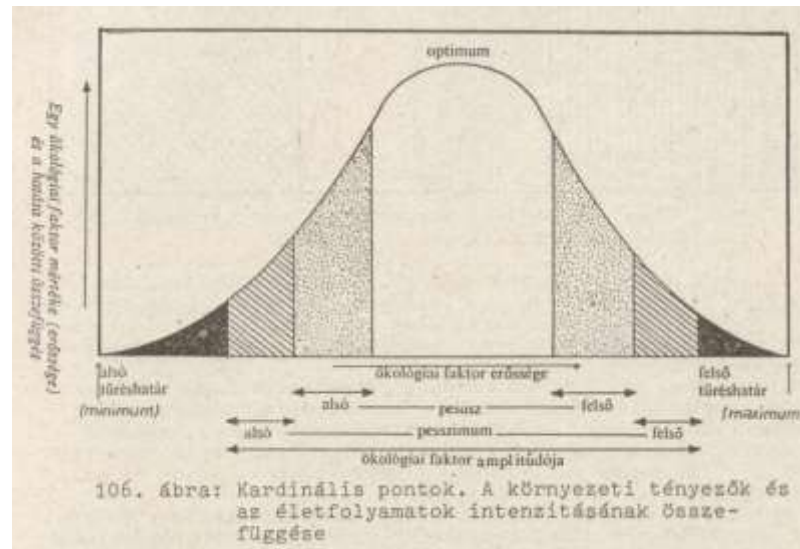
- Versengés/Kompetíció	- / -
- Predáció	+/-
- Kommenzalizmus,	+/0
- Amenzalizmus, allelopátia	0/-
- Mutualizmus	+/+
- Neutralizmus	0/0



Közösségek szerveződése. Niche elmélet alapjai.

Kompetíciós modellek.

- Életfeltételek és források, amelyek az elterjedést és abundanciát befolyásolják
 - Életfeltételek, amelyek elérhetőségét az élőlény általában nem tud befolyásolni: pl. hőmérséklet, nedvességtartalom, talaj és víz pH értéke, sótartalom, szennyezések
 - Források: bármi, aminek mennyisége csökkenthető, azaz „elfogyasztható” egy élőlény által



FORRÁSOK

Napsugárzás

Szervetlen anyagok

CO₂

ásványi anyagok

Oxigén

más szervezetek

N tartalom

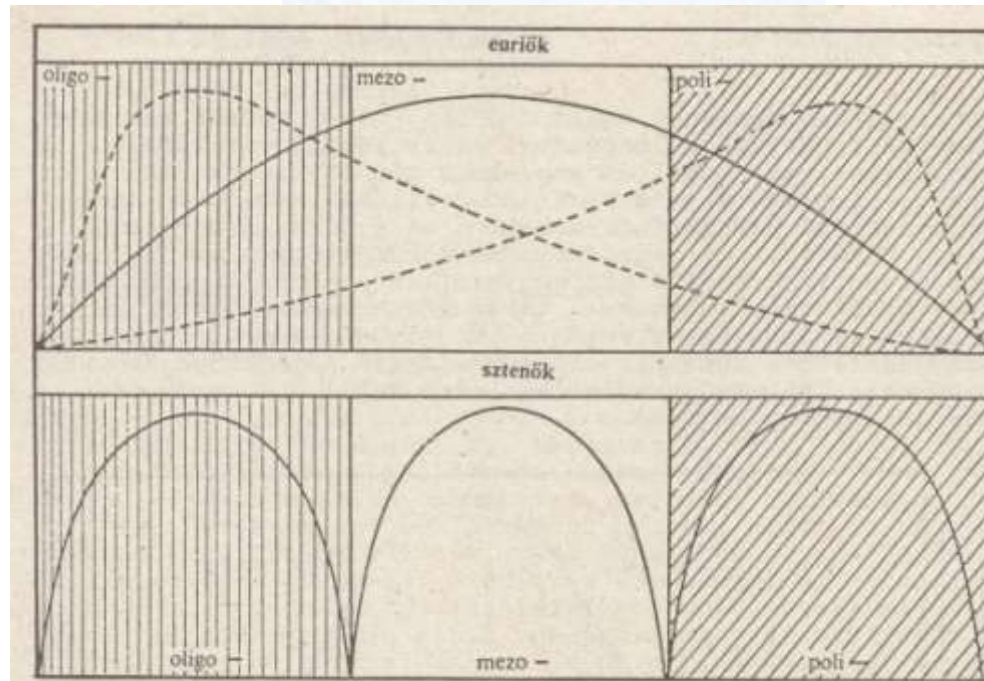
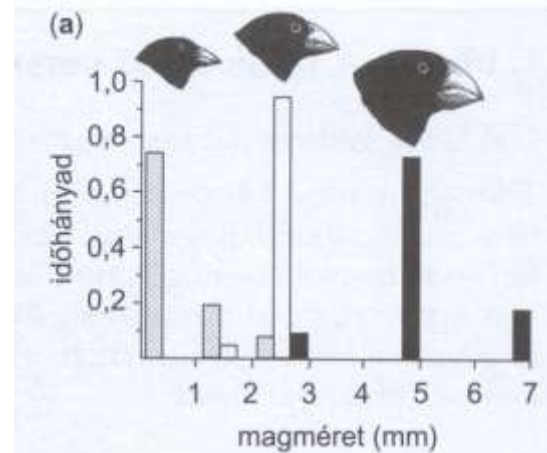
Odúk

magok

.....stb,

források osztályozása

- esszenciális
- helyettesíthető
 - teljesen mértékben helyettesítő
 - kiegészítő
 - antagonisták
 - gátló



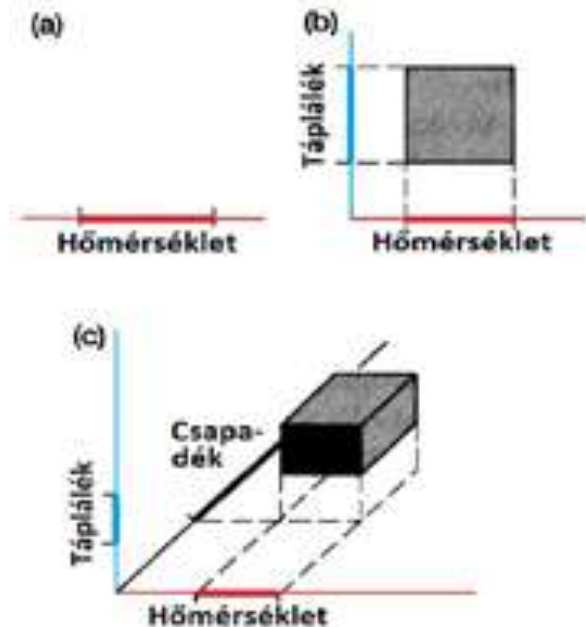
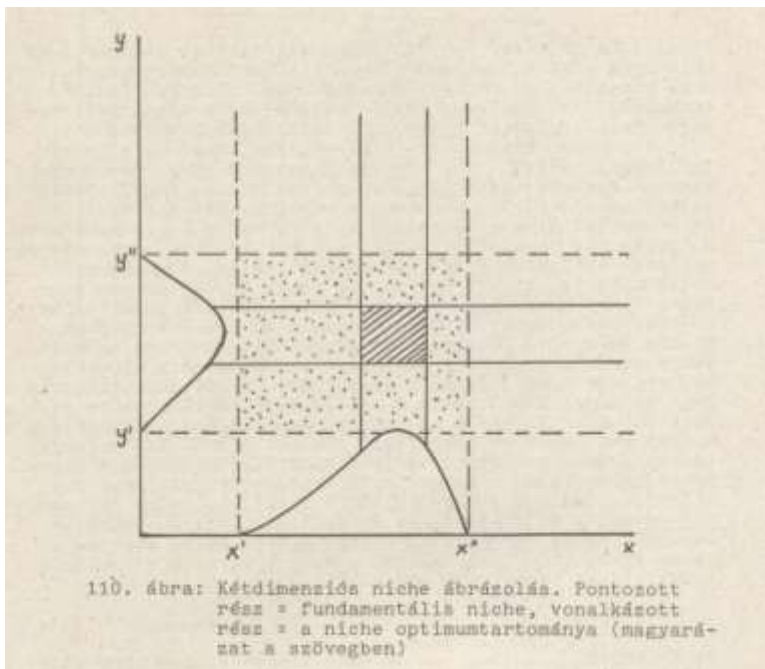
107. ábra: Az élőlények csoportosítása tűréshatárjuk szerint (Wurmbach nyomán)

Niche

A populációknak/fajoknak nagyszámú (N) forrásra van szüksége a fennmaradáshoz

Niche: N dimenziós hipertér, amelyben az adott populáció/faj előfordul (Hutchinson)

- Fundamentális niche, az N dimenziós térnek az a része, ahol az adott faj/populáció életlehetősége biztosított

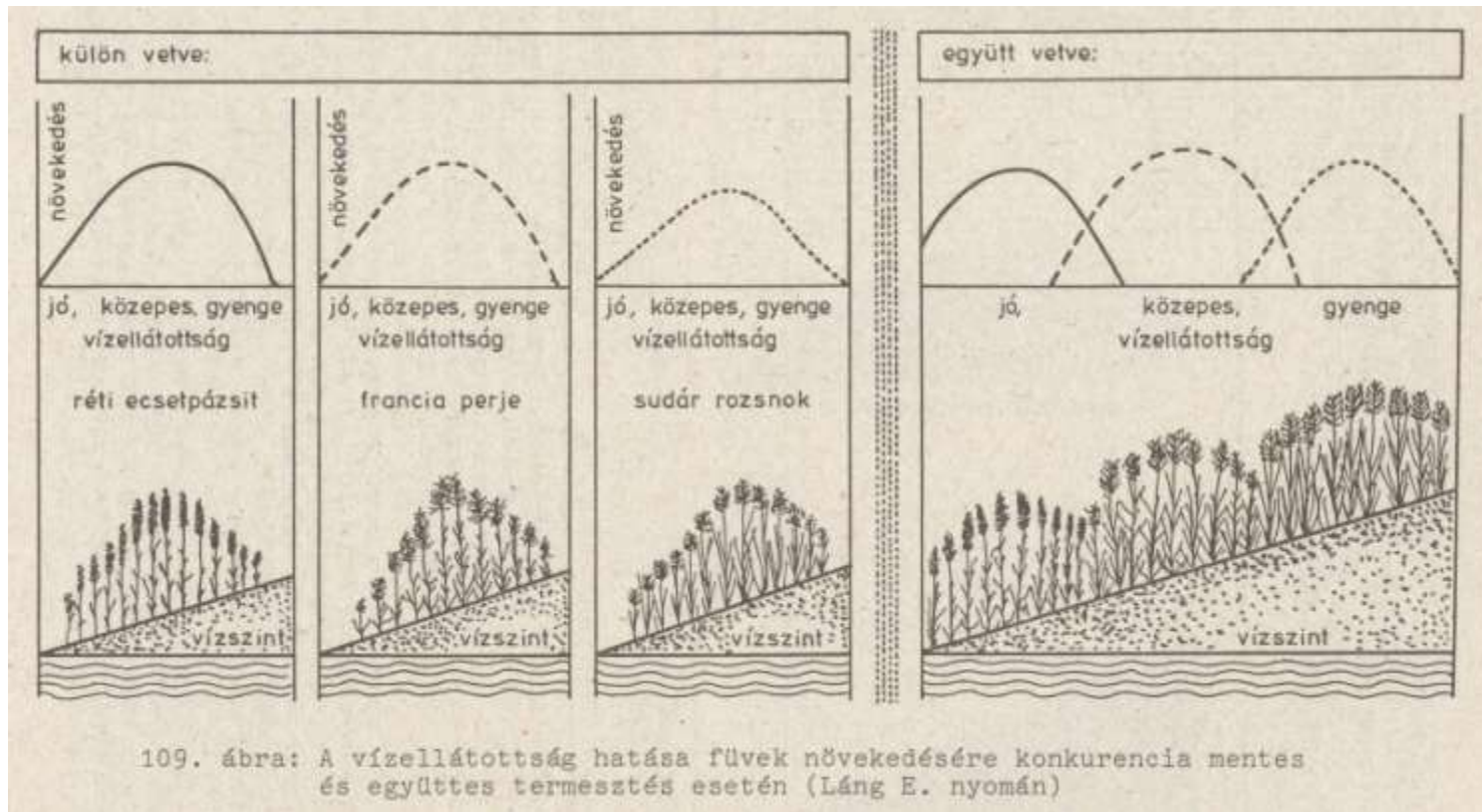


- Realizált niche, az N dimenziós térnek az a része, ahol az adott faj/populáció ténylegesen előfordul

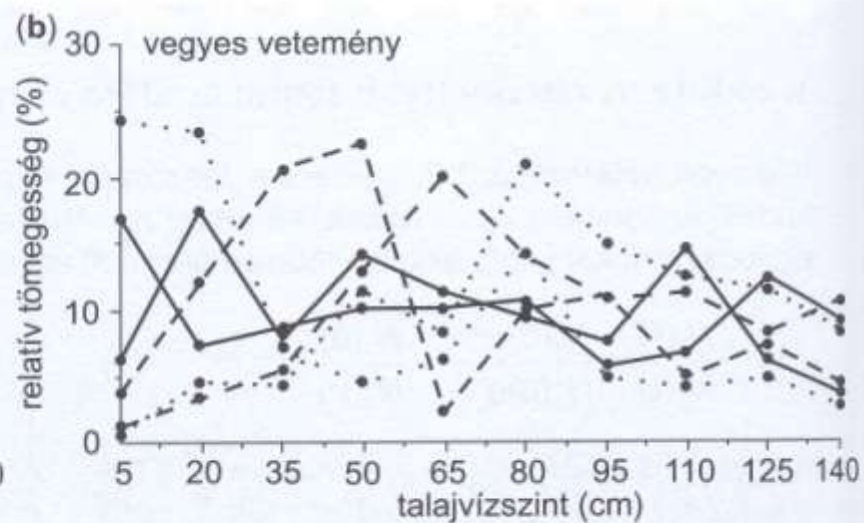
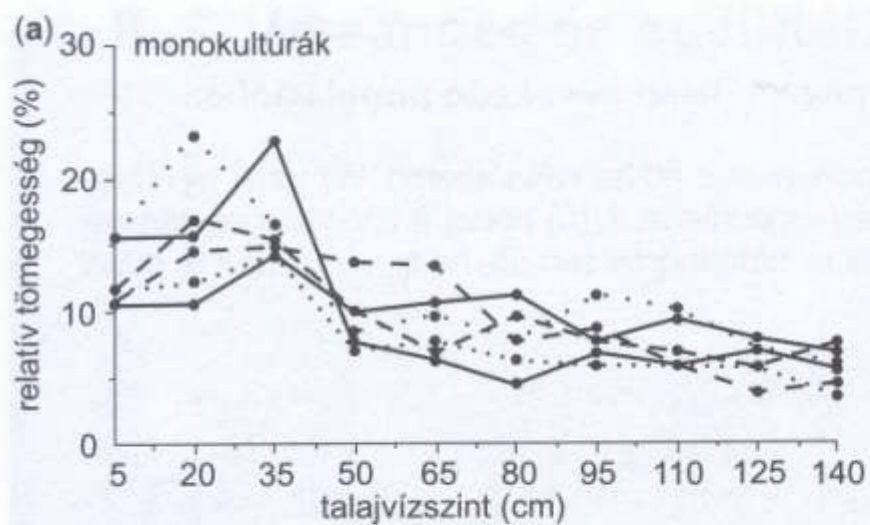
Niche

Niche: N dimenziós hipertér, amelyben az adott populáció/faj előfordul

- Fundamentális niche, az N dimenziós térnek az a része, ahol az adott faj/populáció életlehetősége biztosított



- Realizált niche, az N dimenziós térnek az a része, ahol az adott faj/populáció ténylegesen előfordul

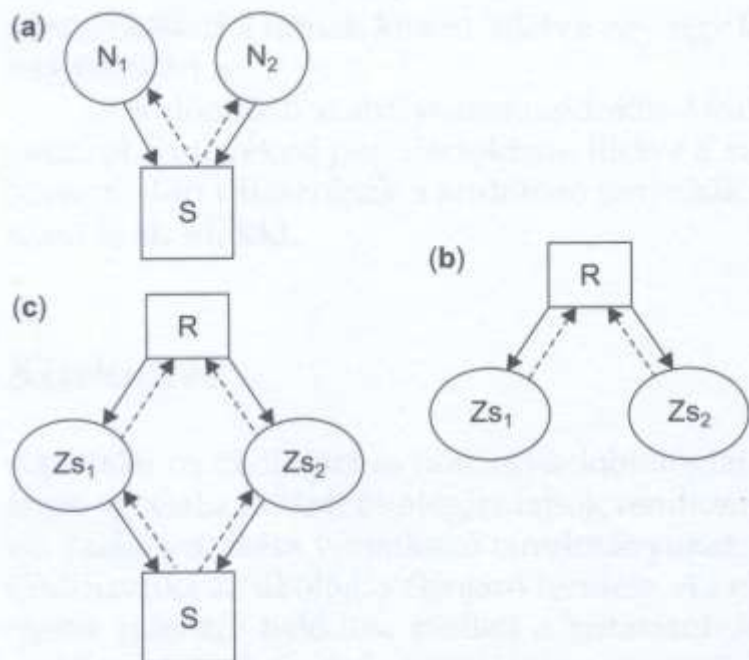


4. ábra Hat, réteken előforduló lágyszárú növényfaj relatív tömegessége (%) a talajvízszint függvényében (a) monokultúrában, illetve (b) a hat faj vegyes veteményében (SILVERTOWN és CHARLESWORTH 2001).

Versengés - kompetíció

- fajon belüli, denzitás függés
lásd. logisztikus növekedés

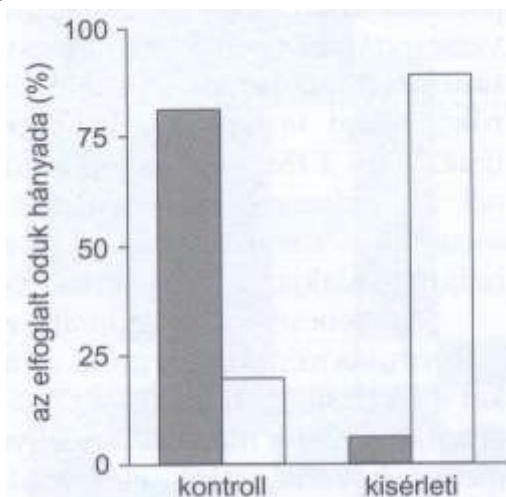
- fajok közötti



1. ábra A versengés fajtái. (a) Két növénypopuláció (N_1 , N_2) egy tápanyagért (S) verseng, (b) két zsákmánypopuláció (Zs_1 , Zs_2) egy ragadozóval (R) szemben verseng a fennmaradásért, (c) egy ragadozó (R) és egy táplálék (S) szabályoz két populációt. $\longrightarrow$ hatás $\dashrightarrow$ érzékenység.

Közvetlen, beavatkozó komp. (contest)
Közvetett, forrás komp. (scramble)

Versengéses kiszorítás



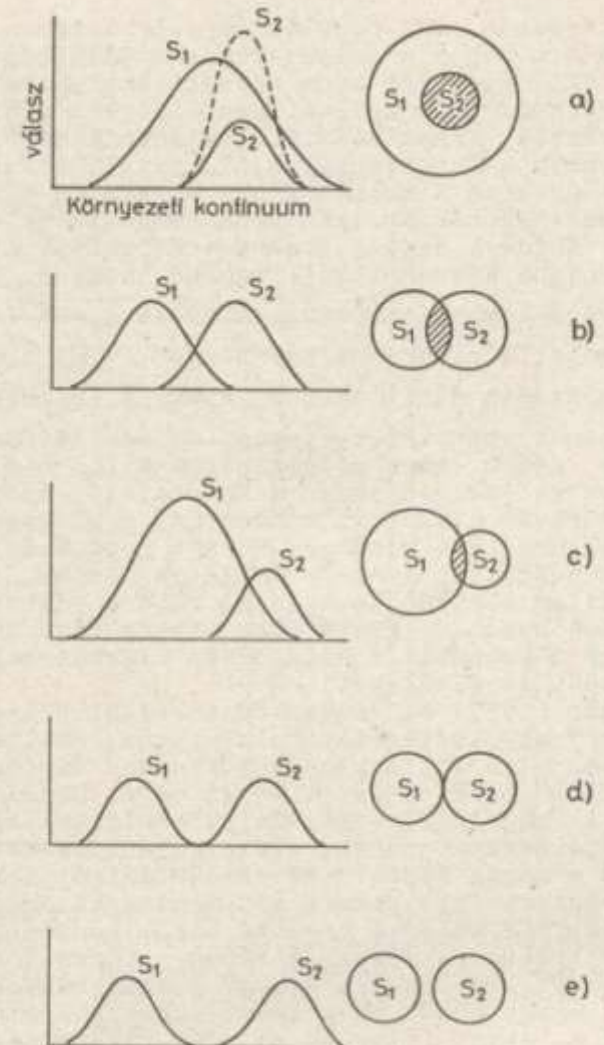
3. ábra Versengés az odúkért. Egyes odutelepeken csökkentették a széncinkék (*Parus major*) és a kékcinkék (*P. caeruleus*) számát (szürke oszlopok). Ennek hatására növekedett az örvös légykapók (*Ficedula hypoleuca*) által elfoglalt odúk száma (fehér oszlop) (GUSTAFFSON 1988).

