

**IX. Természetvédelmi Biológiai Konferencia
Szeged, 2014. 11. 20-23.**

**Gének, perempopulációk,
klímaváltozás, teendők**

**Bereczki Judit, Pecsénye Katalin, Tóth János,
Varga Zoltán**

**Debreceni Egyetem TTK
Evolúciós Állattani Tanszék**

Gének, populációk, fajok

„*A diverzitás diverz*” (JNP), mert több szintű:

Biological diversity is manifested at many spatial scales and at many levels of organization, ranging from landscapes comprised of multiple ecosystems and species populations to genotypes within individual species (NOSS 1990).

A faj-diverzitás megőrzése ezért többről szól, mint a veszélyeztetett fajok védelméről:

- ❖ Magába foglalja a **biodiverzitás** különféle **kapcsolatainak** és **sokféleségének** („*a diverzitás diverzitásának*”) megértését;
- ❖ **Nem alkalmazott tudomány**, de elősegíti a **biodiverzitás megőrzés** különböző **alkalmazott vonatkozásainak** megértését is;
- ❖ Nem annyira az aktív konzervációs tevékenységet, hanem a **konzervációs stratégiai tervezést** segíti

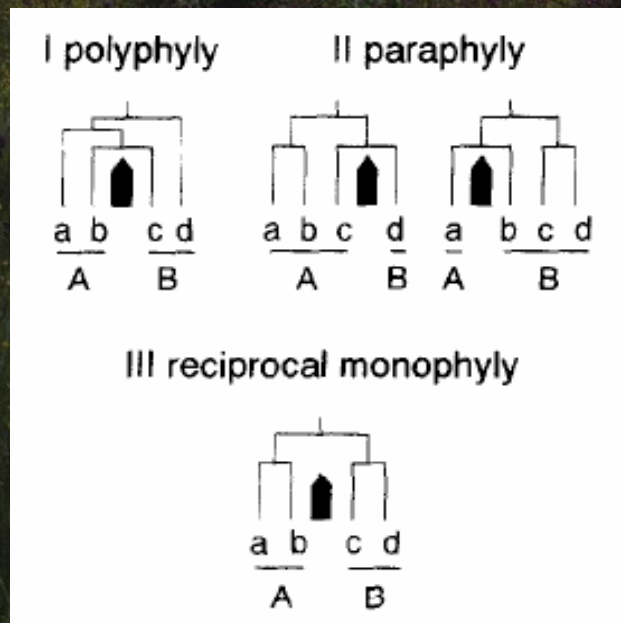
„*Diversity is Diverse and Complex!*”

Gének, populációk, fajok

Elegendő-e a *fajmegőrzés*?

A biológiai sokféleséget a fajfogalom, illetve a fajsám csak erősen *leegyszerűsítve* képezi le. Ebből fakadó kérdések:

- ❖ Redukálható-e a *biodiverzitás* pusztán a rendszerben jelenlévő **fajok számára**?
- ❖ Minden faj egyformán fontos-e a biodiverzitás szempontjából?
- ❖ Elégségesek-e a faj-diverzitás kifejezésére a *közkeletű fajdefiníciók*?



Evolúciósan szignifikáns egység (ESU)

Feltételek:

- *genetikai differenciálódás, ez részleges reprodukív izolációval párosul;*
- *földrajzilag jól körülhatárolható terület;*
- *ökológiai differenciálódás;*
- *kölcsönösen monofiletikus eredet.*

C. Moritz: Defining Evolutionarily

Significant Units for Conservation *TREE* 1994

Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

ESU mint természeti erőforrás („*service*”)

Gazdasági és fajmegőrzési jelentőségű példák:

❖ **Csendes-óceáni lazac: Pacific salmon, *Oncorhynchus* spp .**

Waples 1991. The definition of ‘species’ under the endangered species act.

Marine Fisheries Review 53: 11–22 ,

ill. lazacfélék (*Lahontan Cutthroat Trout*)

Peacock et al. 2010 *Trans. Amer. Fisheries Soc.* 139:382–395

❖ **Kaliforniai tölgy (California valley oak – *Quercus lobata*)**

Sork et al. *Sixth California Oak Symposium: Today’s Challenges, Tomorrow’s Opportunities*, October 9-11, 2006, Rohnert Park, California

❖ **Európai bükk (*Fagus sylvatica*) – ”rear edge” populációk**

(Magri et al. 2006 *Mol. Ecol.*; Hampe & Petit 2005 *Ecol. Lett.*)

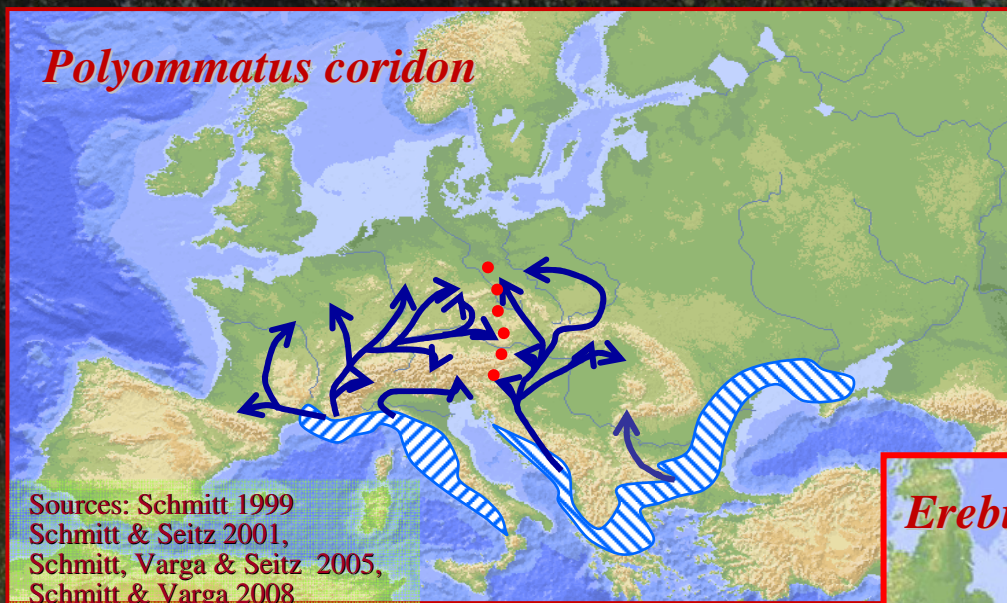
❖ **Óriás panda (*Ailuropoda melaleuca*)**

Zhu et al. 2013. *BMC Evolutionary Biology* 13:227 ff.

További esettanulmányok – Kárpát-medence

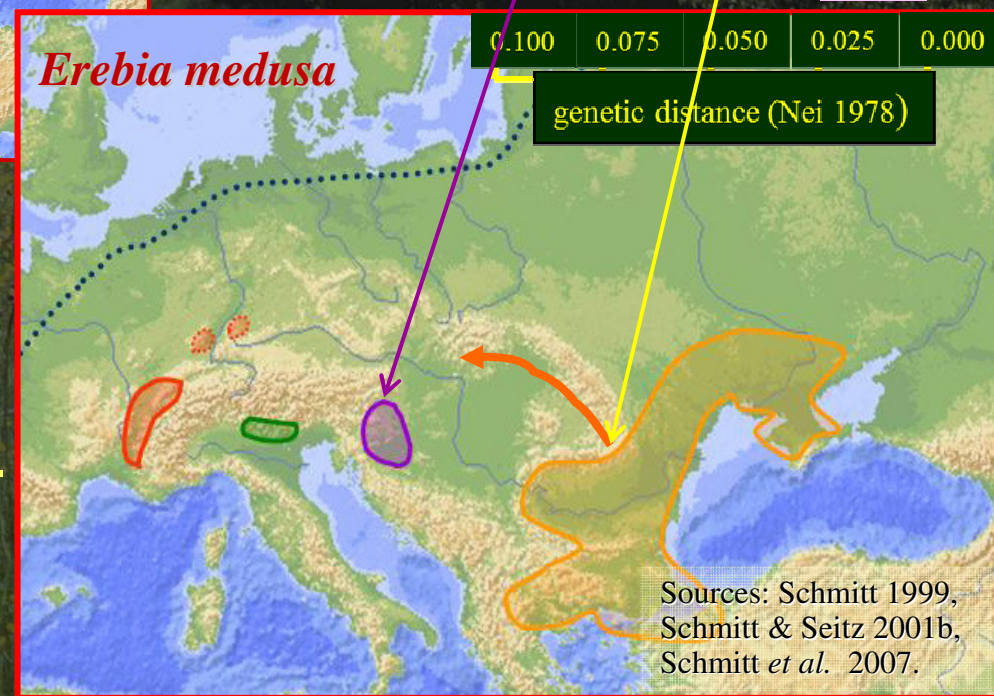
Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Két irodalmi alapeset: bicentrikus mediterrán faj, illetve policentrikus extramediterrán faj.



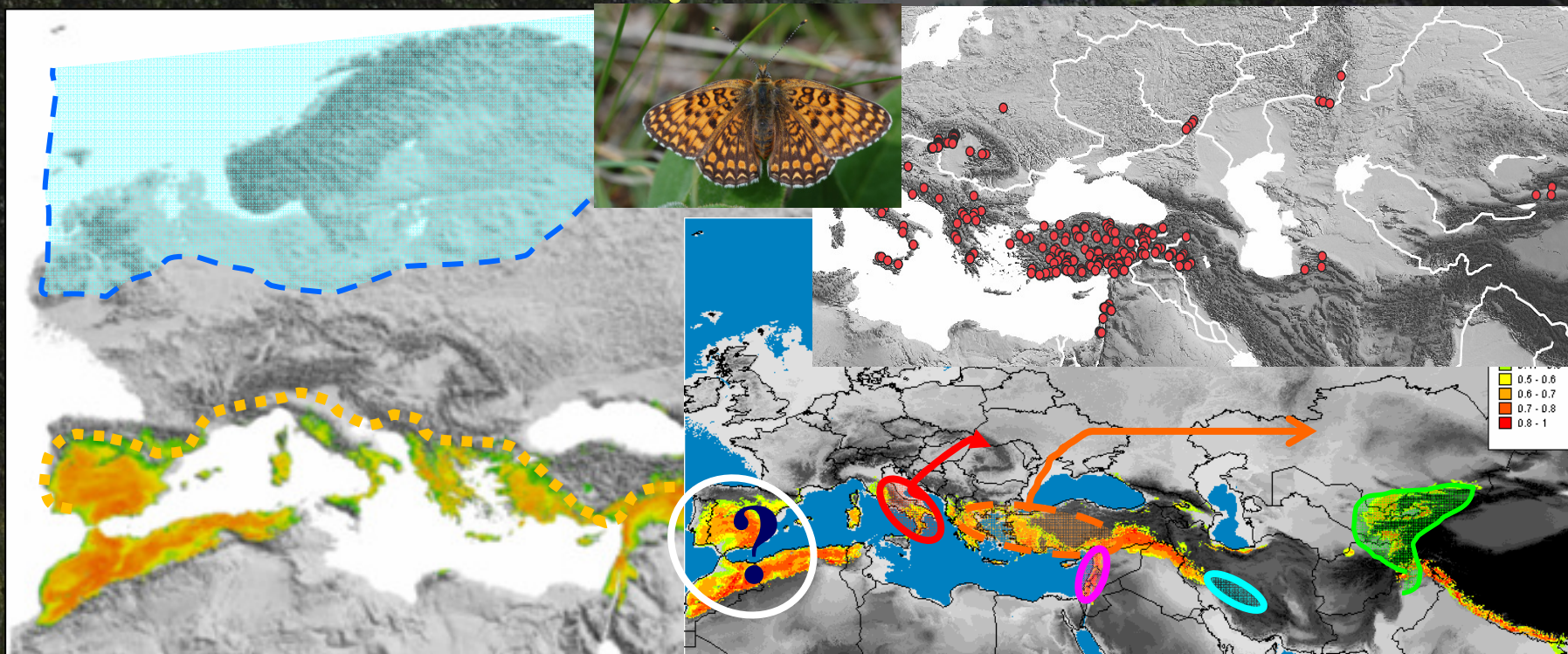
Az ezüstkék boglárka a Kárpát-medencében *monocentrikus*, enzimlokuszok átlagos allélszáma magas, tőlünk É-ra >>.