Két faj populációja hasonló forrásokat használ, akkor a niche-ük átfedésbe kerül

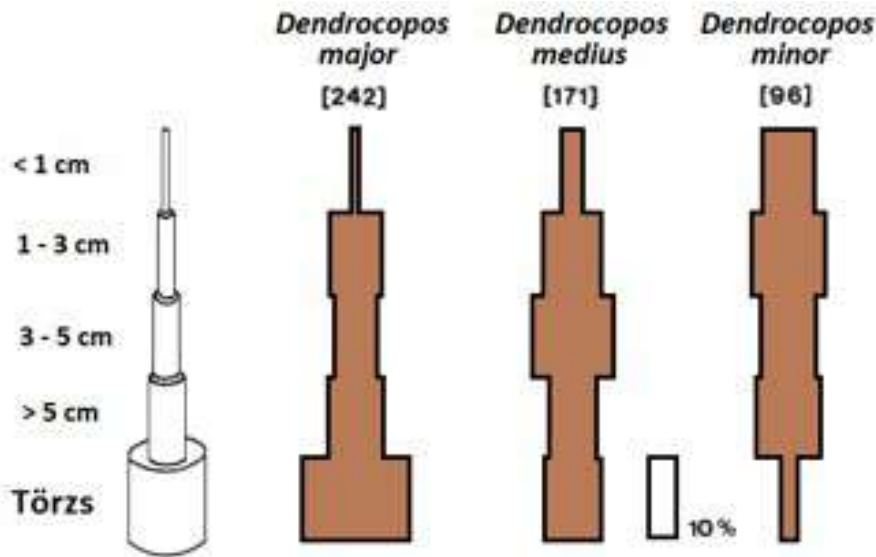
A niche átfedés mértéke a két populáció közötti versengés mértékét jelezheti

Jelentős mértékű niche átfedés, versengés esetén: 1-niche elkülönülés/szegregálódás következik be vagy 2-a kevésbé „versenyképes” faj nem fog tudni együttélni

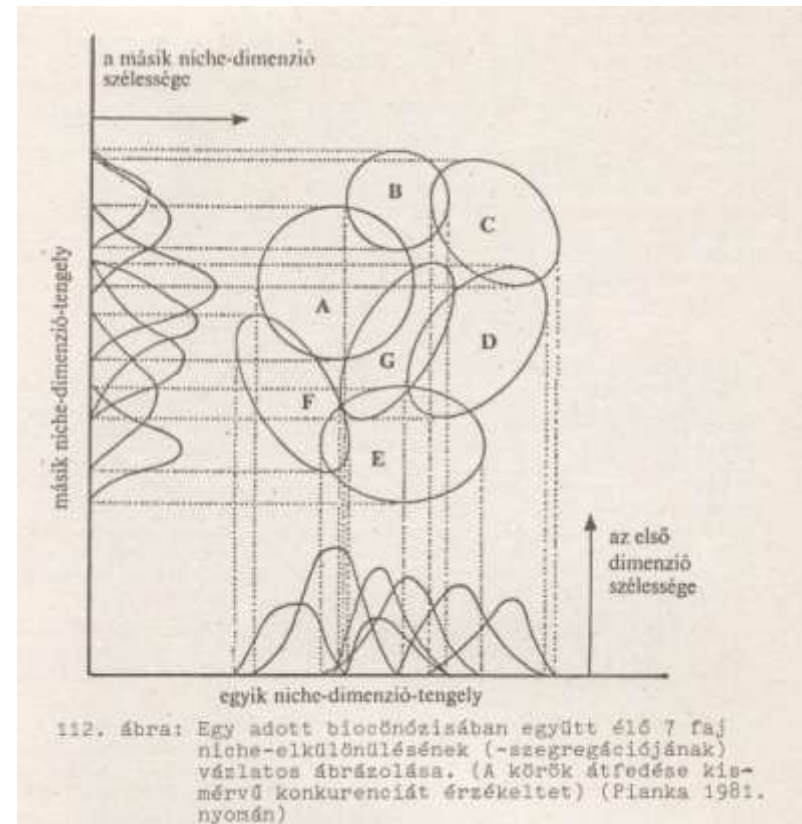
Amennyiben olyan források használatában van hasonlóság - niche átfedés - amelyek nem vagy kismértékben szabályozzák a populációk növekedését -> nincs jelentős versengés, niche átfedés lehet

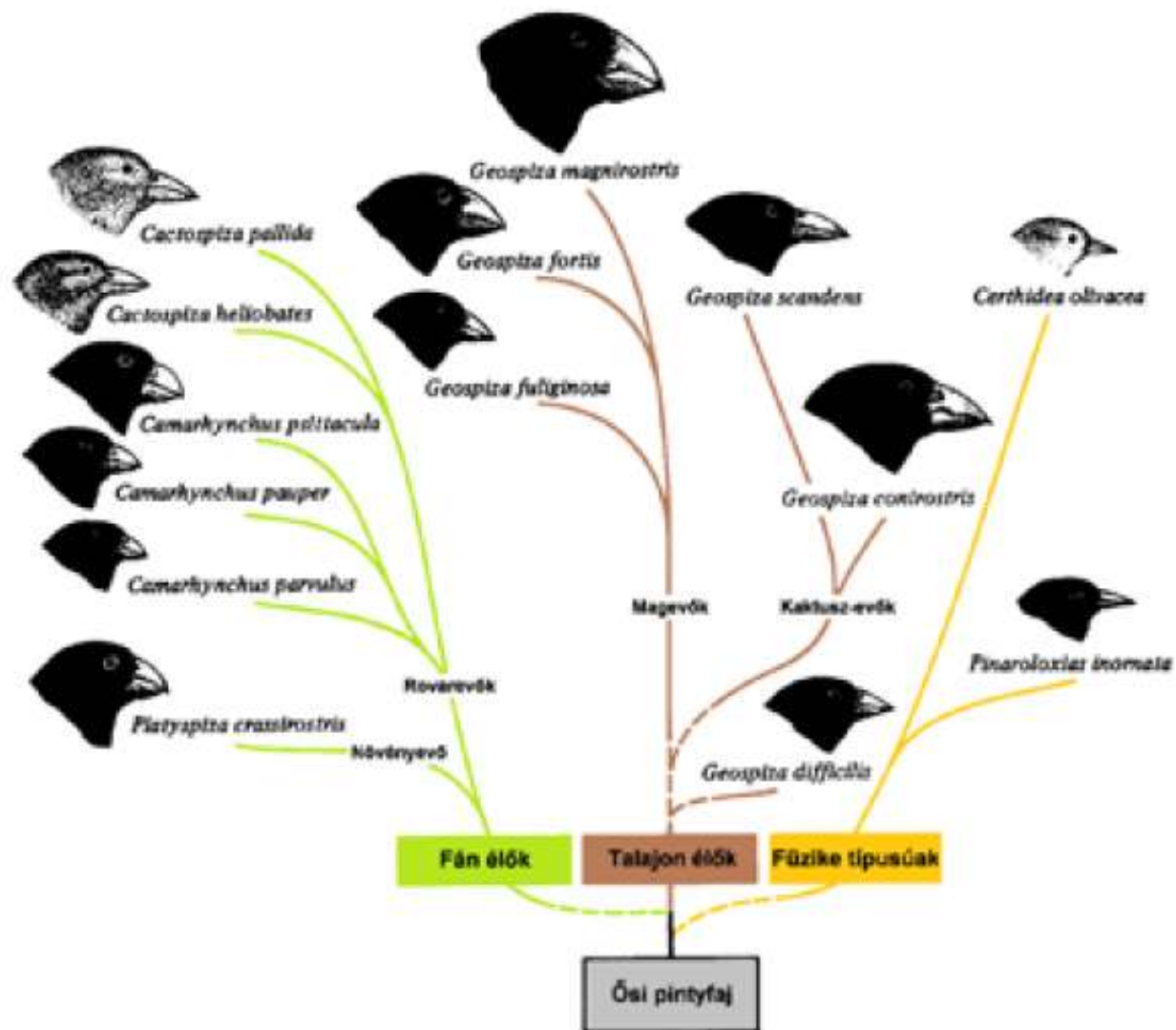


111. ábra: Két populáció (S_1 és S_2) lehetséges niche-relációi. a) bezárt niche, b) azonos szélességű fedő nichek, c) nem egyenlő szélességű fedő nichek, d) érintkező, e) diszjunkt niche (Pianka nyomán)



Három fakopáncsfaj táplálékkeresési helyeinek százalékos eloszlása egy hazai tölgyeerdőben a szaporodási időszak alatt. Bal oldalon a farészek vastagsága, középen keresési helyek százalékos eloszlása, felül a fajnevek alatt a mintaszám látható.





2/16. ábra. Példa a niche-felosztásra: adaptív radiáció a Galápagos-szigeteken élő Darwin-pintyek esetében. A szigetek limitált, de heterogén forrástípusokat kínáló jellege alakította ki a három nagy fajcsoport csőralakját. A csőralak tükrözi a táplálék típusát [Pianka (1988) nyomán módosítva].

Mi befolyásolja, hogy mely fajok élnek együtt?

Magevő Darwin pintyek a Galapagos szigeten (6 faj)

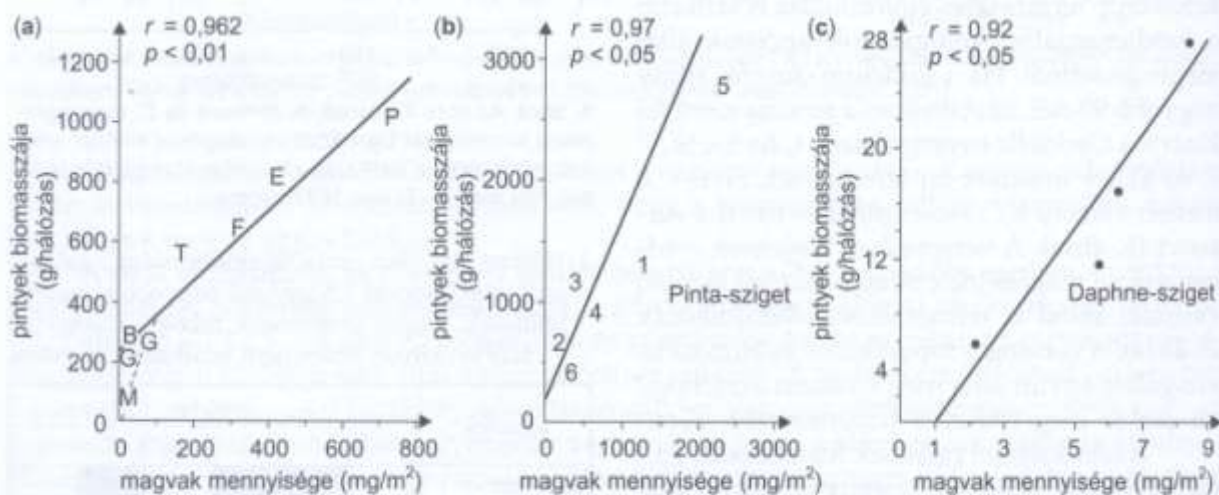
- Nem véletlenszerű az egy szigeten együtt élő pintyfajok közössége
- A versenytársak jelenléte megakadályozhatja egy-egy faj előfordulását egy-egy élőhelyen

1. táblázat Hat földi pinty faj előfordulása a galapagos szigetcsoport 1,5 km²-nél nagyobb szigetein. Jelölések: *: talán szaporodik, fekete: szaporodik, szürke: kihalt, fehér: nem található a szigeten.

Szigetek	pintyfaj					
	1	2	3	4	5	6
Seymour						
Balra						
Isabela						
Fernandina						
Santiago						
Rábida						
Pinzón					*	
Santa Cruz						
Santa Fé						
San Cristóbal						
Espanola						
Floreana						
Genovesa						
Marchena						
Pinta						
Darwin						
Wolf						

2. táblázat A lehetséges és a megfigyelt (*Geospiza*) fajkombinációk összevetése.

Fajszám/sziget	Lehetséges kombinációk száma	Szigetek száma	A megfigyelt kombinációk száma	<i>p</i>
5	6	6	1	< 0,001
4	15	5	2	0,004
3	20	4	2	0,017
2	15	7	4	0,072
1	6	10	1	< 0,001



7. ábra Az ehető magvak mennyisége és a földipintyek (*Geospiza*) biomasszája (a) a száraz időszak végén 7 szigeten, (b) egy szigeten belül egy magassági transzekt mentén 6 helyen, illetve (c) egy-egy élőhelyen különböző években. Az ábrákon a korreláció (*r*) nagysága és az elsőfajú hiba (*p*) látható. (GRANT 1999 nyomán).

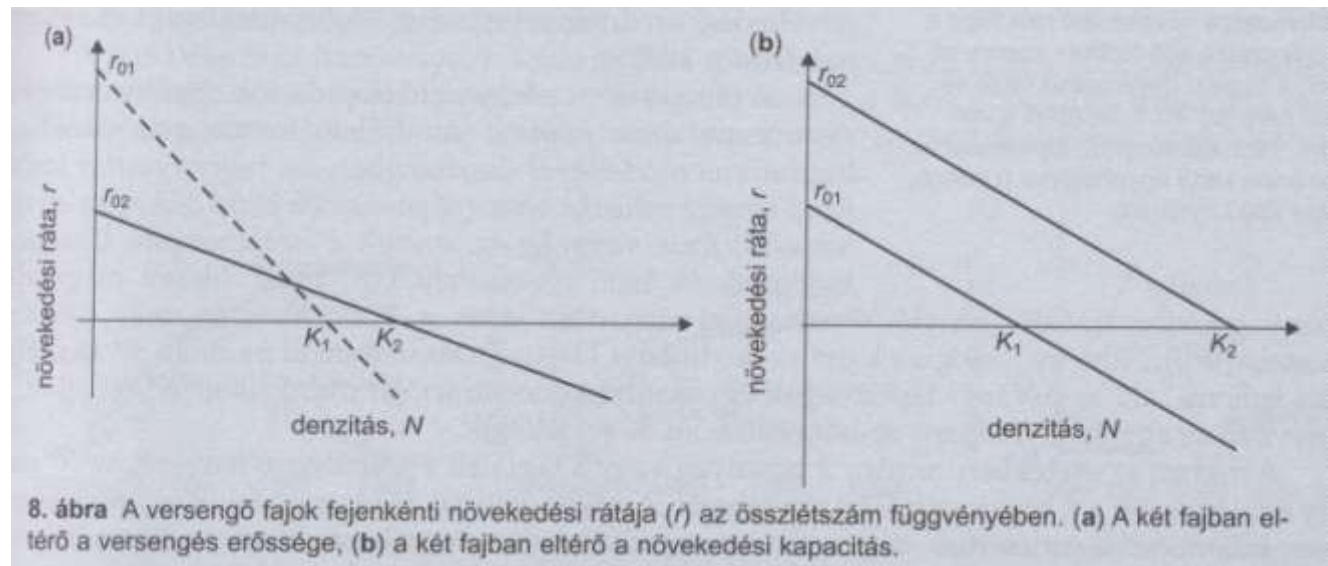
1. faj: *G. magnirostris*, 2. faj: *G. fortis*, 3. faj: *G. fuliginosa*, 4. faj: *G. difficilis*, 5. faj: *G. scandens*, 6. faj: *G. conirostris*.

Verseny egyetlen szabályozó tényező esetén

Ha két faj verseng, amelyek egyedszámát egyetlen közös szabályozó tényező befolyásolja akkor a

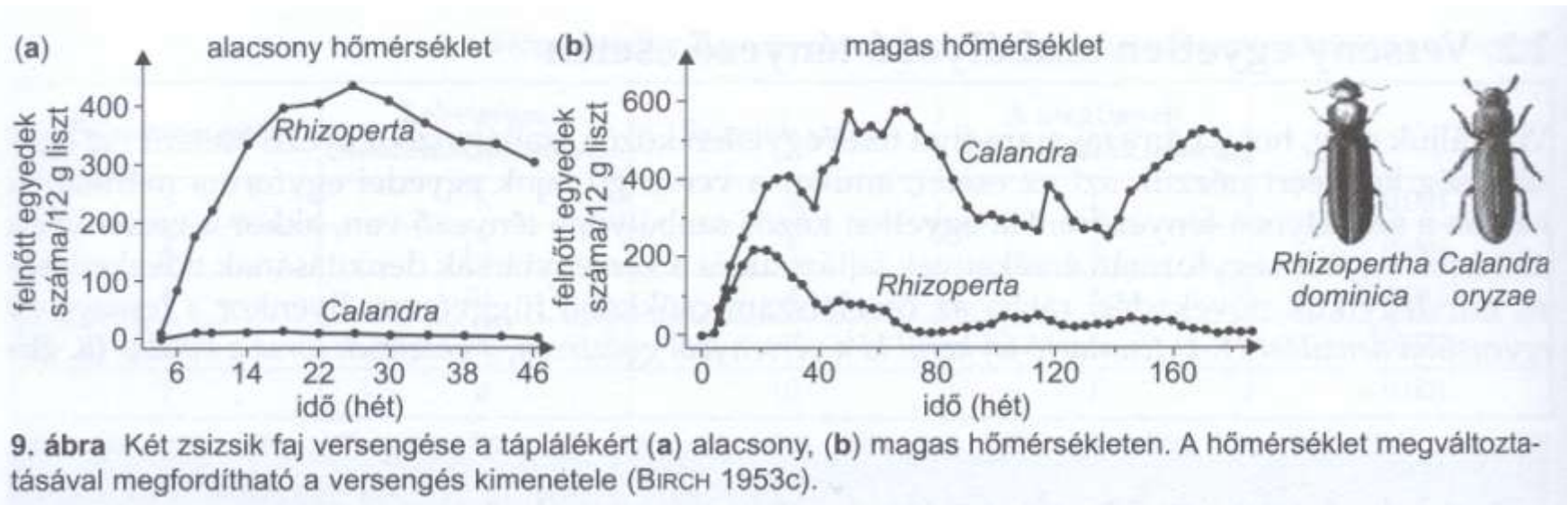
Legnagyobb egyensúlyi denzitást (K) fenntartó faj kerül ki győztesen.

Egyetlen szabályozó tényező mellett versengő populációk közül csak egy marad fenn.

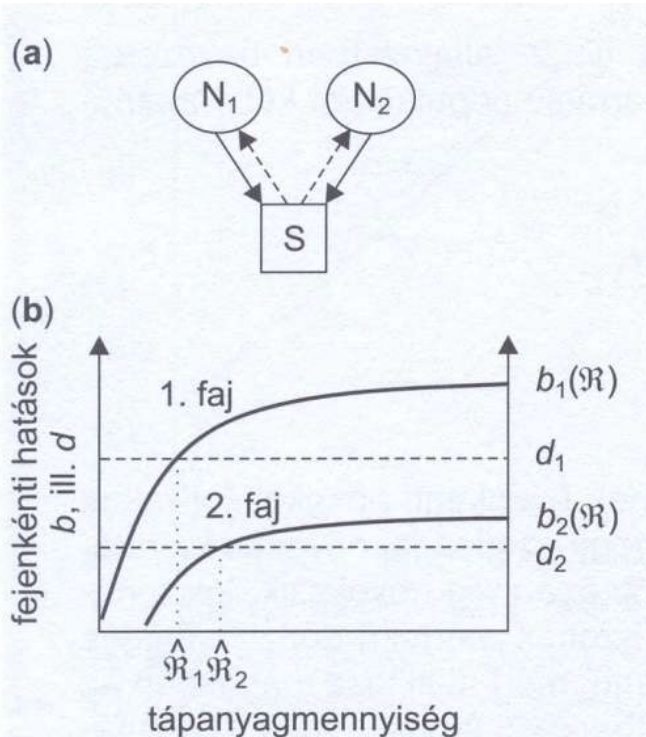


Versengés kimenetele környezet függő

Zsizsikek esetében a hőmérséklet befolyásolta, hogy melyik faj marad meg



Versengés kimenetele forrás hasznosítás hatékonyságától függő



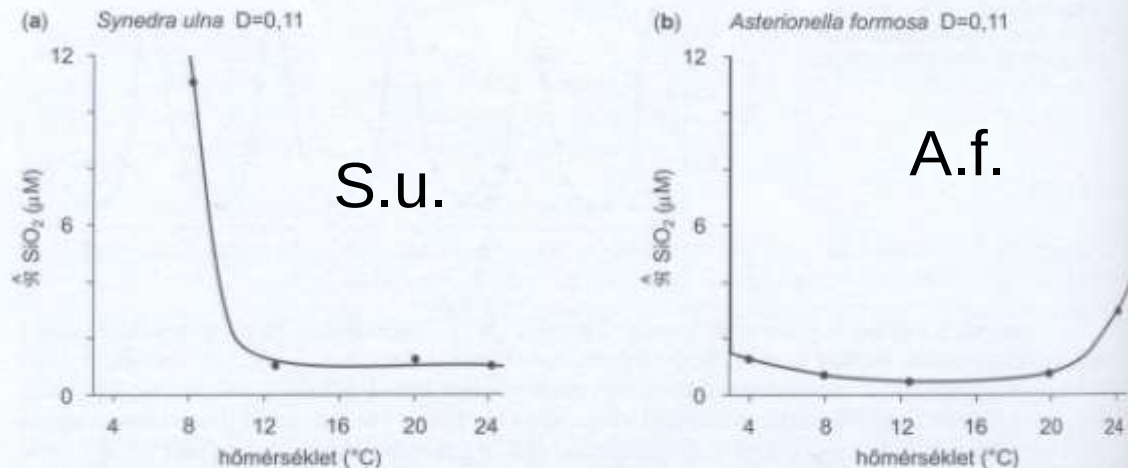
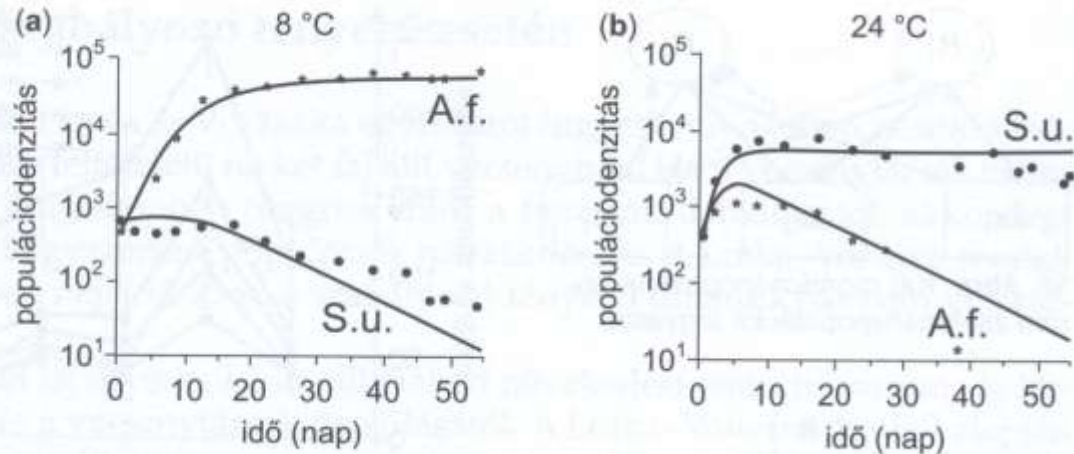
Egyetlen szabályozó tényezőért versengő populációk közül az marad meg, amely a legalacsonyabb tápanyag koncentráción kerül egyensúlyba.