A tavaszi szerecsenlepke a Kárpát-medencében *policentrikus*, az illír-K-alpesi alak genetikailag eltérő. Evolúciósan szignifikáns egységek.



Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Esettanulmány I. – *Melitaea ornata*



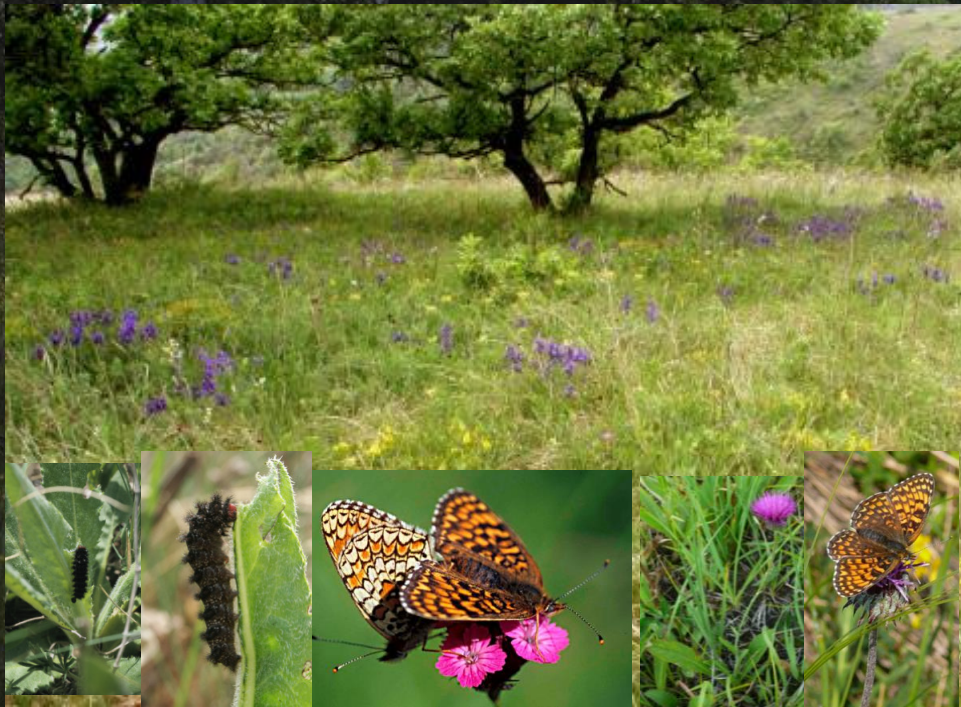
A *Melitaea ornata* policentrikus pontomediterrán-turkesztáni faj. A klimatikus „niche” elemzés megmutatja a potenciális LGM menedékterületeket. A molekuláris filogenetikai elemzés (legalább) négy evolúciósan szignifikáns egységet igazol. A kárpát-medencei endemikus alfaj (*M. ornata kovacsi*) *leading edge* jellegű áreaperem-populáció, egyetlen önálló evolúciósan szignifikáns egység.

Varga et al. 2003, 2007; Tennant et al. 2007; Tóth & Varga 2010, 2011; Tóth et al. 2012

Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Esettanulmány I. – *Melitaea ornata*

Klimatikus niche-modellezés: terjed-e a klímaváltozással? Valójában sebezhető! Az endemikus alfaj populációi izoláltak és mérsékelten variábilisak (sok fixált enzimlókus).



Teendő: mivel tápnövénysspecialista, az élőhelymegőrzés kulcsfontosságú.

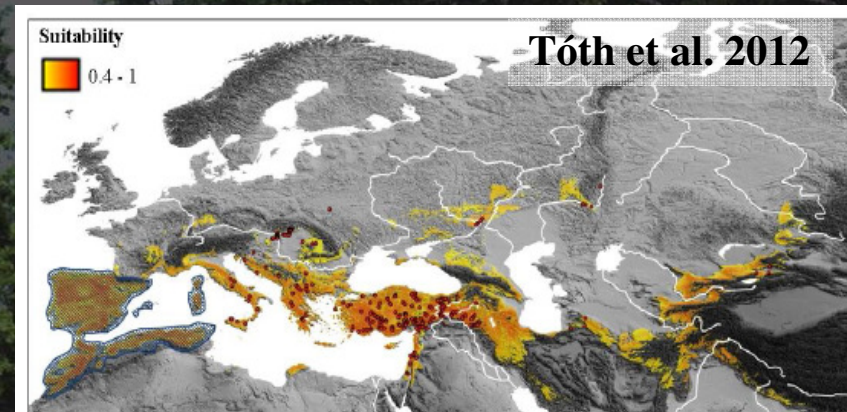
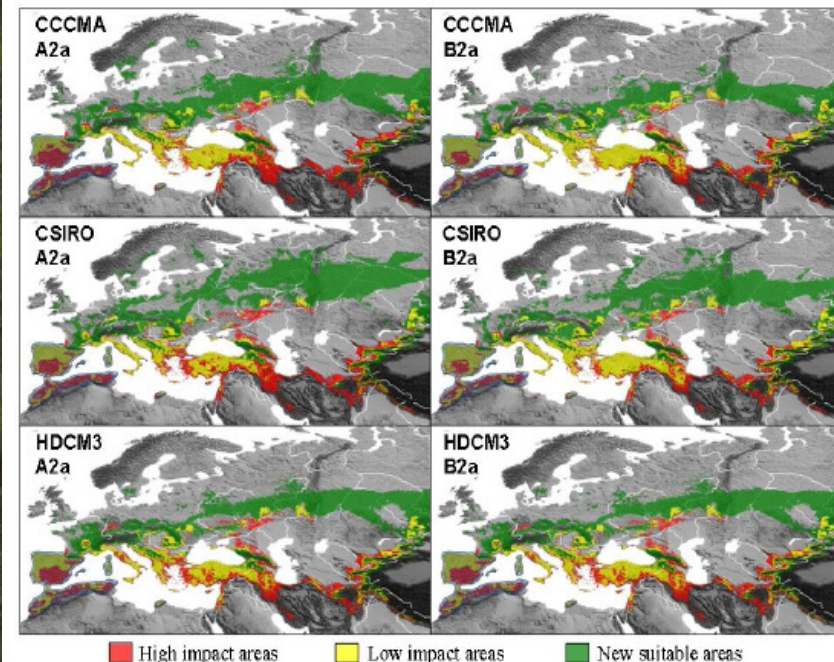
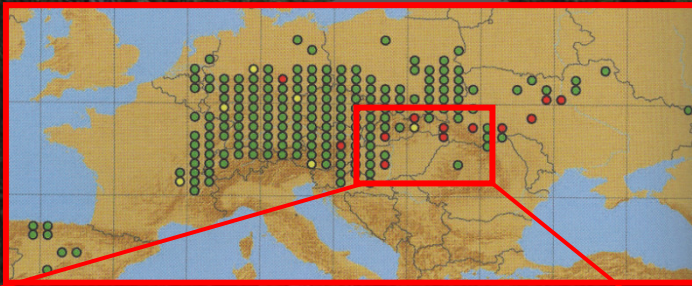