10. ábra Közös tápanyagért folytatott versengés (exploitatív kompetíció) sémája (a). A bemutatott esetben a relatív biomassa növekedési ráta függ a rendelkezésre álló táplálék mennyiségétől, a fogyasztási (halálozási) ráták viszont nem (b). Az 1. faj nyeri a versenyt, mert alacsonyabb táplálékkoncentráción kerül egyensúlyba (LEIBOLD, CHASE 2003 nyomán).

Versengés kimenetele környezet függő

Kovamoszatok esetében alacsony hőmérséklet esetén (8 °C) az *Asterionella formosa* (A.f.) marad meg, míg magas hőmérséklet esetén (24 °C) a *Synedra ulna* (S.u.) mivel az egyensúlyi tápanyag koncentráció változik a két fajnál a hőmérséklet függvényében.

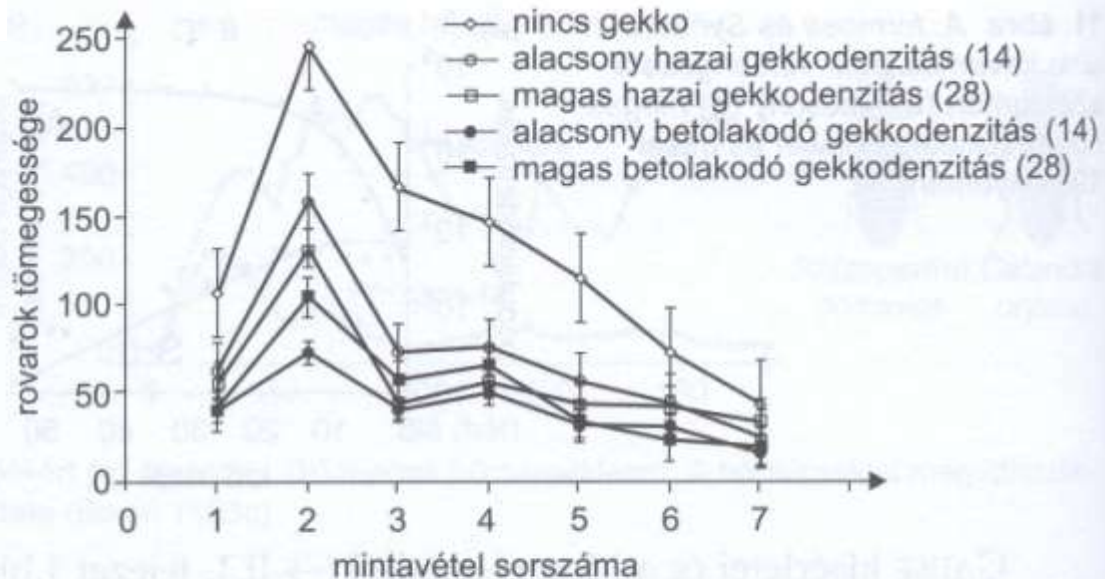
11. ábra *A. formosa* és *Synedra ulna* kovamoszatok versengése a szilíciumért (a) alacsony (b) magas hőmérsékleten (TILMAN és mtsai 1981 nyomán).



18. ábra A *S. ulna* (a) és *A. formosa* (b) kovamoszat-tenyészetek egyensúlyi szilícium-dioxid-koncentrációja (μM izoklinája) különböző hőmérsékleteken. Egy-egy pont két monokultúrában mért koncentráció átlaga (TILMAN és mtsai 1981).

Versengés kimenetele a táplálkozási hatékonyságtól függő esetekben

A betolakodó gekkófaj (*Hemigdactylus frenatus*) több rovarot fogyaszt el egységnyi idő alatt a hazai (USA keleti parti területén) gekkófajhoz (*Lepidodactylus lugubris*) képest és így kiszorítja azt a versengésben

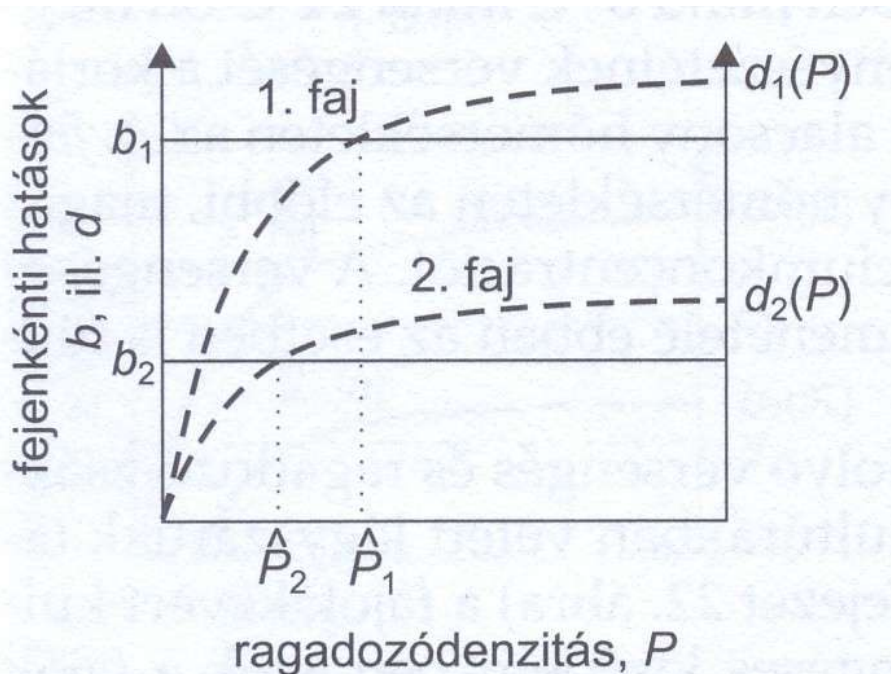
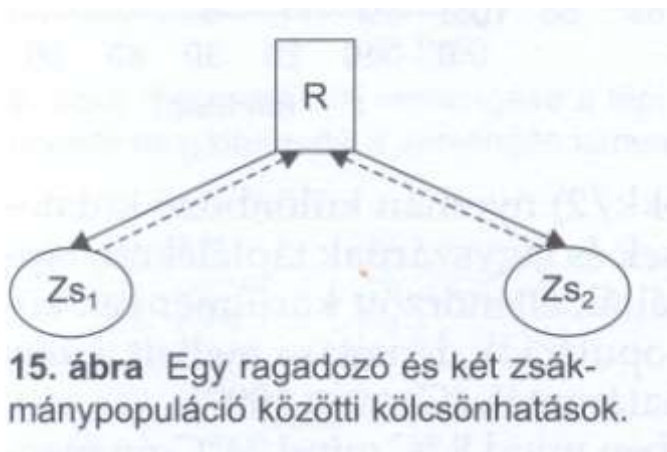


14. ábra A rovarok tömegességének időbeli alakulása a kísérleti hangárakban elhelyezett két gekkófaj ötféle denzitásának függvényében. Minden pont négy azonos kezelés átlaga, a bajuszok hossza az átlag szórását jelöli. A jelmagyarázatban szereplő számok az egyedszámokat jelölik (PETREN és CASE 1996 nyomán).



Versengés kimenetele a ragadozó/parazita elkerülési hatékonyságtól függő esetekben

Ugyanazon ragadozó faj által szabályozott két zsákmány populáció közül az marad fenn, amelyik magasabb ragadozó sűrűségei eléri az egyensúlyi egyedszámot - látszólagos versengés



Verseny több közös szabályozó tényező esetén

Lotka-Volterra-féle kompetíciós modell

A versenytárs fajok növekedési rátái egymás denzitásától másképpen függenek, mint a fajtársak denzitásától (legalább két közös szabályozó tényező van)

1. Faj növekedési egyenlete

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \frac{(K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2)}{K_1}$$

2. Faj növekedési egyenlete

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \frac{(K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1)}{K_2}$$

α_{12}, α_{21} : kompetíciós együthetők, interspecifikus (fajok közötti) versengés mértéke az intraspecifikus (fajon belüli) versengéshez képest

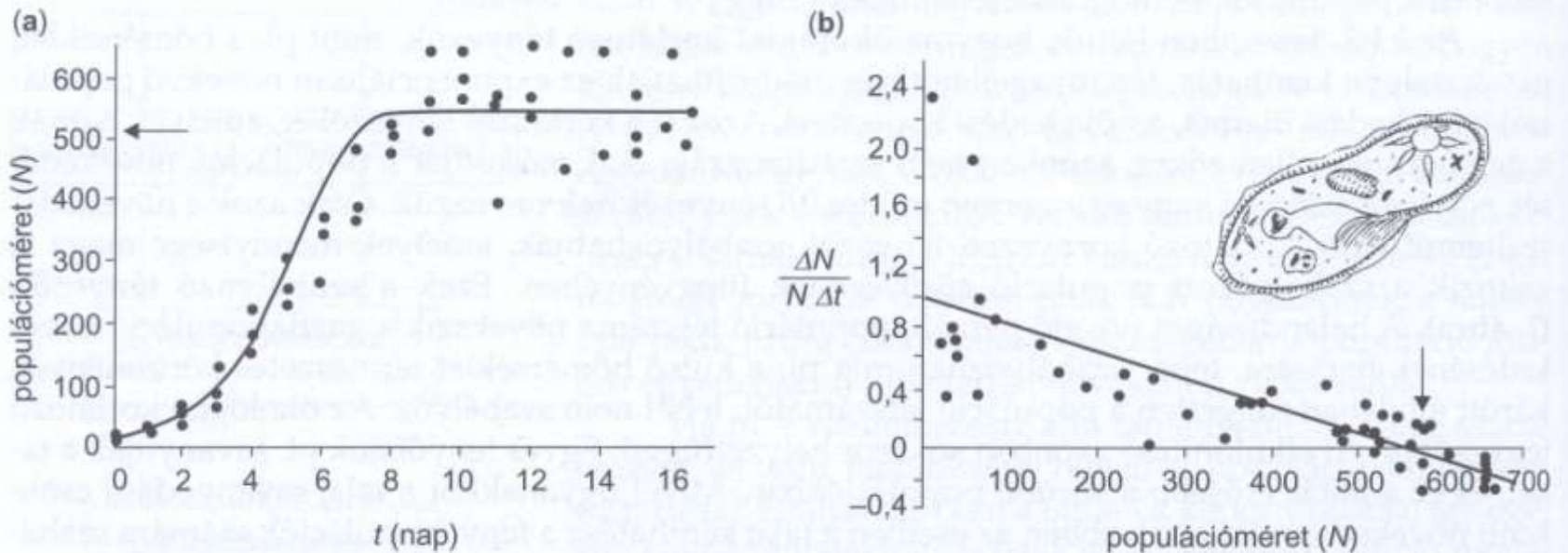
Ahol: N_2 darab 2. faj egyed $\rightarrow \alpha_{12} \cdot N_2$ darab 1. fajú egyednek felel meg

N_1 darab 1. faj egyed $\rightarrow \alpha_{21} \cdot N_1$ darab 2. fajú egyednek felel meg

Logisztikus modell

$$\frac{dN}{dt} = r_0 \cdot N \cdot \frac{K - N}{K}$$

Ahol K: a környezet eltartó képessége



8. ábra A papucsállatka (*Paramecium aurelia*) populáció logisztikus növekedési görbéje. (a) A sejtszám időbeli változása. (b) A sejtenkénti növekedési ráta lineárisan csökken az egyedszámmal. Mindkét ábrán látható, hogy az egyensúlyi denzitás 552 körül van (GAUSE 1934 nyomán, CASE 2000).

Két faj együttélésének modellezése

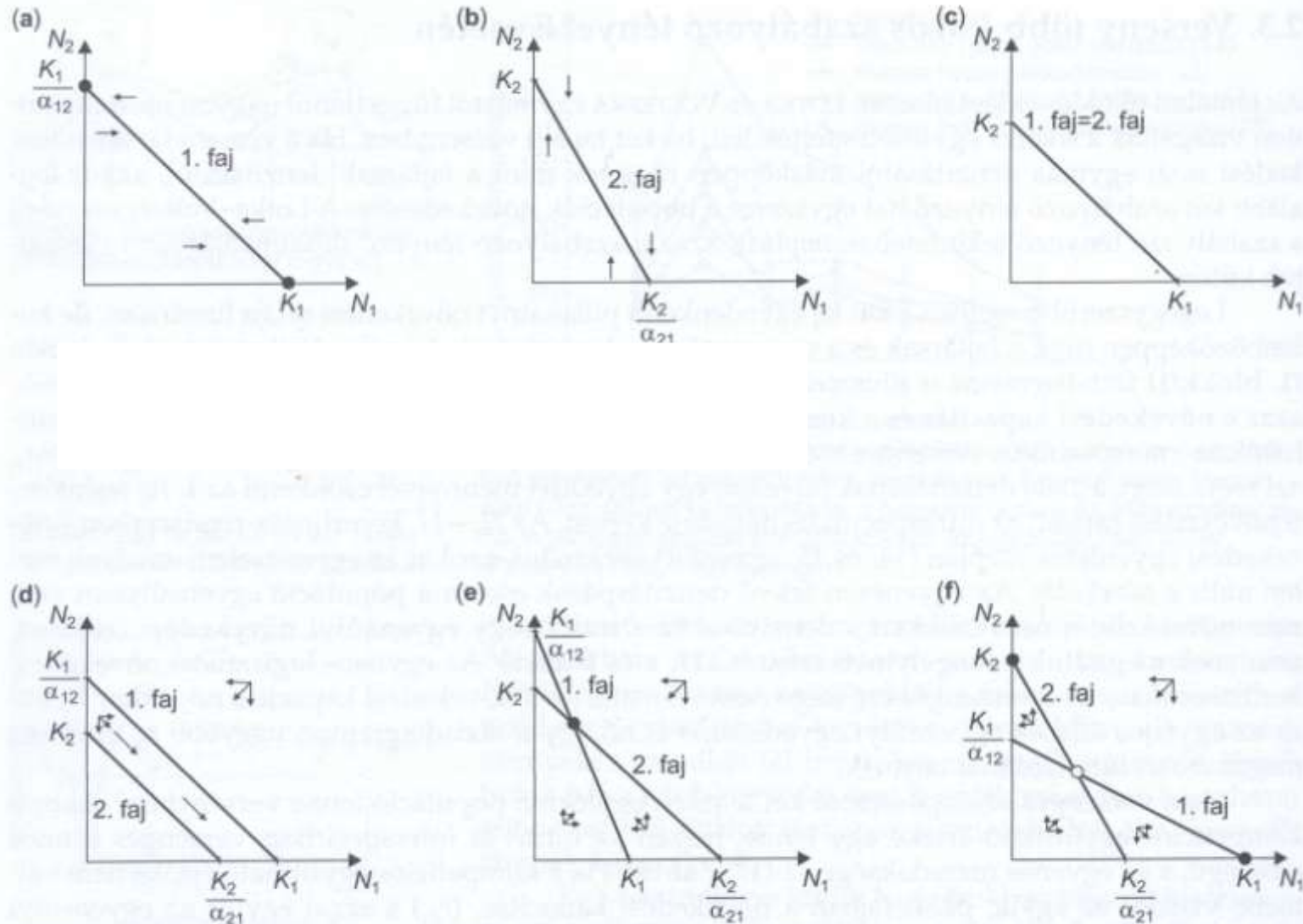
$$N_1 \rightarrow \alpha_{12} N_2$$

$$N_2 \rightarrow \alpha_{21} N_1$$

d: 1 faj marad meg

e: 1 és 2 faj együtt él

f: bizonyos esetben 1 és 2 faj együtt él, de a legtöbb esetben 1 vagy 2 faj marad meg



17.ábra A Lotka–Volterra-modelhez tartozó fázisdiagrammok. (a) Az 1. faj nulla (egyensúlyi) növekedési izoklínája. Az egyenes alatti egyedszámok esetén növekszik, felettiekénél pedig csökken az egyedszám (nyilak). (b) A 2. faj nulla növekedési izoklínája. (c) Mindkét faj nulla növekedési izoklínája, ha a két faj versengés szempontjából ekvivalens. (d) A magasabb r_0 és K értékű faj nyeri a versenyt. (e) Stabil együttélés. (f) Instabil együttélés.

Az együttélés lehetősége

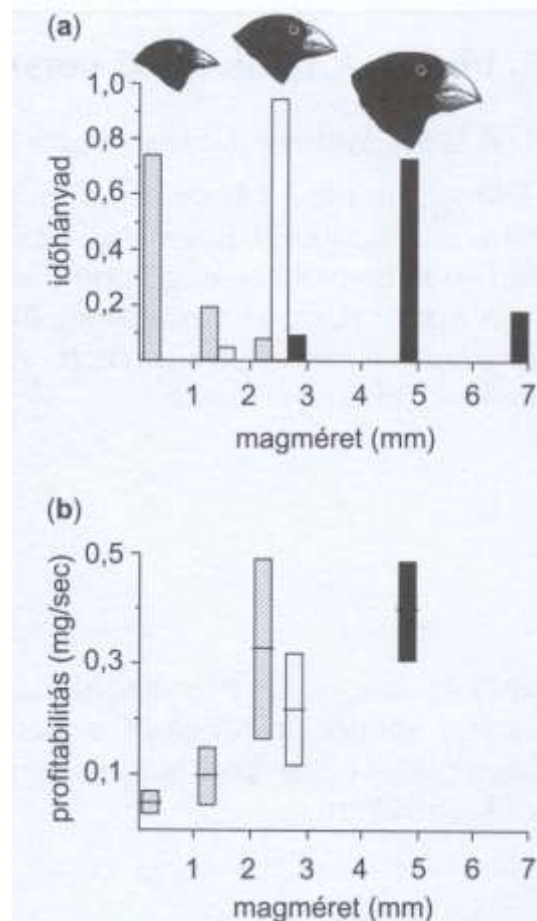
Annál nagyobb, minél eltérőbb a két faj forrás igénye

Az intraspecifikus (fajon belüli) kompetíció erősebb az interspecifikus (fajok közötti) kompetíciónál

$$\alpha_{12} < 1, \alpha_{21} < 1$$

12/1. táblázat. Három cinegefaj táplálkkeresési viselkedésének elkülönülése az őszi-téli periódusban angliai erdőkben [Betts (1955), Lack (1971), Gibb (1954) adatai alapján].

Pontenciális niche-tengelyek	Szén-cinege	Kék cinege	Barátcinege
Leggyakoribb táplálékméret (mm)	7-8	1-2	3-4
Átlagos keresési magasság (m)	8,8	10,2	7,7
Fő keresési mikroélőhely	Talaj	Vékony ágak	Közepesen vastag ágak



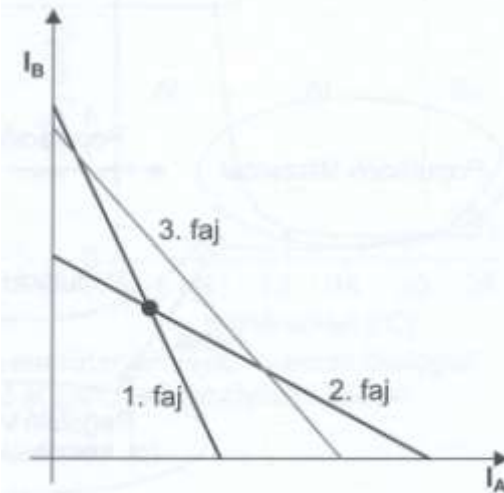
21. ábra Három együtt előforduló földipintyfaj magfogyasztásának jellemzői. (a) A különböző méretű magvak elfogyasztásával töltött időhányad. (b) Adott idő alatt megevelt mennyiség a különböző méretű magvakból. A bajszok hossza a becült 95%-os konfidenciaintervallumot mutatja (SCHLUTER 1982 és GRANT 1999 nyomán). Fekete: nagy földipinty (*Geospiza magrinostis*); üres: közép földipinty (*Geospiza fortis*); sávozott: kis földipinty (*Geospiza fuliginosa*).

Hány faj élhet együtt ?

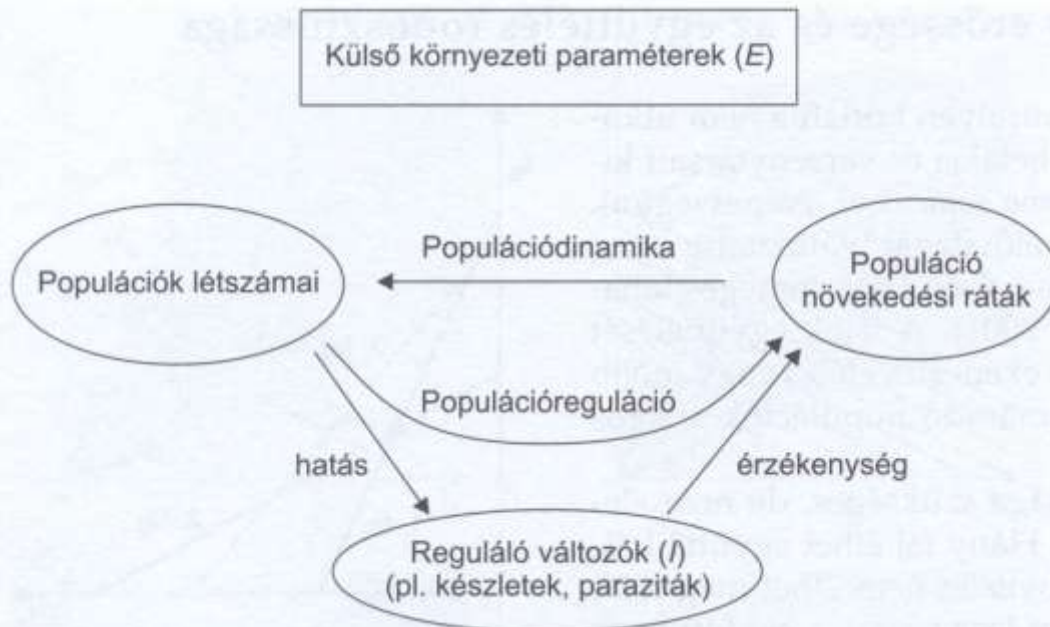
A stabilan együtt élő populációk száma nem haladhatja meg a szabályozó tényezők számát – kompetitív kizárás véges sok forrásra vonatkozó tétele

(C számú szabályozó tényező esetén maximum C számú faj élhet együtt)

A versengő populációk növekedésszabályozó komponenseinek (hatás, érzékenység) elég különbözőnek kell lenni a tartós együttéléshez.