Fig. 3. Occurrence points (●) and the predicted potential present distribution. 253 presence localities from the Palearctic region used in the modeling process. Warmer colors indicate more suitable climate. The species is missing from North Africa and the Iberian Peninsula, although the climate is suitable (▨). We think the Pyrenees served as an effective barrier.

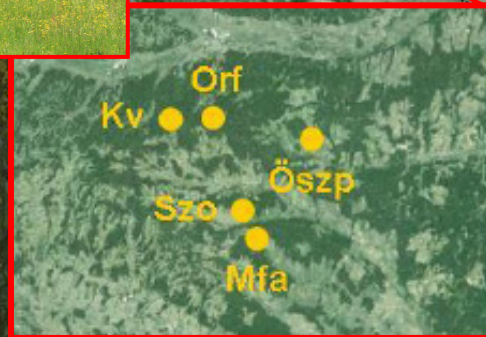
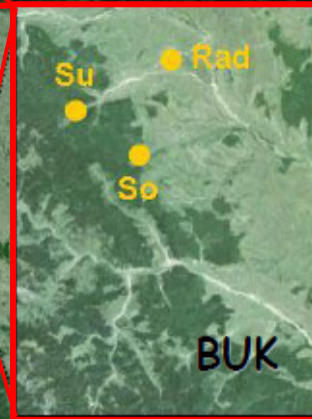


Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Esettanulmány II. – *Maculinea nausithous*

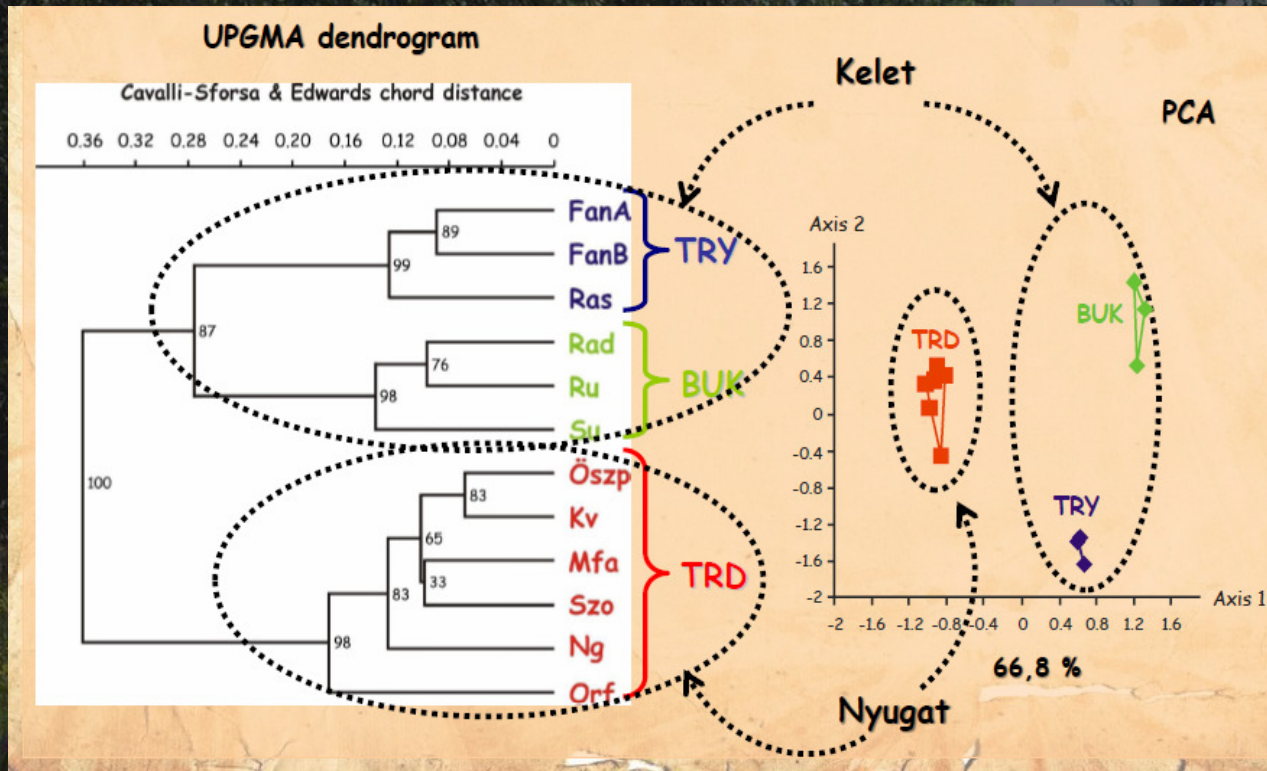


3 régió: 12 populáció
DNy-Dunántúl (5+1)
Erdélyi-medence (3)
Bukovina (3)