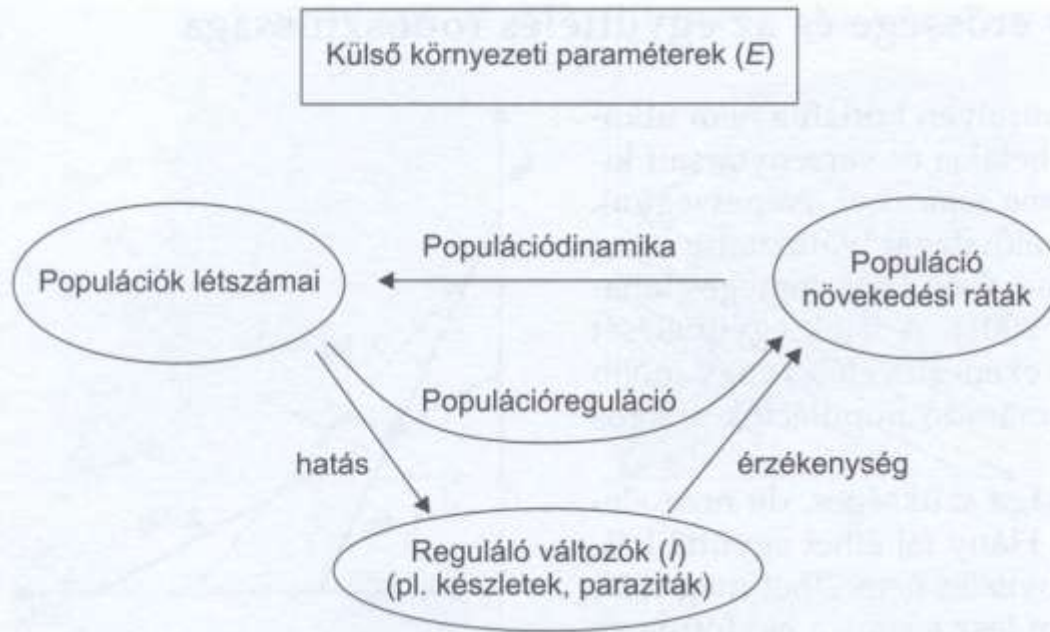


25. ábra Három faj egyensúlyi izo-
klínái. Három egyenes csak nagyon
speciális feltételek között metszi egy-
mást egy pontban.



26. ábra A növekedésszabályozás
komponensei (MESZÉNA és mtsai
2006) nyomán.

Hány faj élhet együtt ?



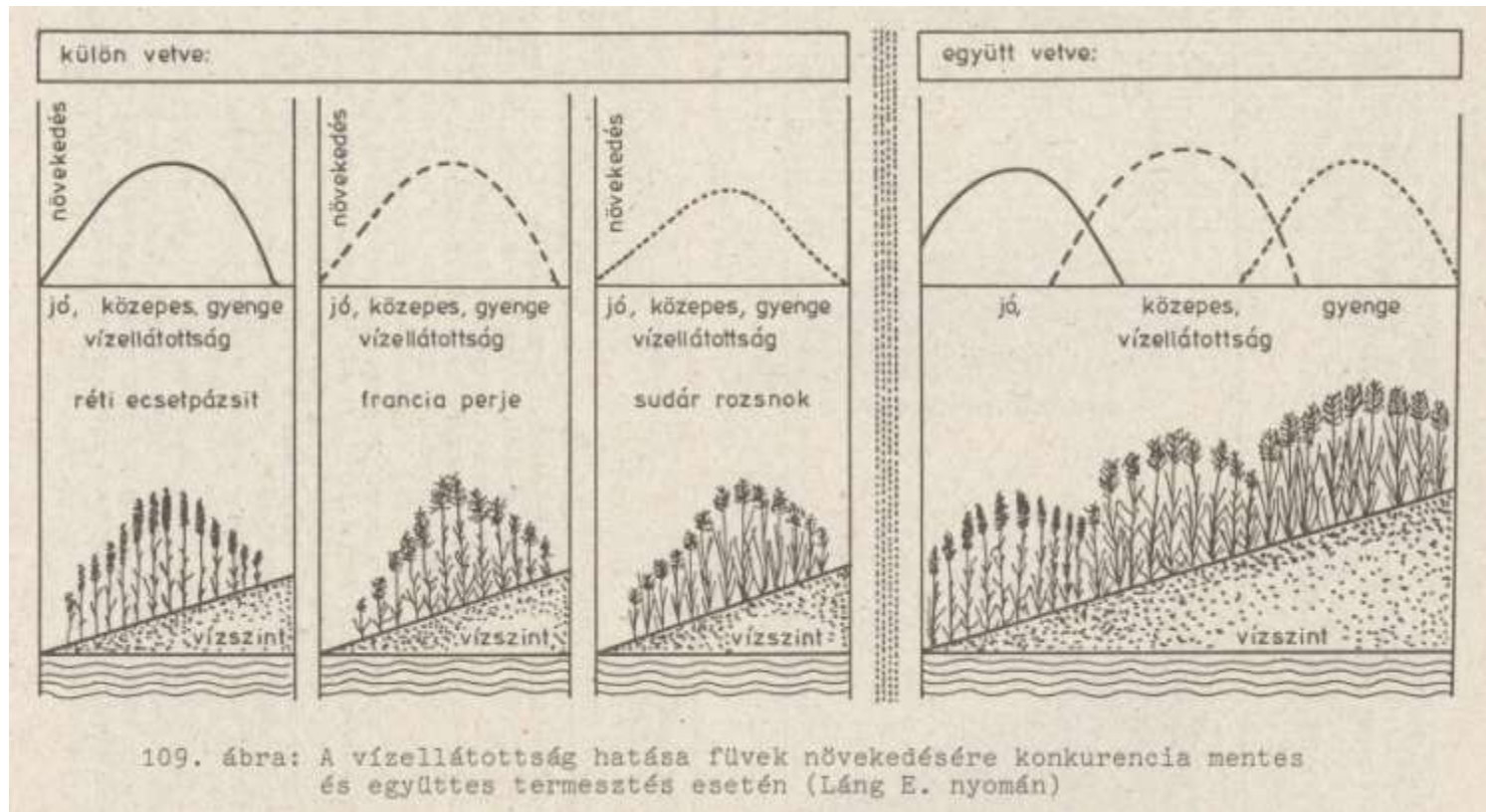
26. ábra A növekedésszabályozás komponensei (MESZÉNA és mtsai 2006) nyomán.

Annál tartósabb az együttélés, mennél többféle környezeti feltétel mellett lehetséges.

A környezet elkerülhetetlen ingadozásai lehetetlenné teszik a túlságosan hasonlóan szabályozódó versenytársak tartós együttélését – **korlátozott hasonlóság általános tétele**

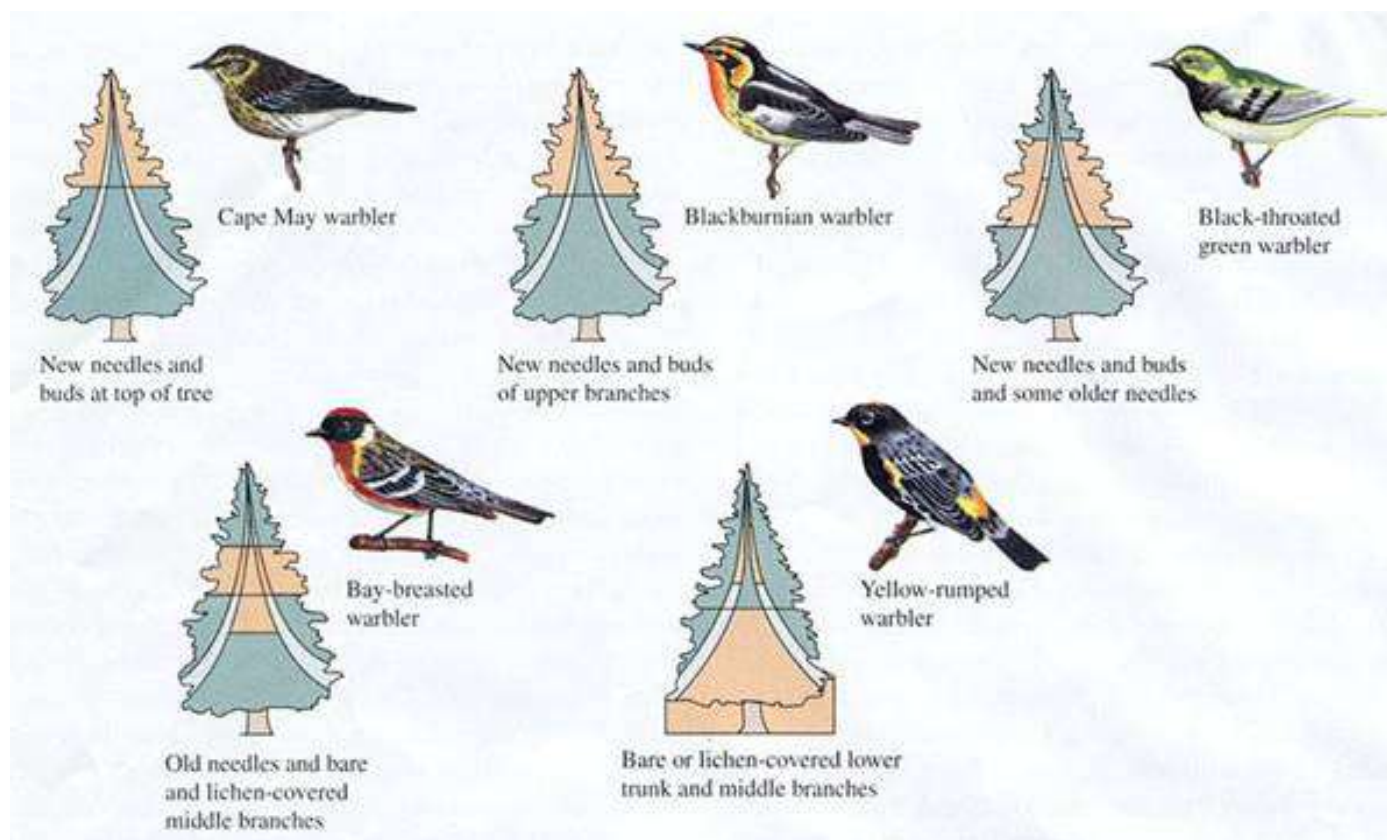
Gause féle **kompetitív kizárás elve**, tökéletesen egyforma forrásokat használó versenytársak, jelentős niche átfedésű fajok nem élhetnek együtt

Az élőlények sok esetben nem találhatók meg minden olyan helyeken, ahol a létfeltételek, arra módot adnának



Niche elkülönülés, niche szegregáció

Niche elkülönülés – niche szegregáció

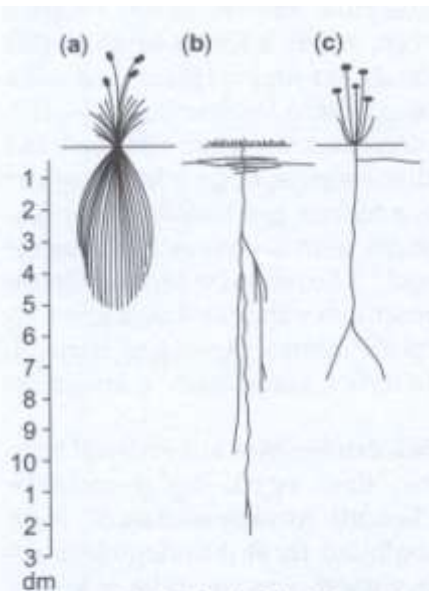


Térben és időben heterogén környezetben lehetőség az együttélésre

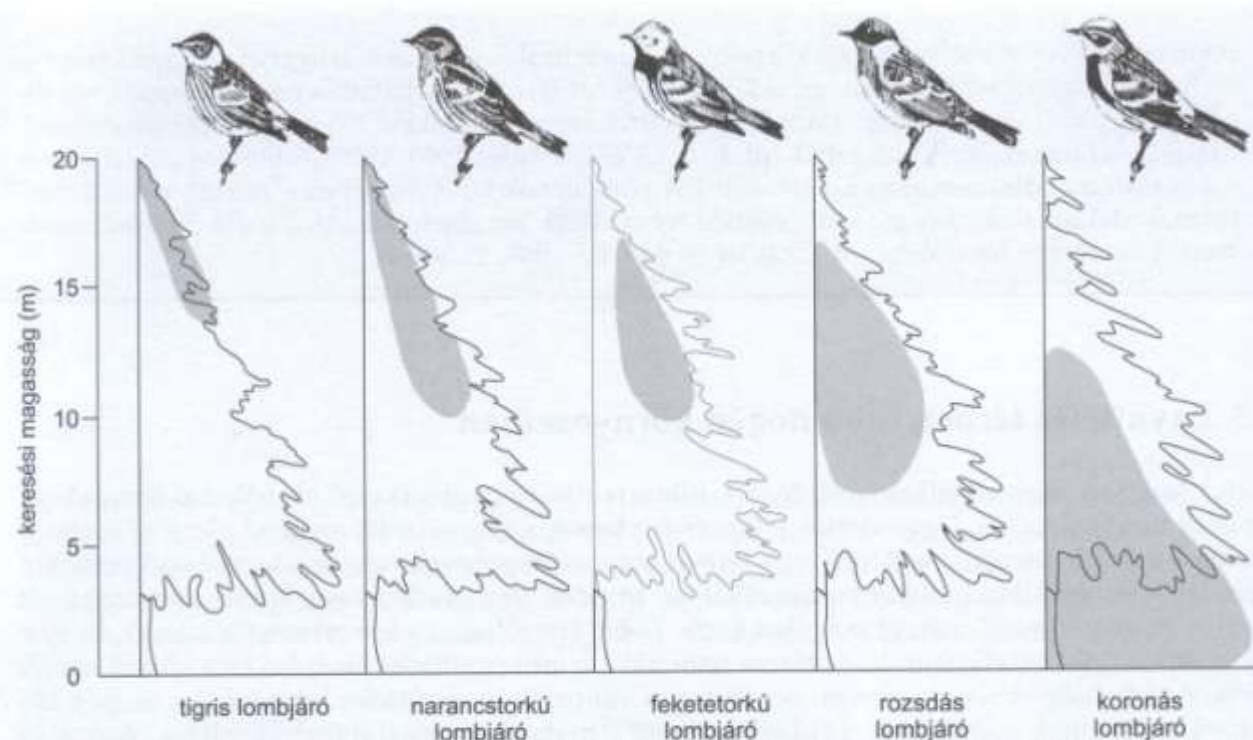
Amerikai lombjáró (Dendroica genus) madárfajok niche szegregációja

Együttélést befolyásoló tényezők

- Környezet inhomogenitása
 - A foltok közötti esetleges környezeti különbségek
 - A foltok térbeli elkülönülése révén



13. ábra Térbeli forrásfelosztás gyökérmélység alapján. (a) Magyar csenkesz, *Festuca vaginata*, (b) naprózsa, *Fumana procumbens*, (c) farkaskutyatej, *Euphorbia cyparissias* (MAGYAR P. 1933 nyomán).



12. ábra Öt lombjáró tipikus táplálkozási helye (sötétszürke) Maine (New England, USA) fenyveseiben (SKELTON 1993 nyomán).

Ragadozó-préda modell, táplálék hálózatok

Fajok közötti kölcsönhatások

A fajok populációi más fajok populációival együtt létezhetnek, a közöttük lévő kölcsönhatások:

- Versengés/Kompetíció	- / -
- Predáció	+/-
- Kommenzalizmus,	+/0
- Amenzalizmus, allelopátia	0/-
- Mutualizmus, kölcsönösen	+/+
- Neutralizmus	0/0



Ragadozó-préda modellek, Koevolúció, Társulások.

Predáció formái:

- Ragadozás, karnivoria
- Növényevés, herbivoria
A fogyasztott nem pusztulnak el
- Élősködés, parazitizmus <-> parazitoidizmus

Lotka-Volterra ragadozó-zsákmány egyenletek

Ragadozó egyedszám változása:

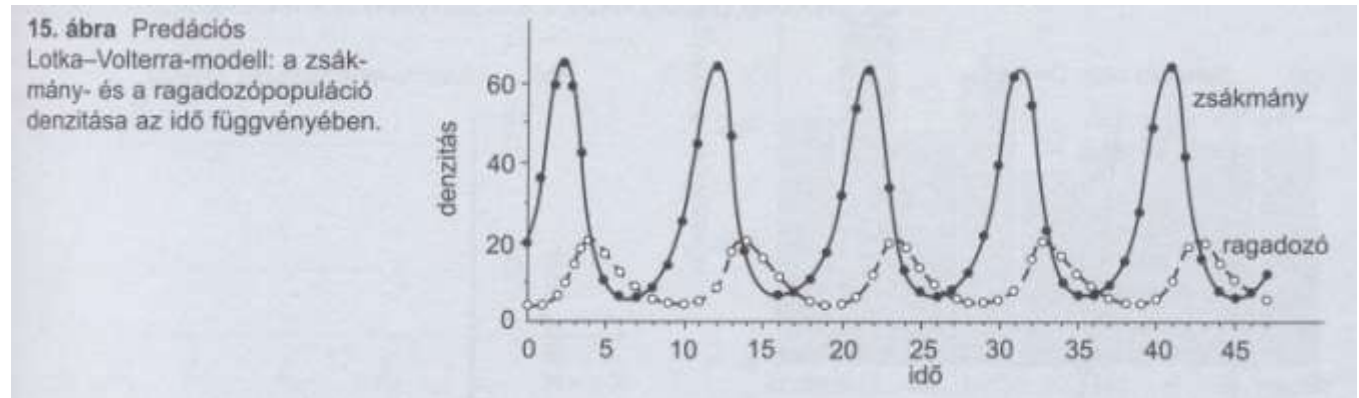
$$\frac{dN_1}{dt} = (B_1 - D_1) \cdot N_1$$

Zsákmány egyedszám változása

$$\frac{dN_2}{dt} = (B_2 - D_2 \cdot N_1) \cdot N_2$$

B: születési ráta

D: halálozási ráta



Lotka-Volterra ragadozó-zsákmány egyenletek

Ragadozó:

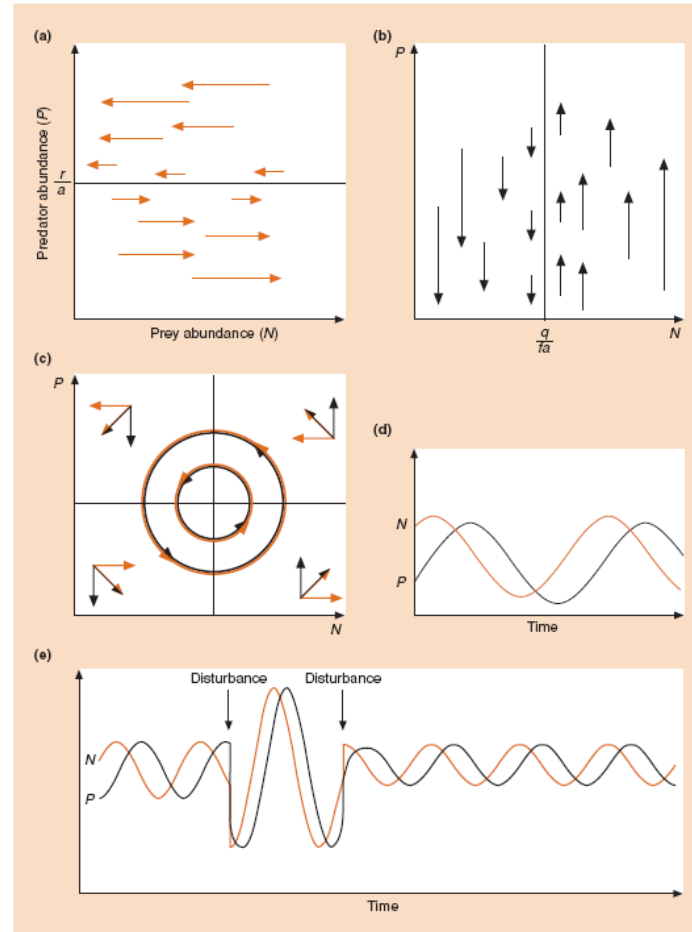
$\frac{dN_1}{dt}$

$$= (B_1 - D_1) \cdot N_1$$

Zsákmány:

$\frac{dN_2}{dt}$

$$= (B_2 - D_2 \cdot N_1) \cdot N_2$$



Volterra elv: Ha a zsákmány és ragadozót ugyan olyan mértékben pusztítjuk el akkor zsákmány arányosan fog szaporodni, míg a ragadozó arányosan fog csökkenni.