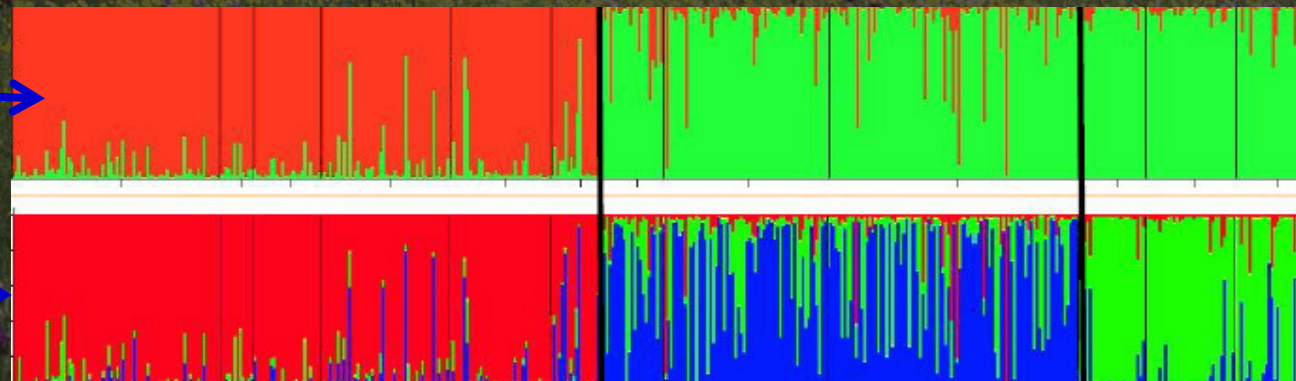
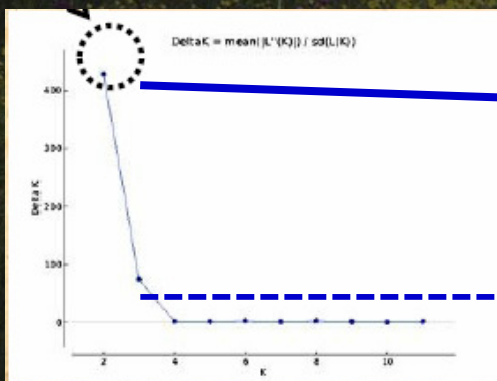
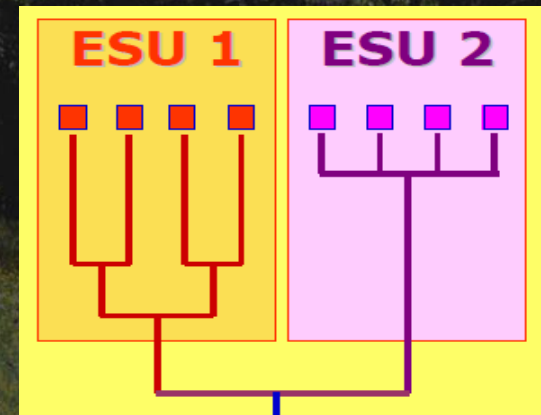


Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Esettanulmány II. – *Maculinea nausithous*

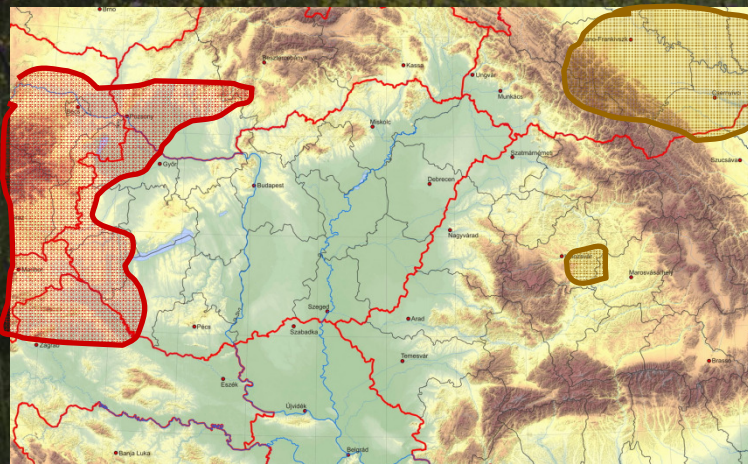
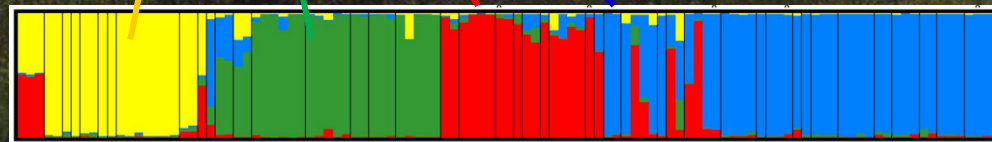
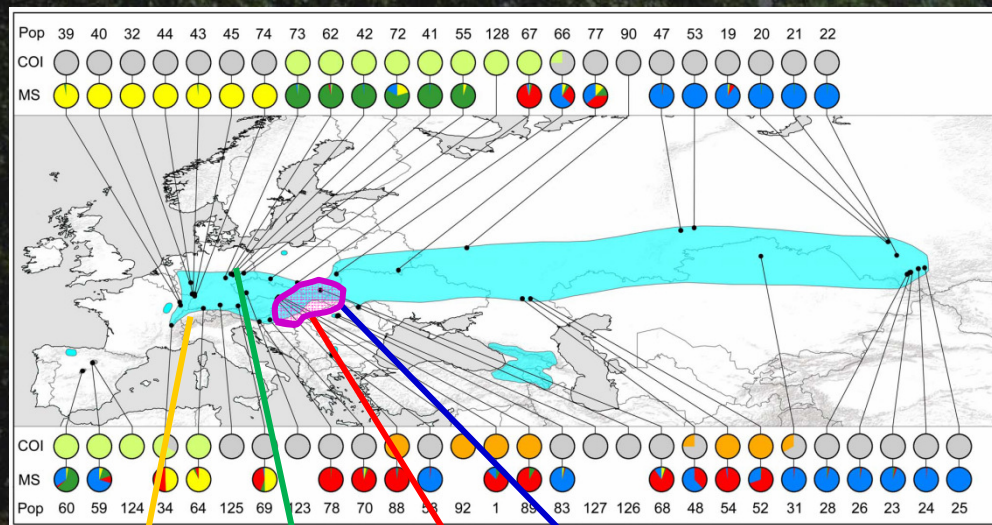


12 populáció, 17 lókuszt allélfrekvencia-adatai, két genetikailag és földrajzilag is elkülönülő populációcsoport



Evolúciósan szignifikáns egységek (ESU)

Esettanulmány II. – *Maculinea nausithous*



Az área genetikai szerkezete:
4 fő populációcsoport:

- (i) 3 európai *extramediterrán* gócterület +
- (ii) K-európai – D-szibériai *zonális* área.