Lotka-Volterra ragadozó-zsákmány egyenletek

Ragadozó:

dN_1

$$----- = (B_1 \cdot N_2 - D_1) \cdot N_1$$

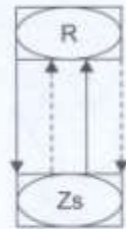
dt

Zsákmány:

dN_2

$$----- = (B_2 - D_2 \cdot N_1) \cdot N_2$$

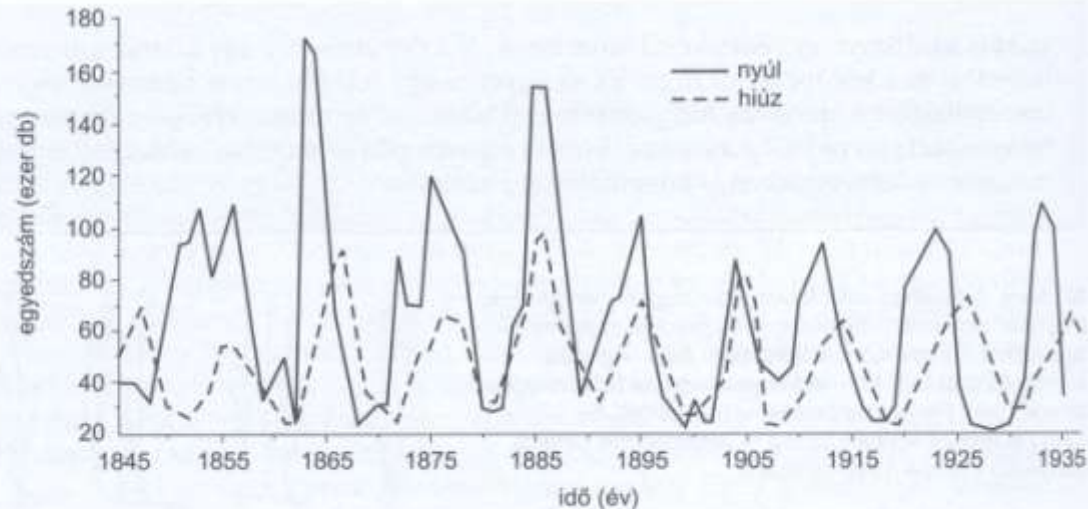
dt



9/21. kép. Kanadai hiúz
(*Lynx canadensis*, Felidae)



9/22. kép. Hócipős nyúl
(*Lepus americanus*, Leporidae)



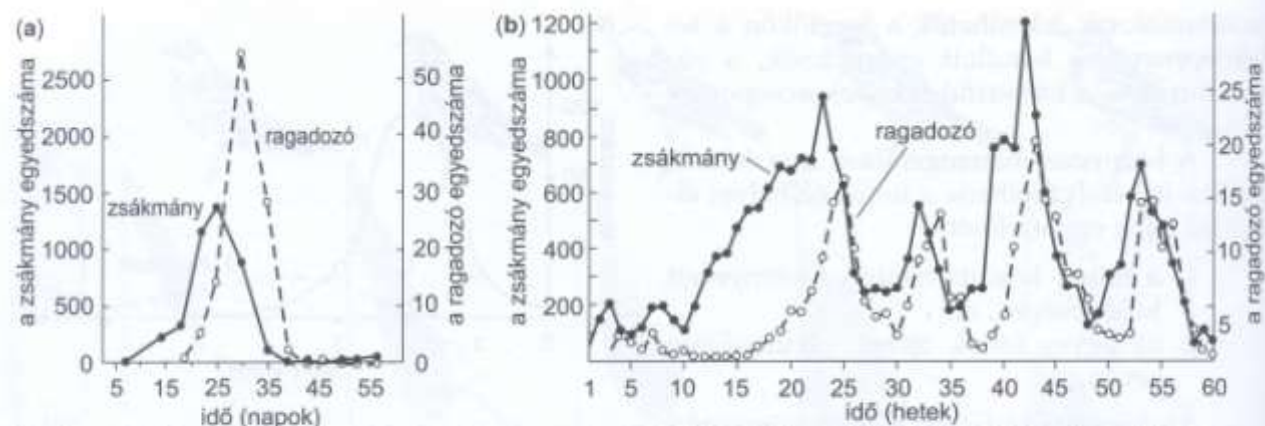
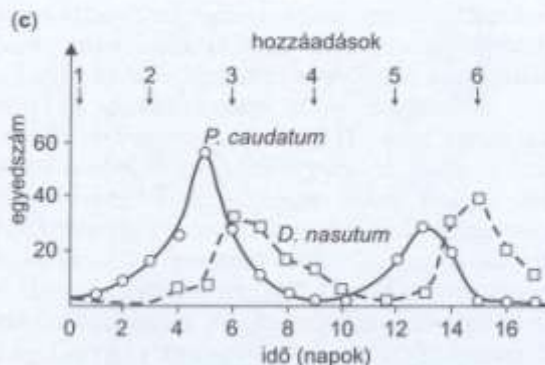
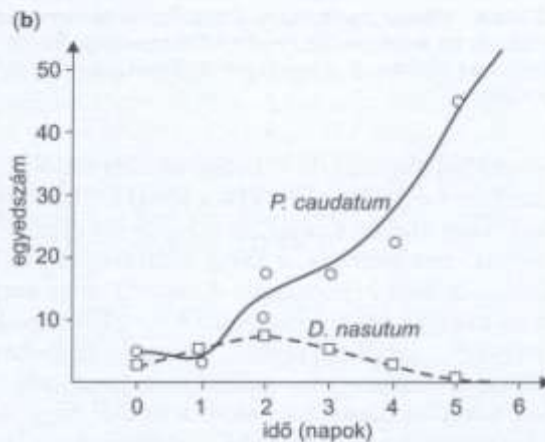
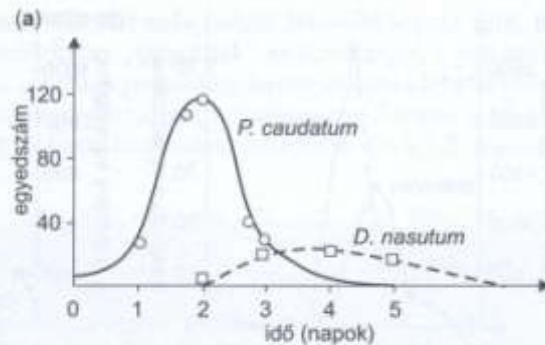
23. ábra A kanadai hiúz és zsákmányállata, a sarki nyúl egyedszámának alakulása prémkereskedelmi adatok alapján 1845 és 1935 között (MacLulich 1937 nyomán).

A kanadai hiúz és sarki nyúl rendszerben nem a hiúzok száma, hanem a nyulak által fogyasztott tápnövény által termelt toxin játsza a fő szerepet, amely a nyulak szaporodását befolyásolja. A növények toxin termelése növekszik a növekvő számú nyulak okozta rágásokkal.

Táplálék hálózat – stabilitás

Stabilitás növekszik:

- Ragadozó terjedését csökkentő, a zsákmánynak menedéket adó nagyobb térbeli heterogenitással
- Életszakasz időzítés (pl. tömeges rajzás, tömeges termésérlelés)



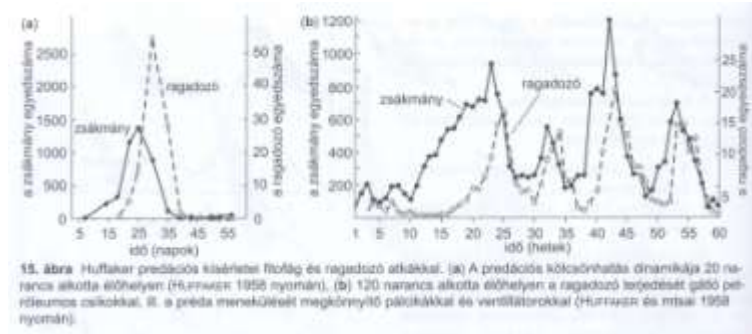
15. ábra Huffaker predációs kísérletei fitofág és ragadozó atkákkal. (a) A predációs kölcsönhatás dinamikája 20 narancs alkotta élőhelyen (HUFFAKER 1958 nyomán), (b) 120 narancs alkotta élőhelyen a ragadozó terjedését gátló petróleumos csíkokkal, ill. a préda menekülését megkönnyítő pálcikákkal és ventilátorokkal (HUFFAKER és mtsai 1958 nyomán).

14. ábra Gause *Paramecium-Didinium* kísérletei. (a) Olított médiumban, (b) üledékes médiumban (zabkása a tenyészedény alján), (c) ugyanaz, mint (b), de háromnaponta egy-egy *P.* és *D.* egyed adnak a tenyészet-hez (GAUSE 1934 nyomán).

Táplálék hálózat – stabilitás

Stabilitás növekszik:

- Ragadozó terjedését csökkentő, a zsákmánynak menedéket adó nagyobb heterogenitással
- Életszakasz időzítés (pl. tömeges rajzás, tömeges termésérlelés)
- Több zsákmány fajjal – változatosabb táplálékhálózattal

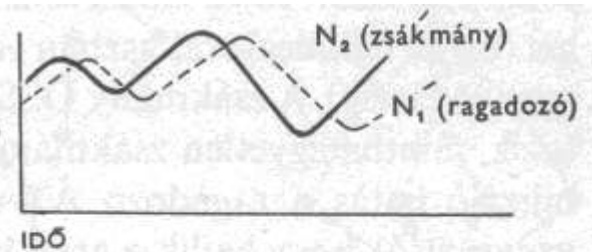


RAGADOZÓ

1

ZSÁKMÁNY

2



HÁROM FAJ, KÉT KAPCSOLAT, NAGYOBB STABILITÁS

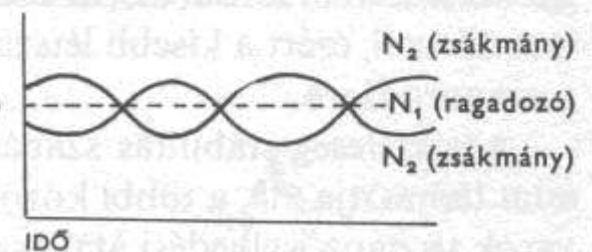
RAGADOZÓ

1

ZSÁKMÁNY

2

3



Fajok közötti kölcsönhatások

A fajok populációi más fajok populációival együtt létezhetnek, a közöttük lévő kölcsönhatások:

- Versengés/Kompetíció	- / -
- Predáció	+/-
- Kommenzalizmus,	+/0
- Amenzalizmus, allelopátia	0/-
- Mutualizmus, kölcsönösen	+/+
- Neutralizmus	0/0



Kölcsönösség-mutualizmus

a fajpárok szoros együttélése

Endoszimbióták -> zuzmó

Kérődzők, termeszek, mikorrhízák

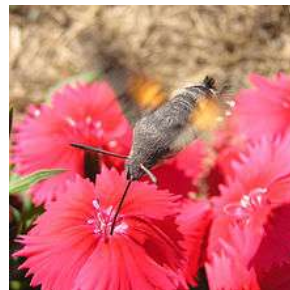
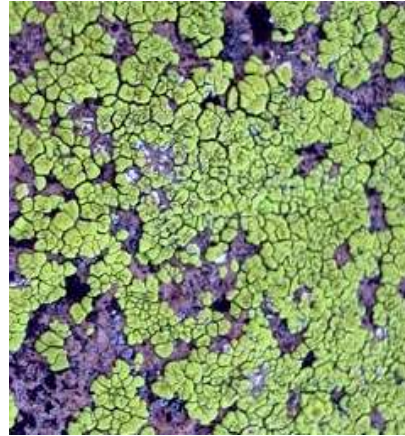
Hidrák – algák mutualista kapcsolata

N_2 fixáció mutualizmus (Rhizobium baktériumok)

Mitokondrium az eukariótákban

Pollináció

Koevolúció



Ökológiai hálózatok

Fajok együttélését befolyásoló kölcsönhatások

1. táblázat Két populáció közötti kölcsönhatások osztályozása a kapcsolatok előjele szerint

Kapcsolat előjele	Kapcsolat típusa	Példa
-/- kölcsönösen negatív	versengés	pl. fészkelő helyért odúköltő madarak között
+/+ kölcsönösen pozitív	mutualizmus	pl. növény és beporzó rovar
+/- kölcsönös, antagonisztikus	ragadozás, növényevés, parazitizmus	pl. hiúz – sarki nyúl, pl. seregély – tetvek
-/0 egyoldalúan negatív	amenzalizmus: allelopátia vagy antibiózis	pl. a dió által kibocsátott juglon csírázásgátló, pl. a penicillin (gomba termeli) gátolja a baktériumok osztódását
+/0 egyoldalúan pozitív	facilitáció, asztalközösség,	pl. aljzatképzés, pl. oroszlán és a préda maradékát fogyasztó fajok

Erősség



Szimmetria

– strukturális



– funkcionális



Térbeli- és időbeli állandóság



Előjel



1. ábra A páros fajkölcsönhatások alapvető tulajdonságai és azok megjelenítése a hálózatokban. A vonal vastagsága a kölcsönhatás erősségére utal. A kétfejű nyíl strukturálisan szimmetrikus kapcsolatot jelöl. A különböző méretű nyílhegyek funkcionális aszimmetriára utalnak, az előjelek pedig a kapcsolat kedvező vagy kedvezőtlen voltát jelezik. A nyíl hiánya a kapcsolat hiányát jelenti.

Homár (ragadozó?)



Photo: Derek Keats

Jasus lalandii, 30-50 cm

Kürtcsiga (zsákmány?)



© 2011 - G. & Ph. Poppe

Burnupena papyracea, 2-4 cm



Malgas Island
(rock lobsters)

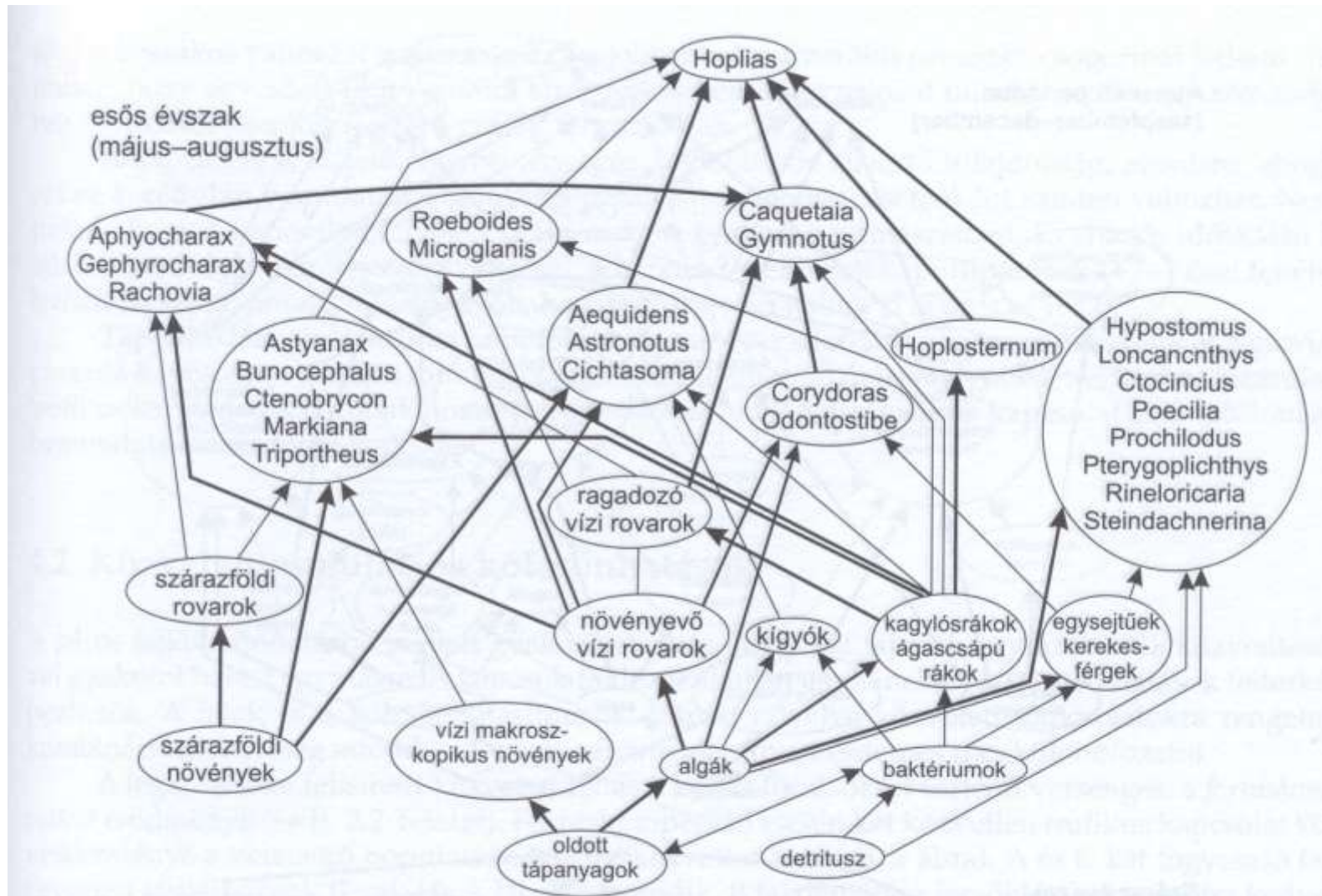
Marcus Island
(whelks)

4 km



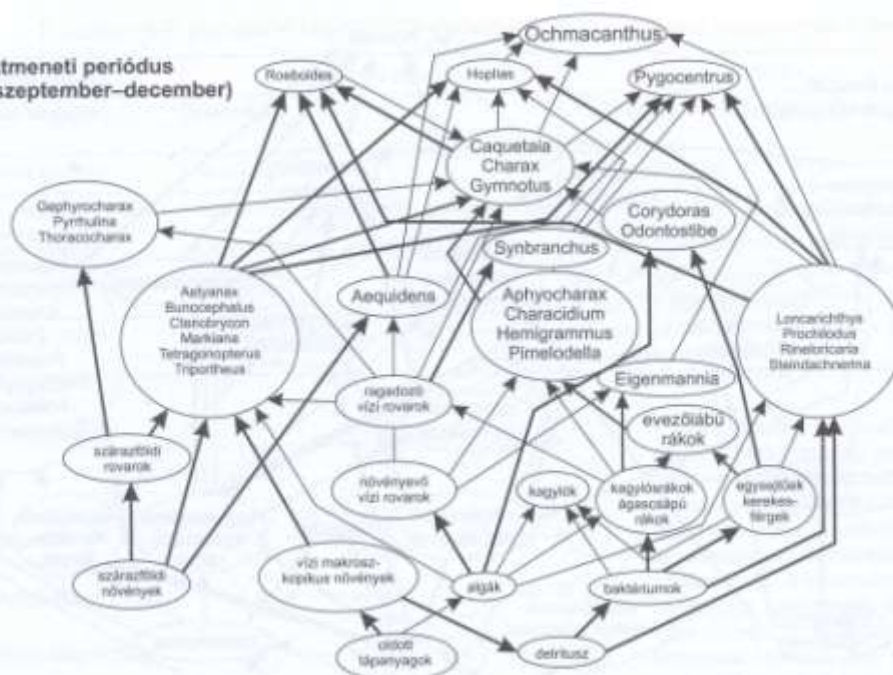
A homárfaj egyes szigeteken az adott kürtcsiga fajjal táplálkozik, azonban ha a kürtcsigák száma lényegesen nagyobb, mint a homároké, akkor a kürtcsigák eszik a homárokat

Fajok együttélését befolyásoló kölcsönhatások

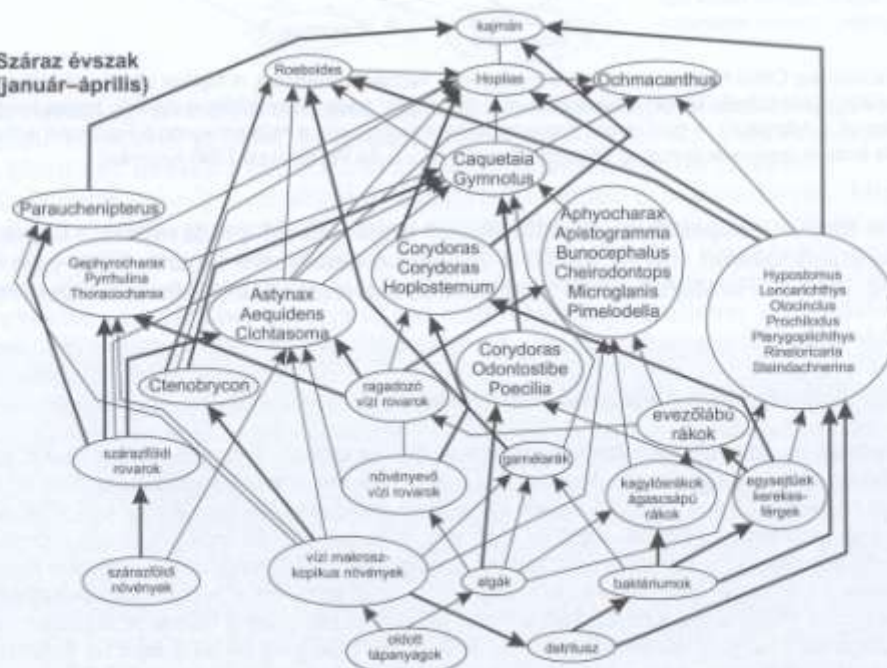


2. ábra A venezuelai Caño Maraca mocsár közösségének kapcsolathálózata. A fajokat eltérő mértékben vonták össze a csoportok (elipszisek, körök) megalkotásakor (pl. „algák” vagy „szárazföldi rovarok”), egyes komponensek pedig élettelenek („detritusz”). A latin nevek halnemzetségeket jelölnek, a nyílvastagság a kapcsolat erősségét. Az ábra az esős évszak (május–augusztus) állapotát mutatja (POLIS és WINEMILLER 1996 nyomán).

**Átmeneti periódus
(szeptember–december)**



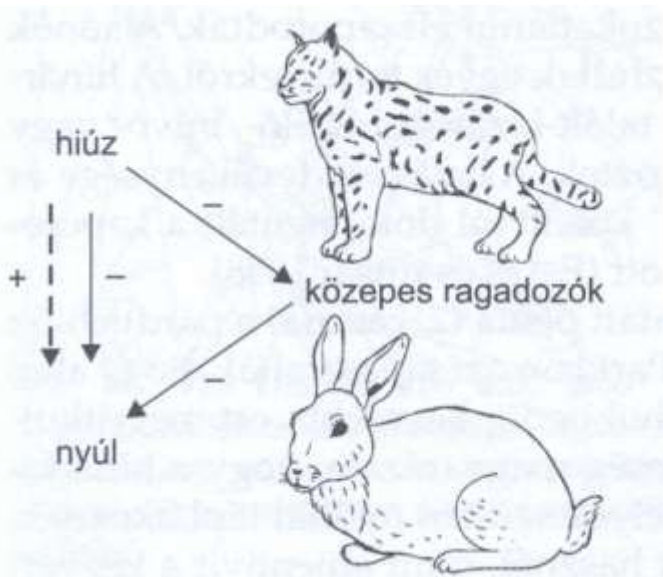
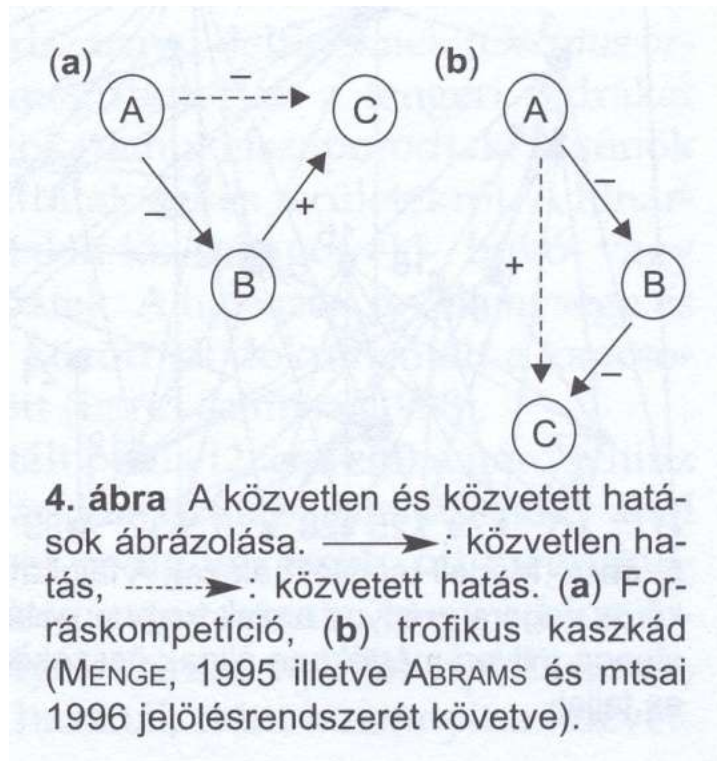
**Száraz évszak
(január–április)**



3. ábra A venezuelai Caño Maraca mocsár közössége az átmeneti periódusban (szeptember–december) és a száraz évszakban (január–április). A latin nevek halnemzetségeket jelölnek (POLIS és WINEMILLER 1996 nyomán).