Élőhely különböző:

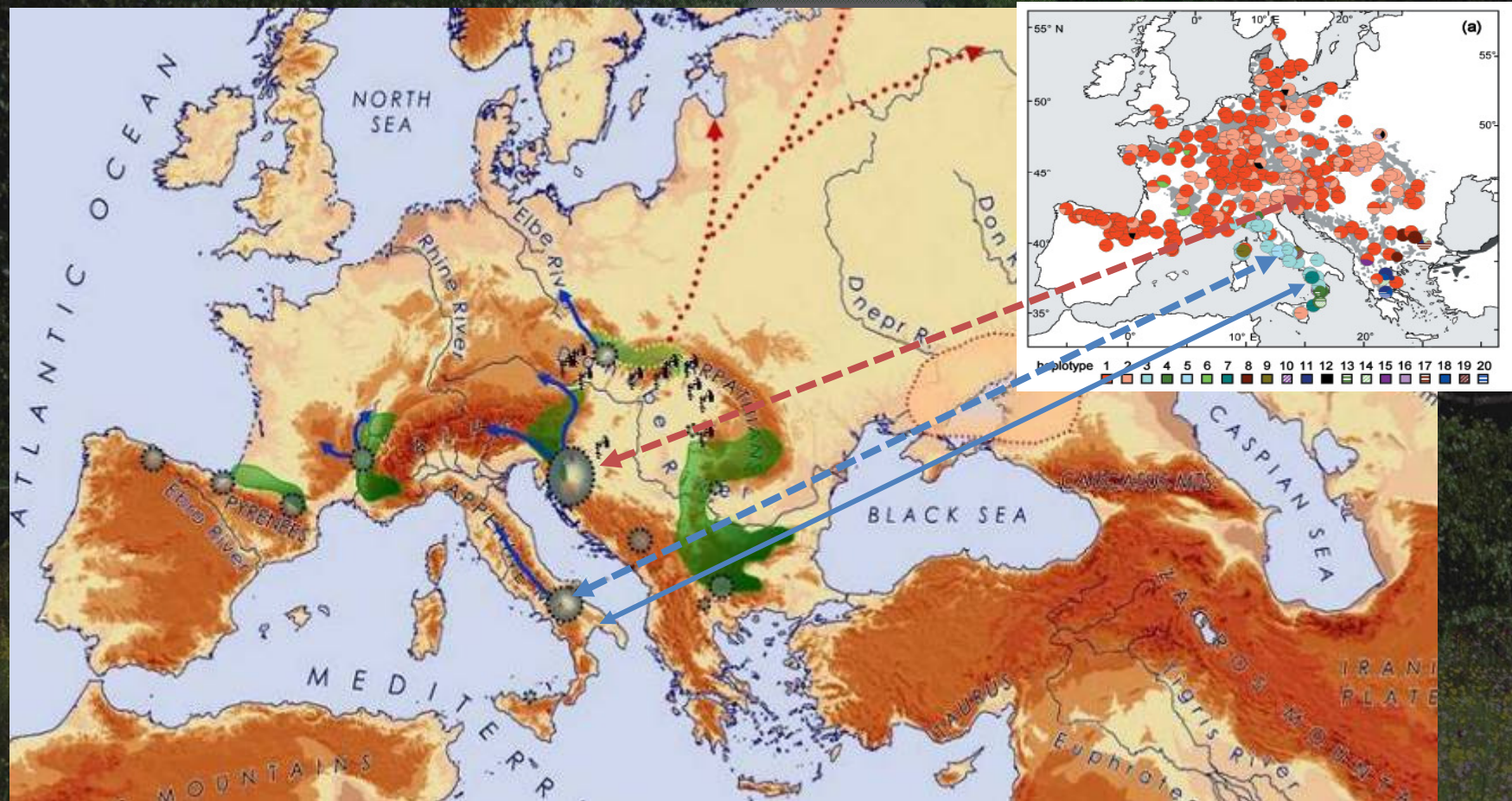
Ny-és Közép-Európa: nedves kaszálók, mocsár- és láprétek (szekunder);

a sztyeppei övezetben: magasfűvű, kétszíkűekben gazdag *rétsztyepp*!

A Kárpát-medencében eltérő az élőhelytípus és a gazda-hangyafaj is: *Myrmica rubra* vs *My. scabrinodis*.

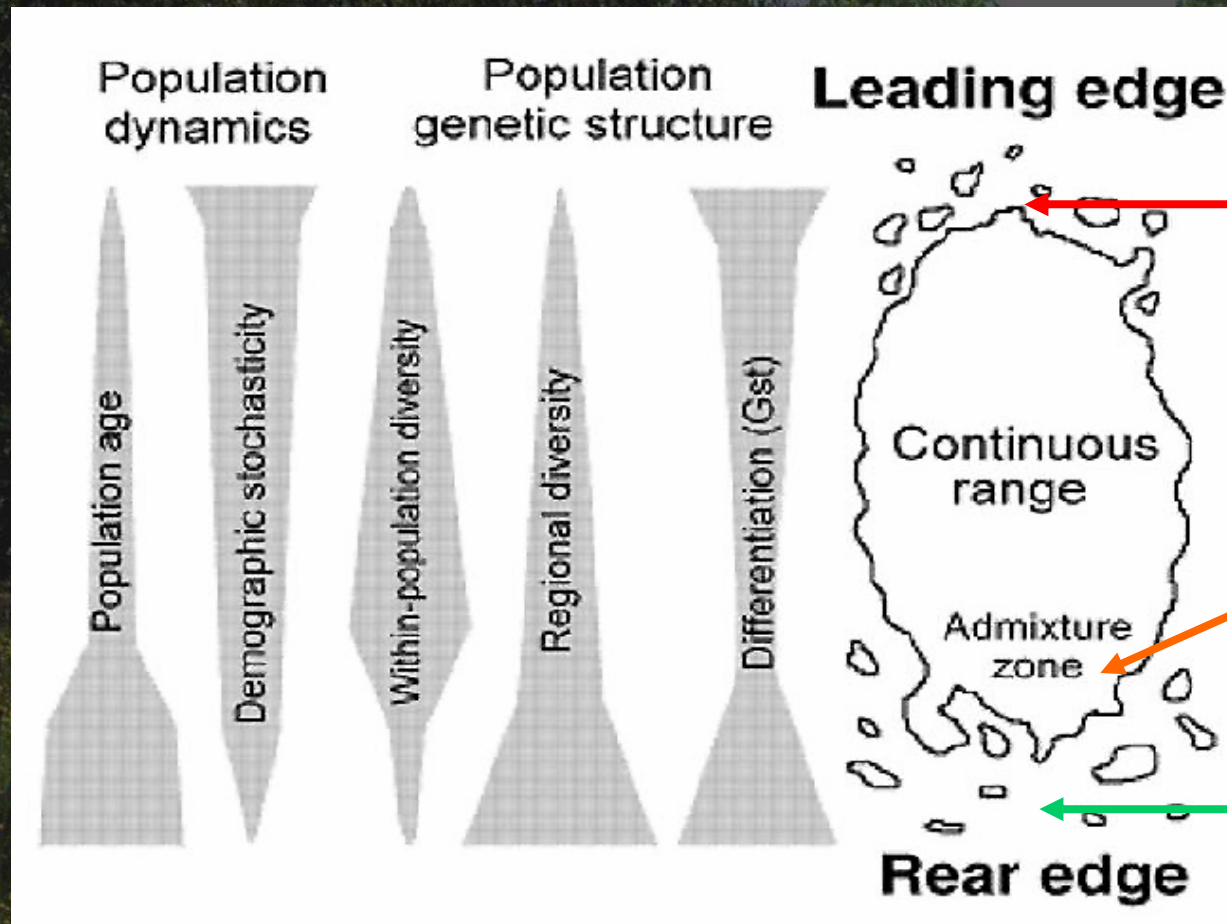
Következtetés: evolúciósan is és konzervációs szempontból is eltérő: *ESU* és *CSU* is!