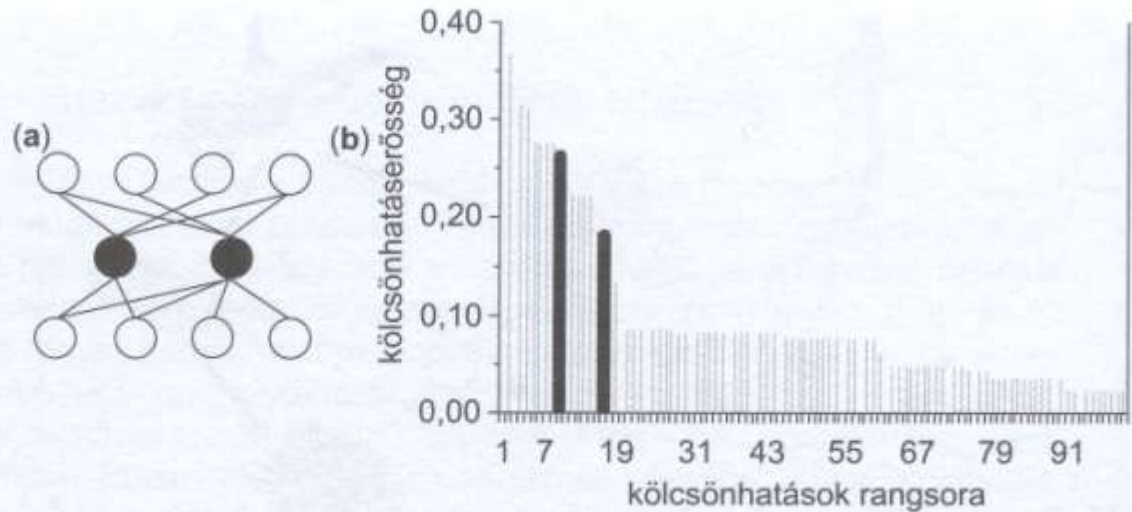
- **Táplálkozási, trofikus kapcsolatok**
 - Ragadozó-zsákmány, növényevő-növény, parazita-gazda
- Nem trofikus kapcsolatok
 - Minden egyéb
- Közvetett populációs kölcsönhatások
 - **Forrás kompetíció és Trofikus kaszkád**

Áthelyezéssel kísérletek a feltáráshoz



8. ábra Európa egyik legféltettebb állatfaja, a párduchiúz (*Lynx iberica*), a kisebb termetű ragadozók (pl. róka, vadmacska) és az üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) közvetlen (—→) és közvetett (-----→) kapcsolatai a dél-spanyolországi Doñana Nemzeti Parkban (PALOMARES és mtsai 1995).

6. ábra Kölcsönhatási erősségek egy mesterséges hálózatban. (a) Két faj (•) között kialakuló közvetett kölcsönhatások, (b) kölcsönhatások erőssége (JORDÁN és mtsai 2005 nyomán).

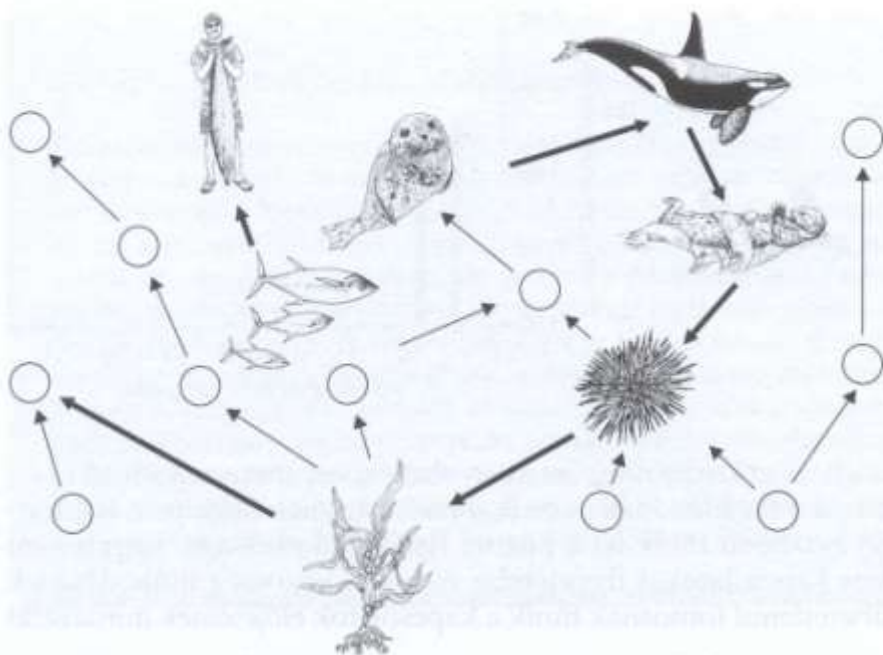


10 faj és 12 közvetlen kapcsolatot tartalmazó táplálékhálózatban százféle fajkölcsönhatás lehet.

Ebből: 24 direkt oda-vissza hatás

10 az egyes fajok másokon önmagukra keresztül kifejtett hatás

66 a közvetlen kapcsolatban nem álló fajok közötti oda-vissza hatás



7. ábra Egy meglepően hosszú hatásláncolat a fontos fajok kiemelésével. A körök a nem kiemelt fajokat jelölik (ESTES és mtsai 1998 nyomán).

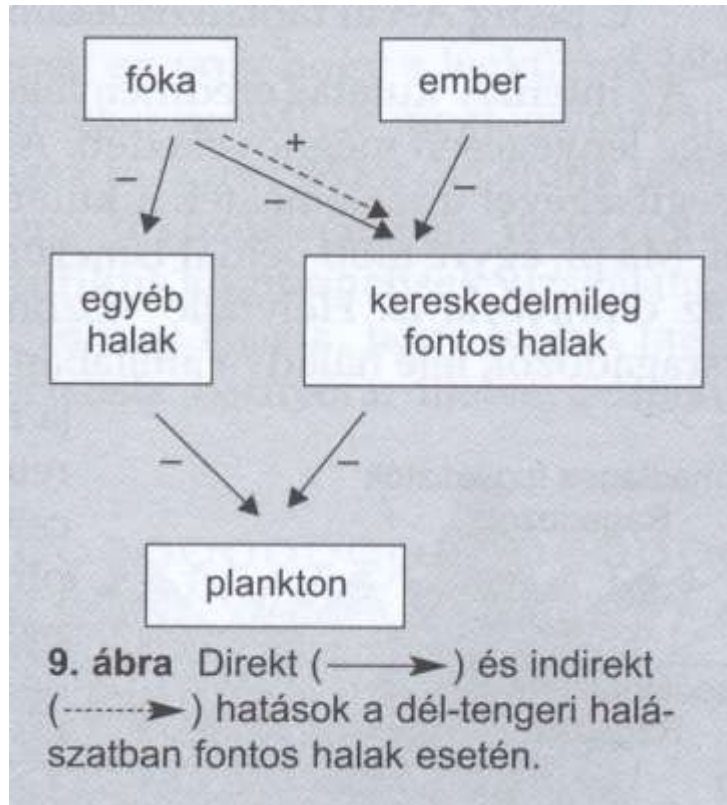


Példa a trofikus kaszkádra

- 1980-1990 az alaszakai partok menti halászat intenzívebb lett
- Kevesebb hal – kevesebb fóka – kevesebb Orca
- Orca-k délebbre vadásznak, ahol növekvő lett a tengeri vidrákkal való táplálkozásuk
- Tengeri sünök elszaporodtak
- Hínár erdők eltűntek - sünsivatagok



Trofikus kaszkád – probléma a beavatkozások következményeinek megismerésében



Halászat – fókák – fókák megtizedelése
Namíbia menti partoknál (Benguela-öböl)
– hatás lehet, hogy ellentétes lesz a várthoz képest

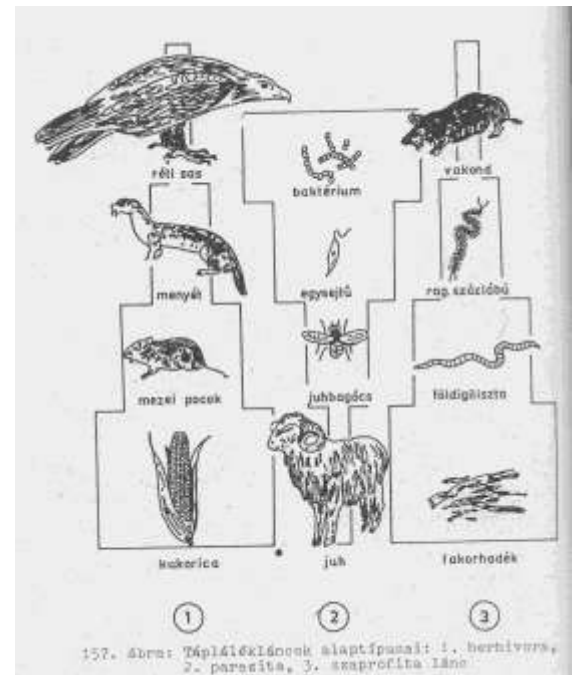
Ha nyolc lépés hosszáig veszik figyelembe a lehetséges hatásláncot, akkor 28 millió hatást kellene feltérképezni

Táplálékhálózat – stabilitás

Termelők, Fogyasztók, Rekuperálók,
Lebontók (reducensek,
dekomponálók)

Tápláléklánc alaptípus:

- Herbivora
- Parazita
- Szaprofita



A szintek száma a korábban feltételezett
4-5 lépésnél több, akár 6-8 is lehet

A omnivoria gyakorisága lényegesen
magasabb, mint ahogy korábban
gondolták

A termelőktől a csúcsragadozók felé
haladva általában egyre csökken a
fajszaám, de nő az egyedek testmérete

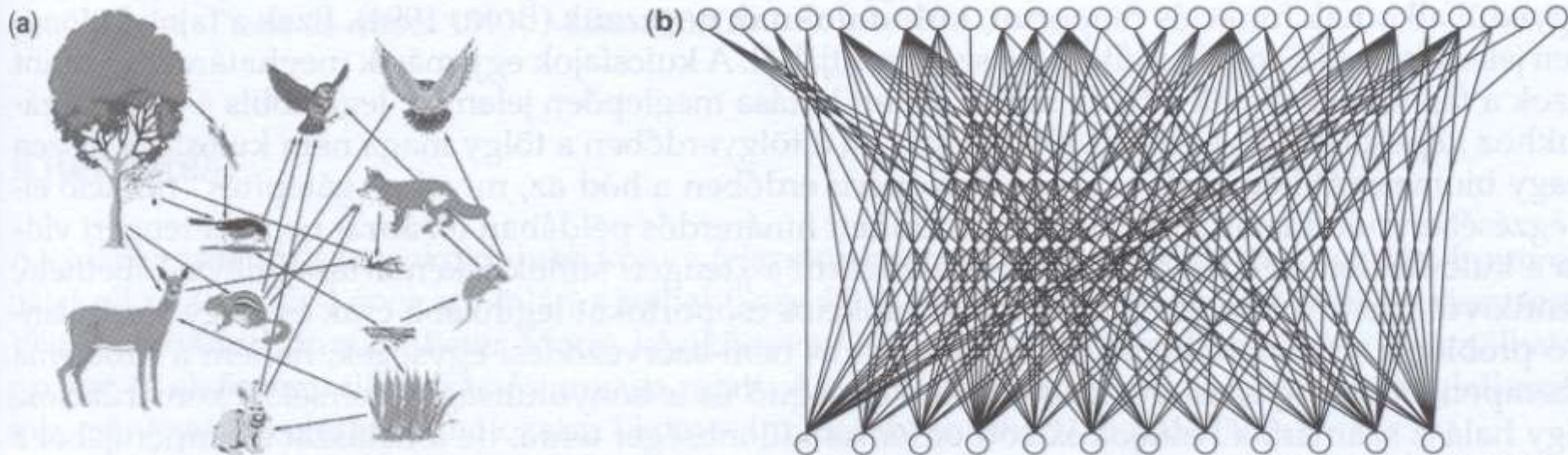
Inkább trofikus magasság, mint szintek



Táplálékhálózatok ábrázolása – valóság és egyszerűsítés

Megfelelőbb ábrázolás:

- Funkcionális csoportokba összevonása a fajoknak pl. zooplankton, fitoplankton
- Kulcs fajok (pl. szürke farkas, tengeri vidra, ökoszisztéma mérnök fajok pl. hód)



11. ábra Két szélsőséges példa táplálékhálózatok ábrázolására. (a) Elemi tankönyvi illusztrációként szolgáló táplálékhálózat, ami ugyan vertikális teljességre törekszik, de csak az alkotó szemében lényeges, főleg gerinces fajokat mutatja. (b) *Phyllonorycter* levélaknázók és azok hártáásszárnyú parazitoidjainak gazda-parazitoid kapcsolatai. Minden kör egy faj, az alsó sorban a levélaknázó molyok, a felsőben a parazitoidok láthatók. Minden vonal egy gazda-parazitoid kapcsolatnak felel meg (ROTT és GODFRAY 2000 nyomán; JORDÁN és mtsai 2003).

Életközösségek és jellemzésük

Életközösségek – társulások – biocönózisok

Közösségek: egy adott élőhely minden vagy közel minden populációja, tehát a teljes életközösség, de vonatkozhat annak egy-egy részére (pl. madár, növényi, sáska, kétszárnyú stb. közösségek) is.

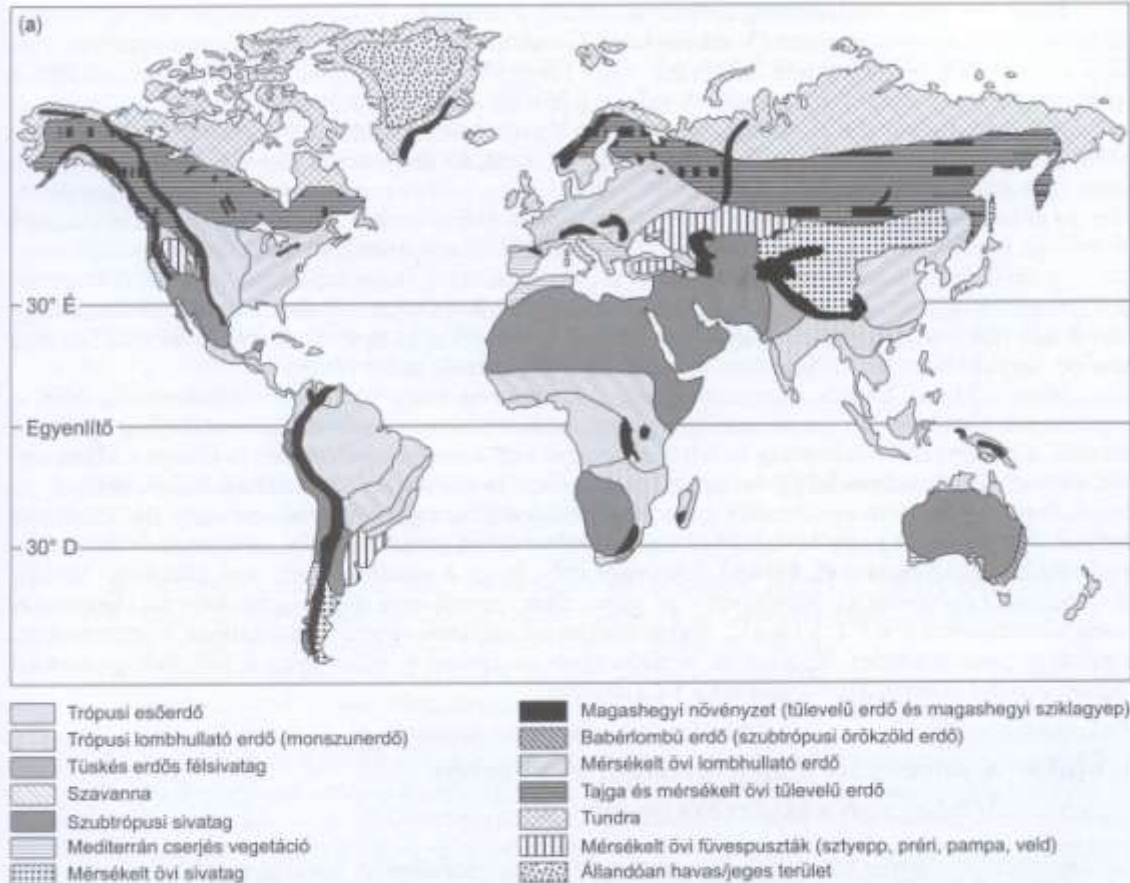
- Fizikailag definiált közösség (pl. **Biomok**)
- Taxonómiailag definiált közösség (**társulások**)
- Statisztikusan definiált közösség
- Interakciókkal definiált közösség

Koalíciók: egy életközösségen belül valamely szünbiológiai szempont szerint összerendelt, együtt élő populációk halmaza

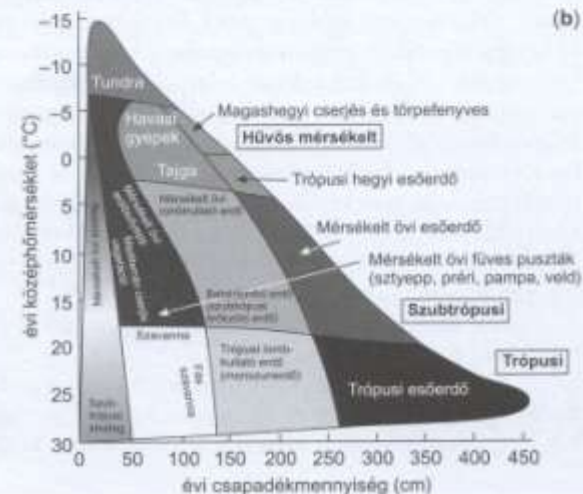
(pl. egy erdő lombkoronaszintjét vagy gyepszintjét alkotó növények, az ugyanott élő odúlakó madarak, vagy rovarevő madarak, a talaj felszínén vadászó ízeltlábú ragadozók, a társas rovarok)

Guild: adott készletet azonos módon kihasználó populációk

Biomok



2. ábra (a) A főbb, szárazföldi biomok eloszlása a Földön. Érzékelhető egy szélességi körökkel párhuzamos tagozódás: tundraöv, tajgaöv, stb. Emellett látható, hogy a domborzat és az óceánoktól való távolság is fontos befolyásoló tényező. **(b)** A biomok eloszlását a klíma határozza meg. Az ábrán a klímát csak két fontos változójával jellemezzük, a hőmérséklet és csapadék évi átlagával – figyelmen kívül hagyva pl. az éven belüli csapadékeloszlást, vagy a hőmérsékleti szélsőségeket –, de a biomok így is jól elhelyezhetők: körülhatárolt területeket foglalnak el. A szaggatott vonalon belüli területen jellemző, hogy a klíma mellett más tényezők is fontos szerephez jutnak (pl. alapkőzet, legeltetés, tűz) (forrás: GUREVITCH és mtsai, 2002)



Zónáció

A Kárpát-medence jellemző zonális
növénytakarsulásai:

100m > az Alföldön tatár juharos
lőszölgyes,
200–400 m között cseres-tölgyes,
400–600 m között gyertyános-tölgyes,
600–800 m között szubmontán bükkös,
800–1000 m között montán bükkös.



Társulások - asszociáció

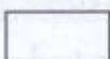


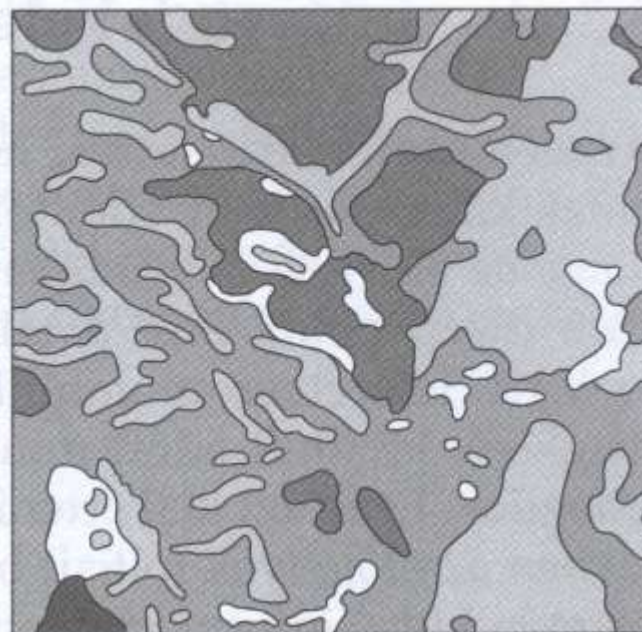
© Bölöni János
© MÉTA Fotótár



© Bíró Marianna
MÉTA Fotótár

Társulástípusok:

-  Fűves szikes puszta
(*Achilleo-Festucetum pseudovinae*)
-  Ürmös szikpadka társulás
(*Artemisio-Festucetum pseudovinae*)
-  Mézpázsitos szikfok társulás
(*Puccinellietum limosae*)
-  Borjúpázsitos szikfok társulás
(*Camphorosmetum annuae*)
-  Ecsetpázsitos sziki rét
(*Agrosti-Alopecuretum pratensis*)



6. ábra A szikes puszta növényzetének foltmintázata a Hortobágyon, egy 70 x 70 m²-es területen. Jellemző, hogy akár kis távolságon (10-20 cm-en) belül jelentősen megváltozhatnak a talajtulajdonságok, és ennek megfelelően a növényzet is. A növényzetre ható legfontosabb – egymással részben összefüggő – tényezők: a térszíni magasság, a talajvíztől való távolság, a talajvíz sóösszetétele, a feltalaj sótartalma, vízáteresztő képessége, és az erózió intenzitása. Minthogy több, lokális tényező hat egyszerre, nem meglepő, hogy a növényzet mintázata annyira bonyolult: vannak benne nagy és kis foltok, kerekded alakok és hosszú, kanyargós sávok, fokozatos, illetve éles átmenetek (forrás: TÓTH és RAJKAI 1994).