A posztglaciális dinamika gócterületei



Sötétzöld foltok: túlevelű erdő-menedékterületek (Schmitt & Haubrich 2008).
Világoszöld folt barna nyilakkal: hidegtűrő erdei fajok északi-kárpáti refugiuma (túlevelűek, barnamedve, erdei pocok, keresztes vipera, stb.). Szürke körök kék nyilakkal: bükkös menedékterületek és terjedési irányok (Magri *et al.* 2006; Magri 2007). **Kis szimbólumok: peri-pannóniai erdő-refugiumok (Willis *et al.* 2000).**
Összeállítás: Varga in Assmann, Habel & Schmitt (ed) *Relict species in Europa*. Springer-Verl. 2010.

Az área „anatómiája” – genetikai szerkezet



Terjeszkedés
Alapító (founder) elv
Populációnövekedés
Hidegstressz

Genetikai típusok (ntDNA haplotípusok) keveredése

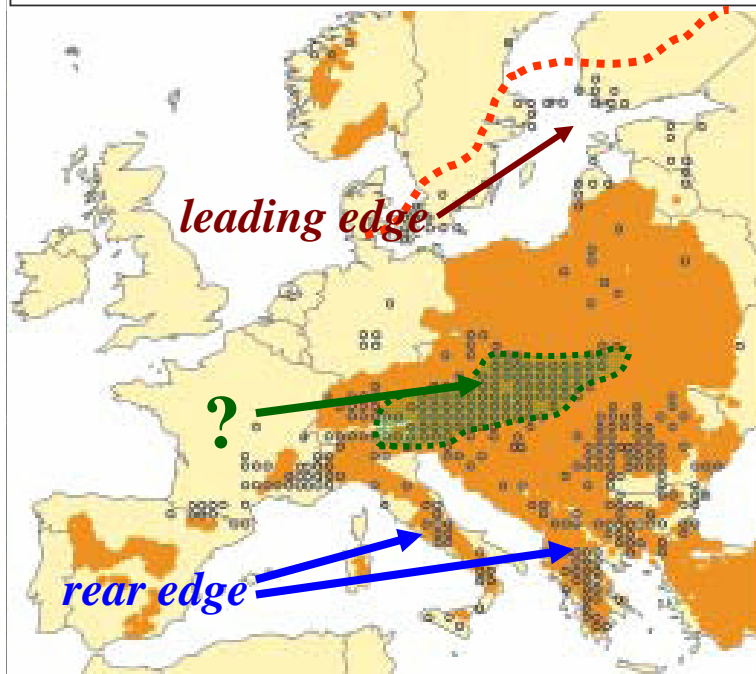
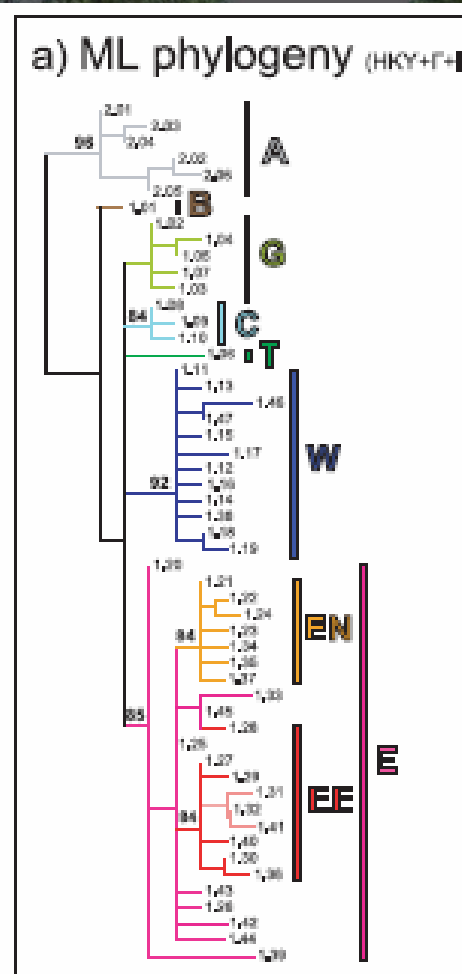
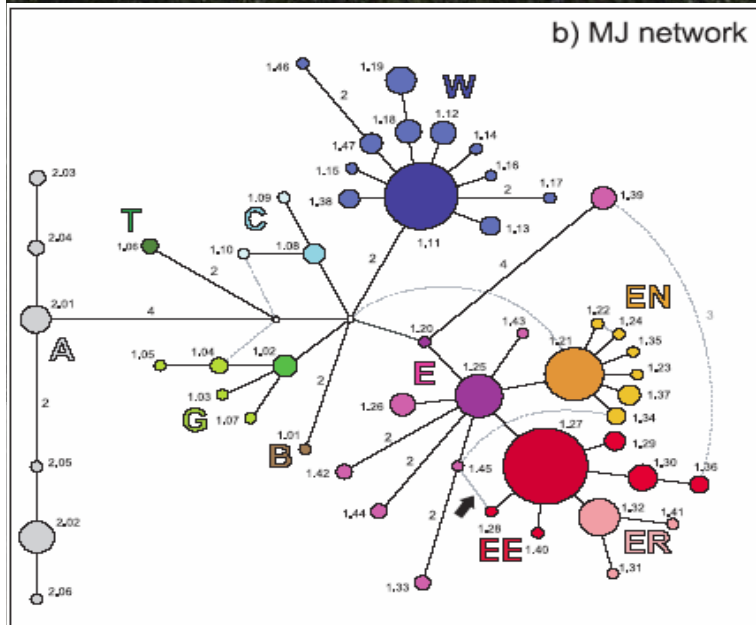
Stabil populációk
Genetikai differenciálódás
Lokális alkalmazkodások
Szárazságstressz