Életközösségek – társulások – biocönózisok - jellemzése

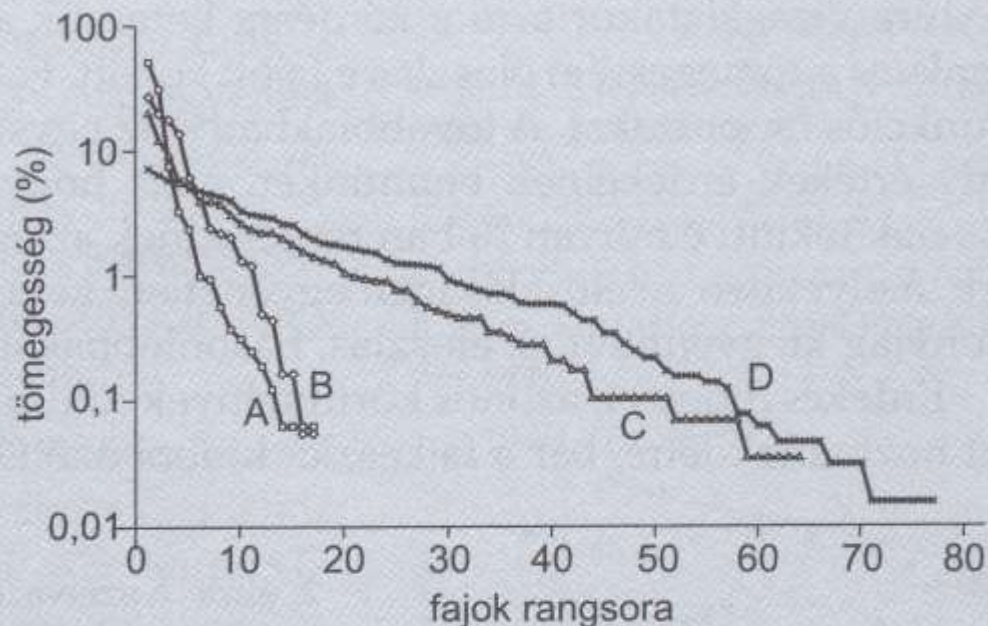
Diverzitás

- Fajkészlet (fajok száma)
- Textúra (fajok száma és tömegességük)

1. ábra A fajok tömegességi sorrendje négy növénytársulásban: **A** - nyílt homoki gyepek (Fülöp-háza, Kiskunság), **B** - szikes puszták (Hortobágy), **C** - erdőssztyepprétek (Belsőbáránd, Mezőföld), **D** - löszpusztagyep (Virágosvölgy, Erdélyi Mezőség). Érdekes észrevenni, hogy a függőleges tengely skálázása logaritmikus, tehát az egyes fajok tömegességei közt igen nagy különbségek vannak. A vízszintes tengely a rangot mutatja csökkenő tömegesség szerint.

A homoki gyeptársulásban és a sziki növényzetben a fajok száma nem túl magas (kevesebb mint 20, ld. a vízszintes tengelyen). A tömegesség eloszlása erősen hierarchikus: egy-két faj nagyon gyakori, a többi ritka. Ezzel szemben a löszpusztagyep és erdőssztyepprétek társulásokat jóval több faj alkotja. Sok a közepesen gyakori faj. Az összkép azt sugallja, hogy jóval kiegyenlítettebbek a fajok közti erőviszonyok.

Az **A** és **B** közösségek élőhelyét az erős abiotikus stressz jellemzi: a vízhiány, illetve a talaj magas sótartalma és erősen lúgos kémhatása. A **C** és **D** közösségek kedvezőbb életfeltételek között, viszonylag jó vízellátottság mellett alakultak ki (BARTHA S., HORVÁTH A., RUPRECHT E. és VIRÁGH K. adataiból szerkesztette VIRÁGH K.).



Életközösségek (biocönózisok) – társulások – jellemzése

Diverzitás

- Fajkészlet (fajok száma)
- Textúra

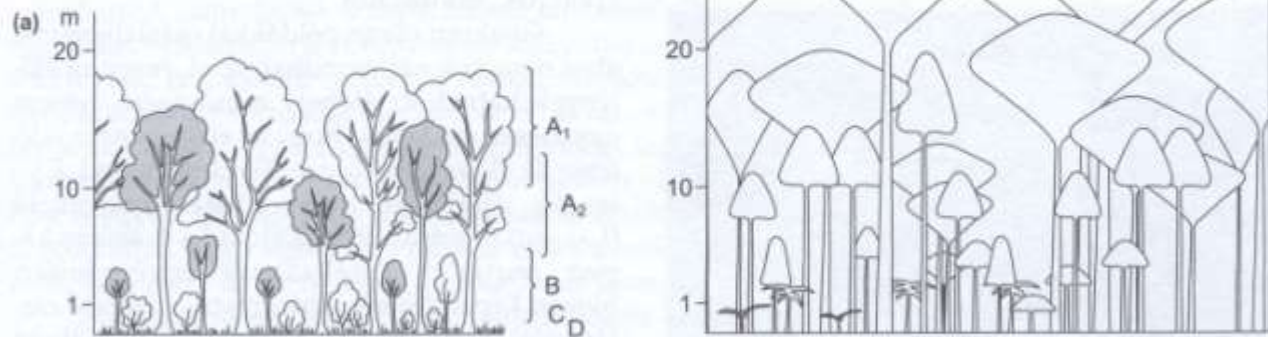
Diverzitás függvények
Shannon-függvény

n: a fajok száma

pi: az i-ik faj relatív gyakorisága

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i * \ln p_i$$

Szintezettség



7. ábra (a) Egy tipikus, mérsékelt övi lomberdő föld feletti szintezettsége. A₁ felső lombkoronaszint, A₂ alsó lombkoronaszint, B cserjeszint, C gyepszint, D moha- és avarszint. (b) Trópusi, síkvidéki esőerdő. A következő szinteket lehet elkülöníteni: óriásfák lombkoronaszintje, felső lombkoronaszint, alsó lombkoronaszint, felső cserjeszint vagy bambuszszint, alsó cserjeszint, gyepszint, mohaszint (Pócs 1981 nyomán; a lombkoronaszintet ld. még az 1. színes képen).

A							
Faj	Ni	pi relativ					
		gyakorisag	ln pi	pi * ln pi	1/S	ln (1/S)	(1/S) * ln (1/S)
széncinege	13	0.406	-0.901	-0.366	0.143	-1.946	-0.278
kékcinege	8	0.250	-1.386	-0.347	0.143	-1.946	-0.278
fekete rigó	4	0.125	-2.079	-0.260	0.143	-1.946	-0.278
csuszka	3	0.094	-2.367	-0.222	0.143	-1.946	-0.278
nagy							
tarkaharkály	2	0.063	-2.773	-0.173	0.143	-1.946	-0.278
szajkó	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278
egerészölyv	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278

S7

N32

H1.584

Hmax1.946

E0.814

B							
Faj	Ni	pi relativ					
		gyakorisag	ln pi	pi * ln pi	1/S	ln (1/S)	(1/S) * ln (1/S)
széncinege	20	0.625	-0.470	-0.294	0.143	-1.946	-0.278
kékcinege	5	0.156	-1.856	-0.290	0.143	-1.946	-0.278
fekete rigó	3	0.094	-2.367	-0.222	0.143	-1.946	-0.278
csuszka	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278
nagy							
tarkaharkály	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278
szajkó	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278
egerészölyv	1	0.031	-3.466	-0.108	0.143	-1.946	-0.278

S7

N32

H1.239

Hmax1.946

E0.637

Közösségek dinamikája

1. Ciklikus változások

- **Aszpektusok**
évszakos változás – pl. kora tavaszi aszpektus
- **Fluktuáció**
klimatikus környezeti tényezők okozzák,
nehezen jósolható



2. Irányult változások

- **Szukcesszió**
- **Degradáció**



Közösségek dinamikája – Szukcesszió

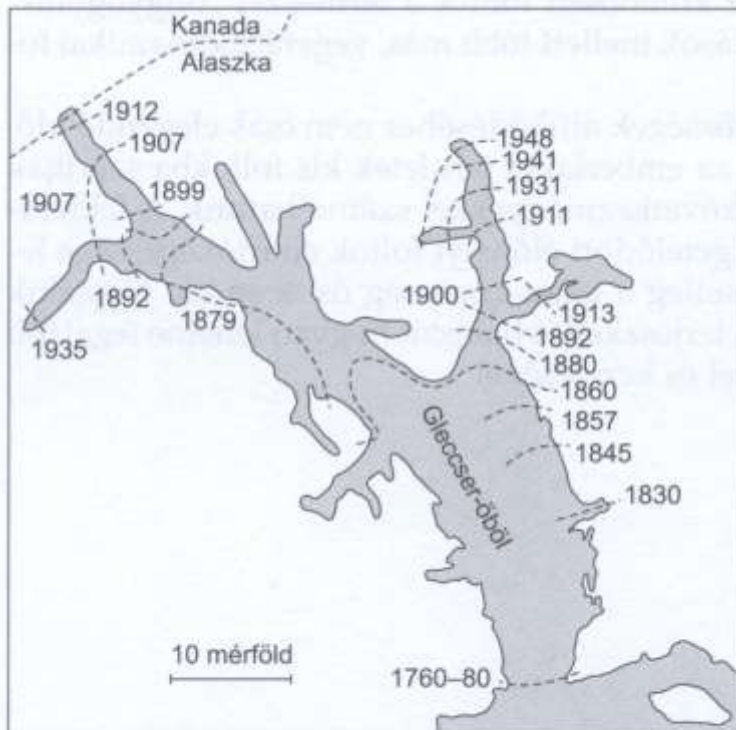
A társulások időbeli egymás után következése, változik a fajösszetétel, a közösség szerkezete és működése



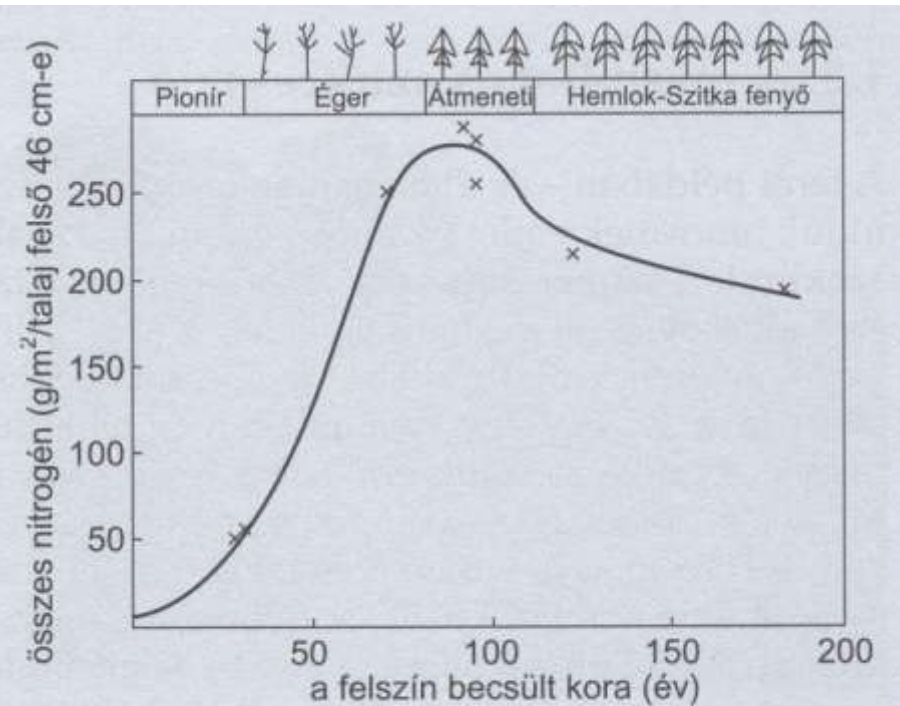
- Elsődleges szukcesszió – a társulás fejlődése a „nulláról” indul, nincsenek emléknymok semmiféle korábbi növényzetről
 - biotikus szukcesszió változatlan makroklimatikus viszonyok között zajlik
 - természetes szukcesszió emberi beavatkozás nélkül

A szukcesszió kezdő stádiuma a pionír társulás (kevés, főként r stratégista fajjal, alacsony diverzitás) végső stádiuma a klimax társulás, amely az adott terület klímaviszonyai mellett a legbonyolultabb, legnagyobb szervezettségű (diverzitású) társulás (főként k stratégista fajokkal) (Magyarország területének legnagyobb részén ilyenek a lombos erdőtársulások)

Elsődleges szukcesszió



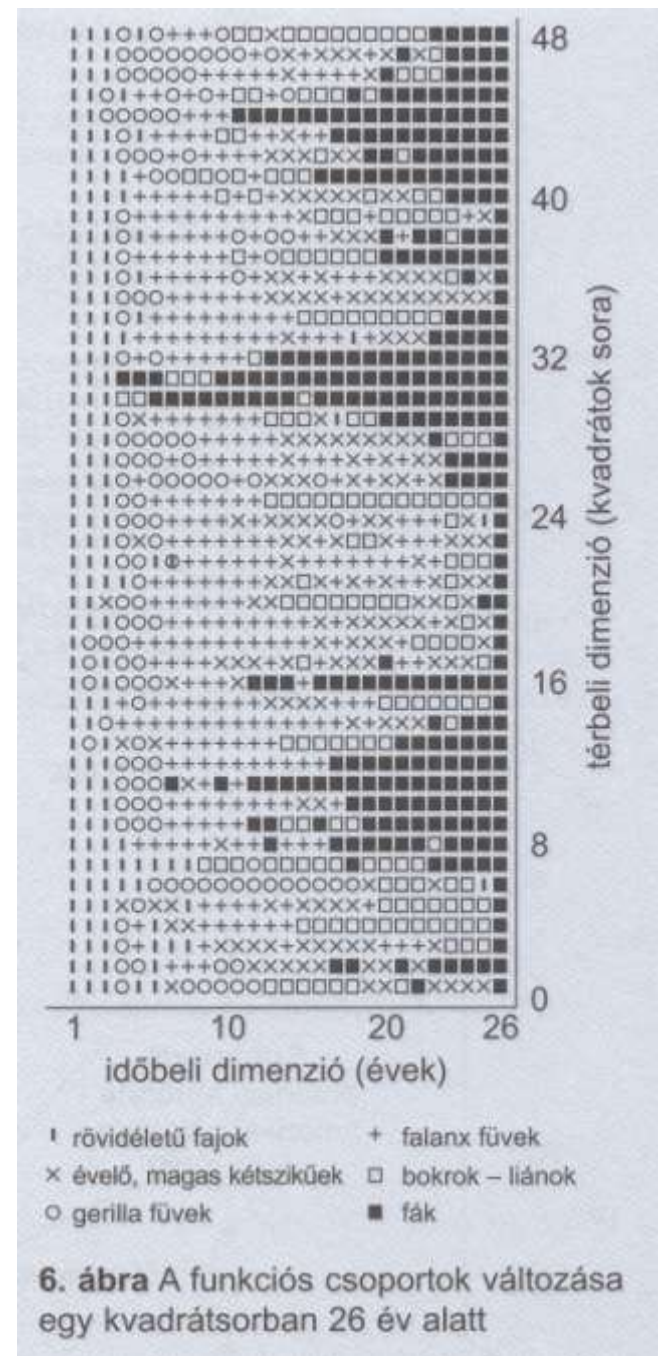
1. ábra A Gleccser-öböl térképe. Az egyes vonalak mutatják a jég visszahúzódásának állapotát a különböző időpontokban (CROCKER és MAJOR 1955 nyomán).



2. ábra A talaj nitrogéntartalmának változása a Gleccser-öbölben (forrás: CROCKER és MAJOR 1955).

Szukcesszió

A kezdeti, pionír társulásokban az r stratégisták dominálnak a végső, klimax, társulás felé haladva nő a K stratégisták aránya a társulásban

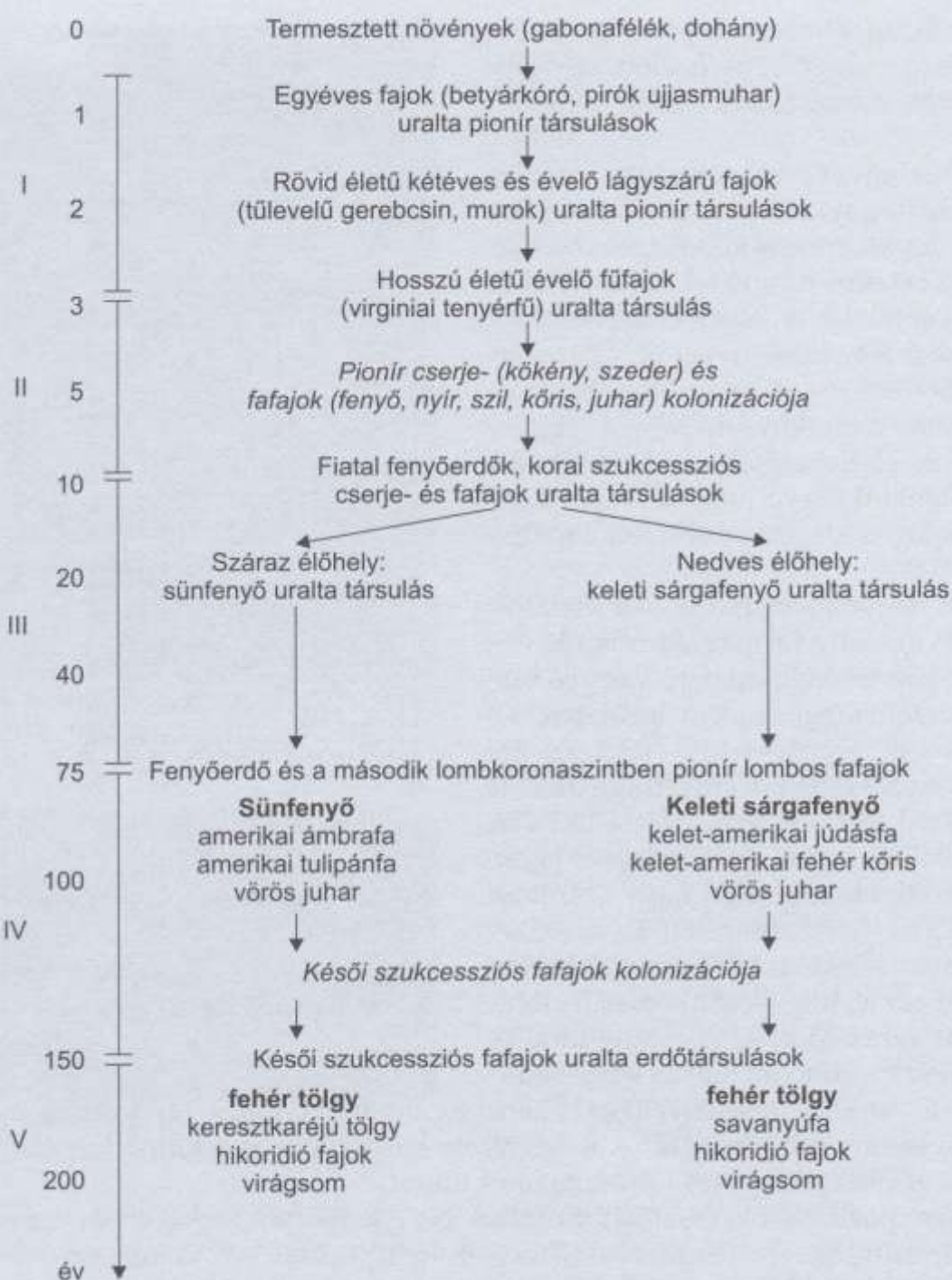


Közösségek dinamikája – Szukcesszió folyamata

A társulások időbeli egymás után következése, változik a fajösszetétel, a közösség szerkezete és működése



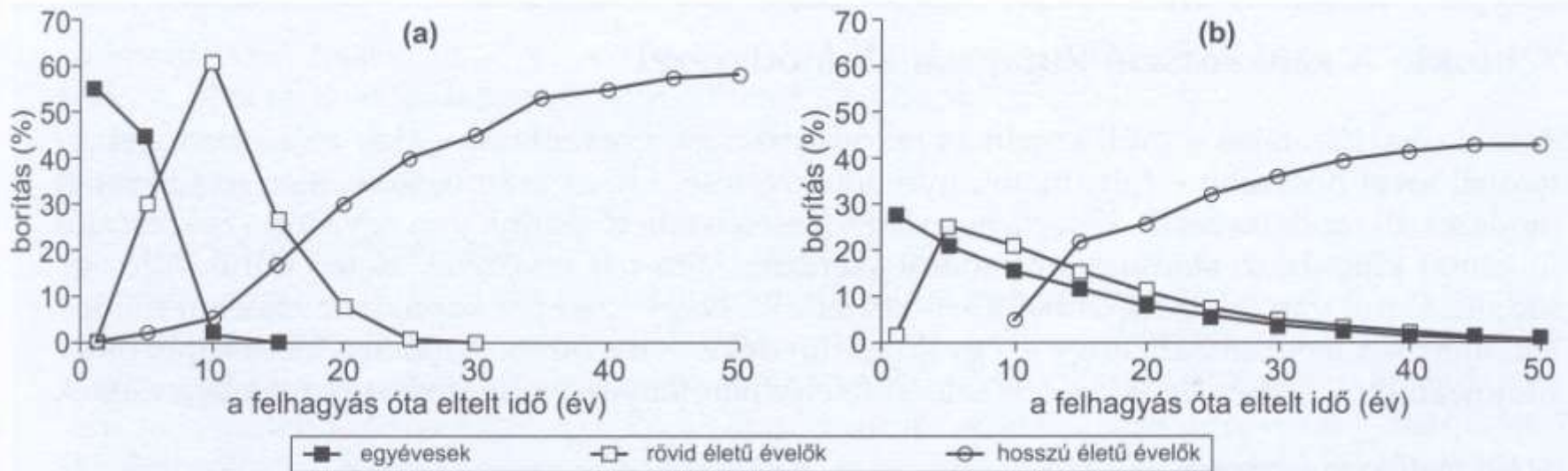
- Másodlagos szukcesszió a folyamat nem a „nulláról”, vannak emléknymok a változás előtti növényzetről (pl. emberi beavatkozás után, tüzek, áradások után)
- Ha a szukcesszió a klimax felé halad, akkor progresszív, ha a leromlás felé halad (pl. gyomosodás), akkor regresszív irányú (Degradáció)



7. ábra Parlagszukcesszió sémája az USA keleti partvidékén. A szukcesszió öt, főbb szakaszra bontható (I–V). Az eltelt évek száma a függőleges vonal mentén látható. Érdekes, hogy a folyamat képes elágazni (az 1. blokkban bemutatott, elsődleges szukcessziós példához hasonlóan). A száraz- és nedves élőhelyeken más-más fenyőfaj lesz uralkodó, s ezek eltérő módon terelik tovább a szukcessziót. Érdeemes megjegyezni, hogy a zárótársulás legtöbb fafájának már a megjelenéséhez is kb. 75 évre van szükség, és a tipikus, sokszintű, fajgazdag erdőtársulások kialakulásához legalább 150 év szükséges.

Másodlagos szukcesszió

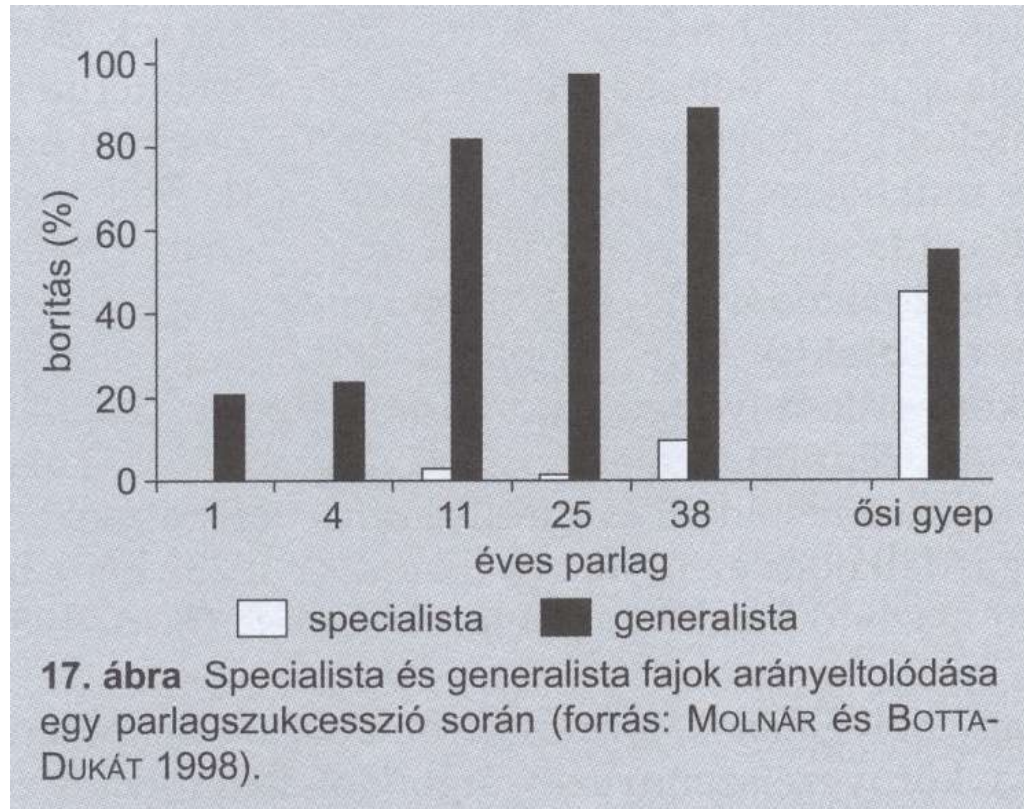
Másodlagos szukcesszió



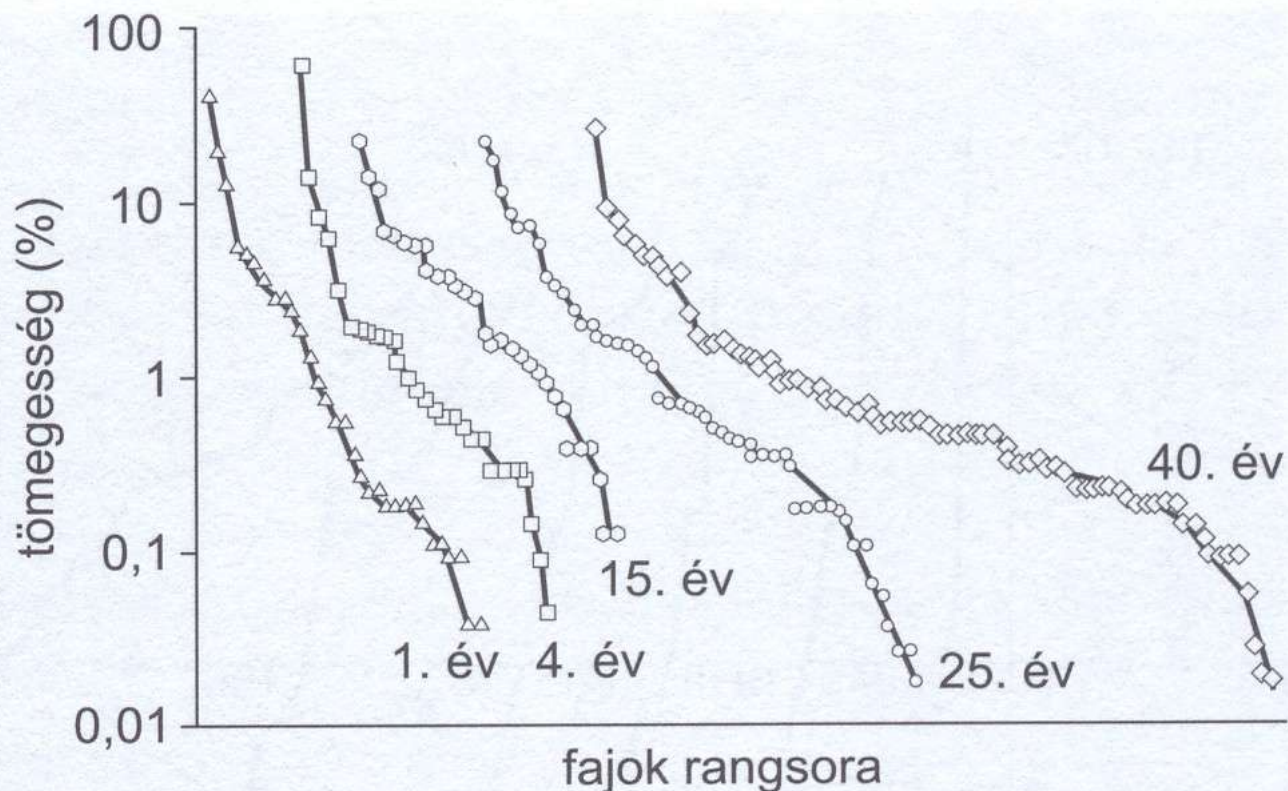
8. ábra A fajok borításának változása száraz parlagok szukcessziója során (a) Csehországban (OSBORNova és mtsai 1990 nyomán), és (b) Észak-Amerikában (Minnesota, TILMAN 1990 nyomán). A fajok helyett az életformákat tüntetjük fel, azt látjuk, hogy a két szukcesszió teljesen eltérő, ha azonban a fajok helyett az életformákat tüntetjük fel, azt látjuk, hogy a két szukcesszió me-
nete hasonló. Általában is igaz, hogy ha a közösségek leírására a fajlistát használjuk, akkor a távoli területek közösségei nagyon különbözni fognak. Ha viszont valamilyen származtatott jellemzőt használunk, akkor általános érvényű szabályokat találhatunk.

Másodlagos szukcesszió

Időigény



Restaurációs ökológia – degradált élőhelyek mesterséges javítása, természetközeli élőhelyek helyreállítása, regeneráció elősegítése

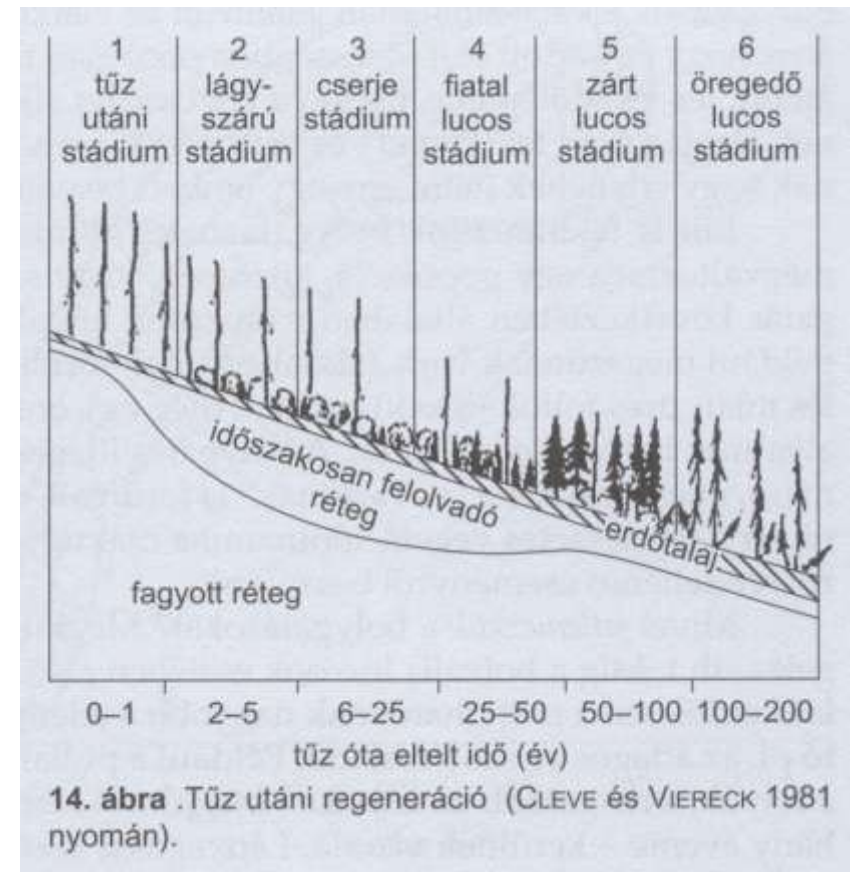
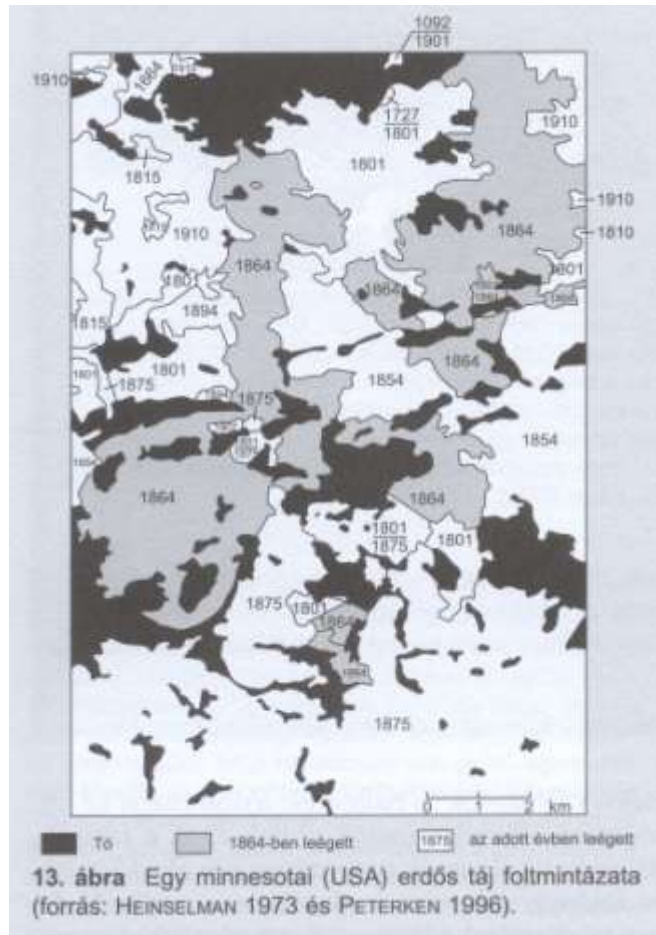


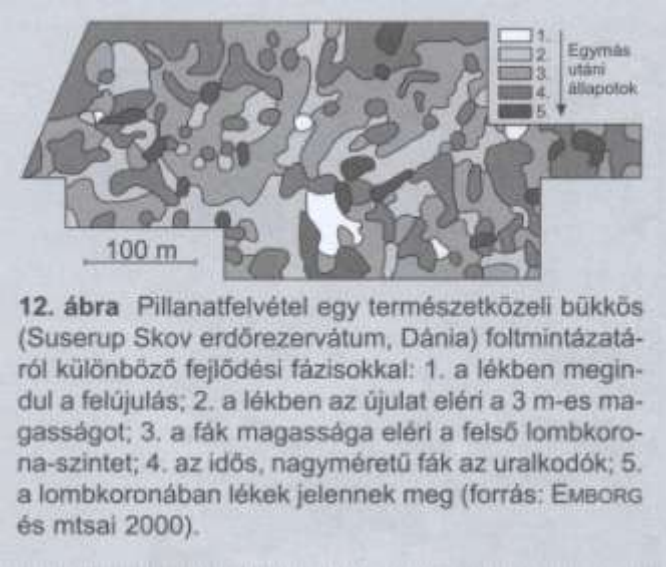
8. ábra A tömegességi rangsor változása 40 év alatt, egy felhagyott szántóföld beerdősülése során (Dél-Illinois, USA). A függőleges tengelyen borításadatok szerepelnek logaritmikus skálán. Látható, hogy a parlag szukcessziója során nő a fajszaám, és egyre kiegyenlítettebbé válnak a fajok közötti tömegarányok. A korai stádiumban (első év) a mértani sorozat szerinti eloszlás jellemző. A 40 éves parlagnál már lognormál eloszlást látunk (BAZZAZ 1975 nyomán, módosítva).

Bolygatások szerepe a növényközösségekben

Foltdinamika

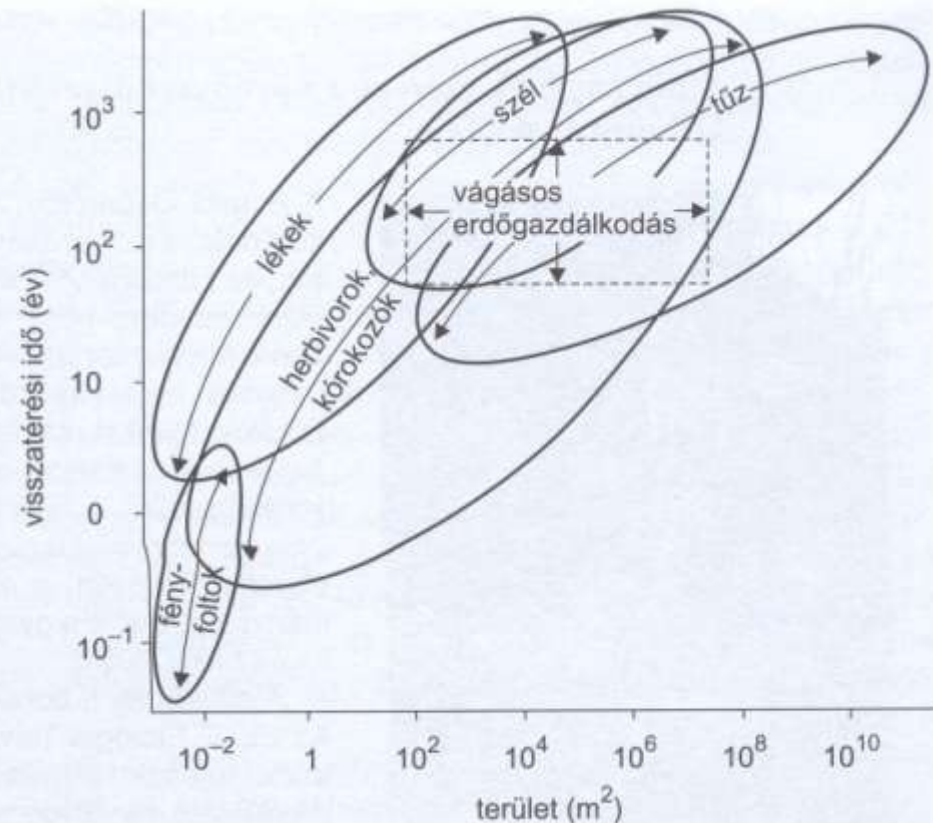
Erdőtüzek szerepe





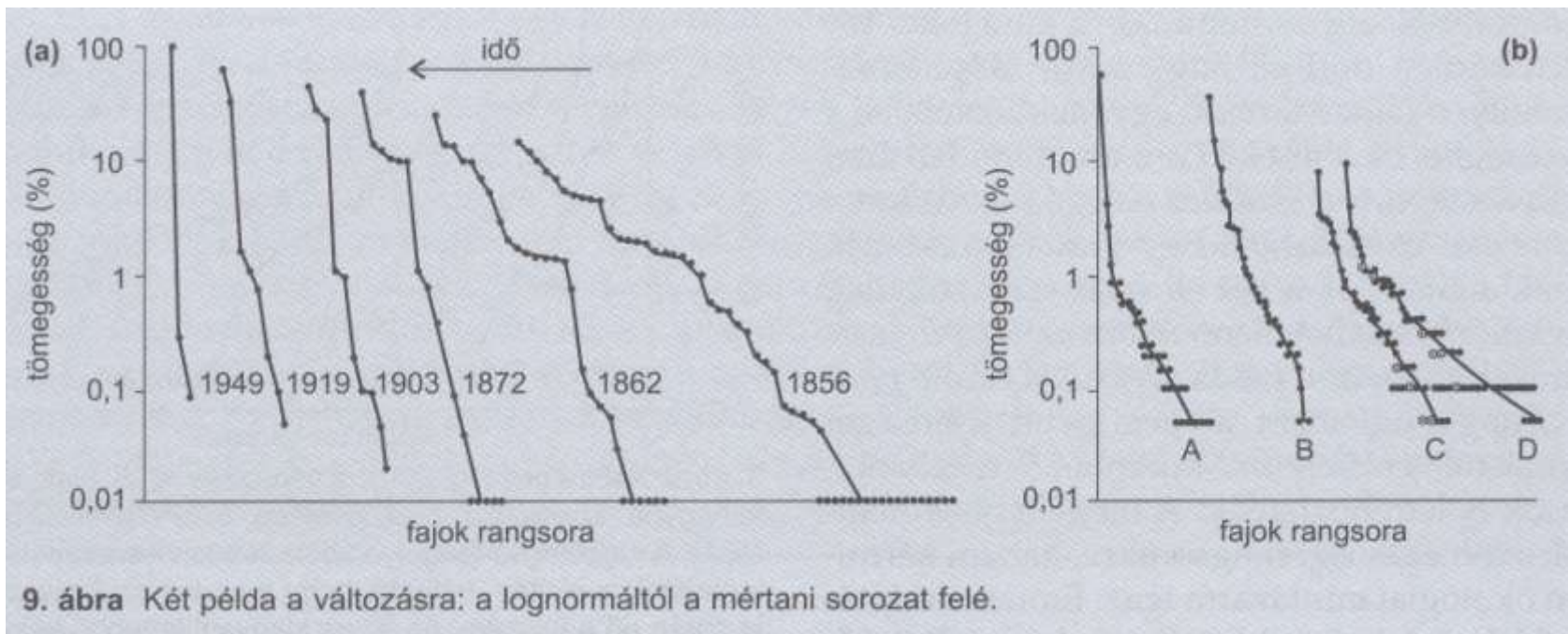
A természetes időbeli és térbeli léptékű bolygatásoknak fontos szerepük van az adott területre jellemző növénytársulások tartós fennmaradása érdekében

15. ábra Néhány főbb bolygatási típus az erdőkben. A vízszintes tengelyen a bolygatás térbeli kiterjedését látjuk, a függőleges tengelyen pedig a gyakoriságát, melyet az azal jellemzünk, hogy átlagosan hány évenként fordul elő (ún. visszatérési idő). A tengelyek logaritmikus skálázásúak, az ábrázolt régiók mindössze durva, nagyságrendi becslést adnak. Látható, hogy a térbeli és az időbeli lépték között összefüggés van: nagy területű bolygatás általában ritkábban következik be. A vágásos erdőgazdálkodás (----) a viszonylag nagymérvű bolygatások nagyságrendjébe esik (SPIES és TURNER 1999 nyomán).



Degradáció

- (a) Intenzív műtrágyázás hatása egy gyepterületen, 1856-1949
- (b) Legeltetés hatása (a-nincs legelés, b- erős legelés, c- mérsékelt legelés, d- enyhe legelés)

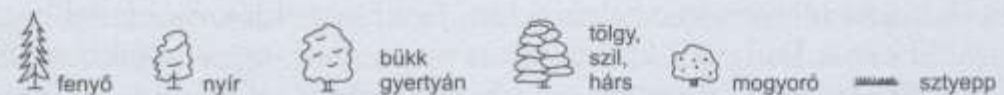


Szukcesszió

- szekuláris szukcesszió a klimatikus viszonyok hatására alakul és soha nem ismétlődik meg

19. ábra A holocén főbb korszakai (JÁRAI-KOMLÓDI 1997 nyomán).

Hegyvidék	Alföld	Növényzeti korbeosztás	Régészeti korbeosztás	Időskála (BP)
		Bükk II.	A vaskortól napjainkig	0
		Bükk I.	Vaskor	2500
		Tölgy	Bronzkor	5000
		Mogyoró	Rézkor	5000
		Fenyő-nyír	Újkőkor	8000
		„Jégkorszak”	Középső kőkor	9000
			Őskőkor	10 000
				15 000



18. ábra Európa feltételezhető növényzete tízezer évvel ezelőtt (forrás: LANG 1994, idézi JÁRAI-KOMLÓDI 1997).

Szekuláris szukcesszió főbb fázisai a Kárpát-medencében a jégkorszaktól

09.12