Hampe & Petit 2003

Az allopatrikus fajkeletkezés általában lassú. Erősen differenciált populációcsoportok (rasszok) ezért csak olyan területeken alakulhatnak ki, ahol a refugiális viszonyok tartósan, mind a hideg-, mind a melegebb fázisokban fennállnak („kettős refugiumhatás”). Ezek ma általában a „rear edge” területek, és a klímaváltozás által erősen érintettek!

Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Kis apollólepke *Parnassius mnemosyne*



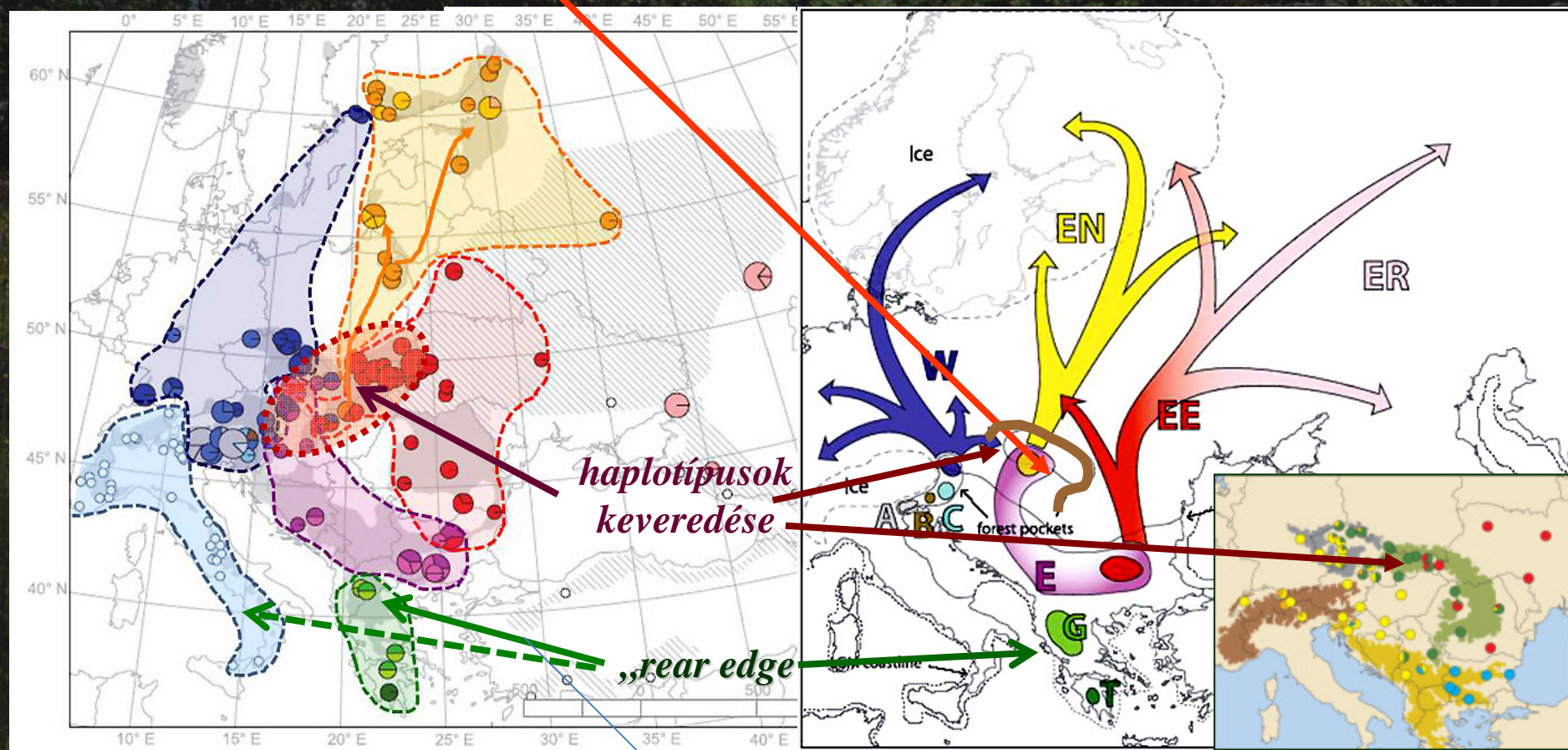
A faj keleti populációcsoportja a mtDNS CO1 haplotípusai alapján 4 fő csoportra oszlik: (BG-CT/W és EN/EE-E). A külcsoport a nyugati populációcsoport (A).
Gratton *et al.* 2008

Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

A kis apollólepke (*Parnassius mnemosyne*) déli COI haplotípusai a legerősebben differenciáltak és *nem terjedőképesek*. A „leading edge” populációk az *Alpok peremén*, a *Kárpátokban* és a *Balkán északi hegyvidékein* vannak. Haplotípusok keveredése az *Alpok peremvidékein* és a *Kárpát-medencében*.

Több ESU van-e jelen?

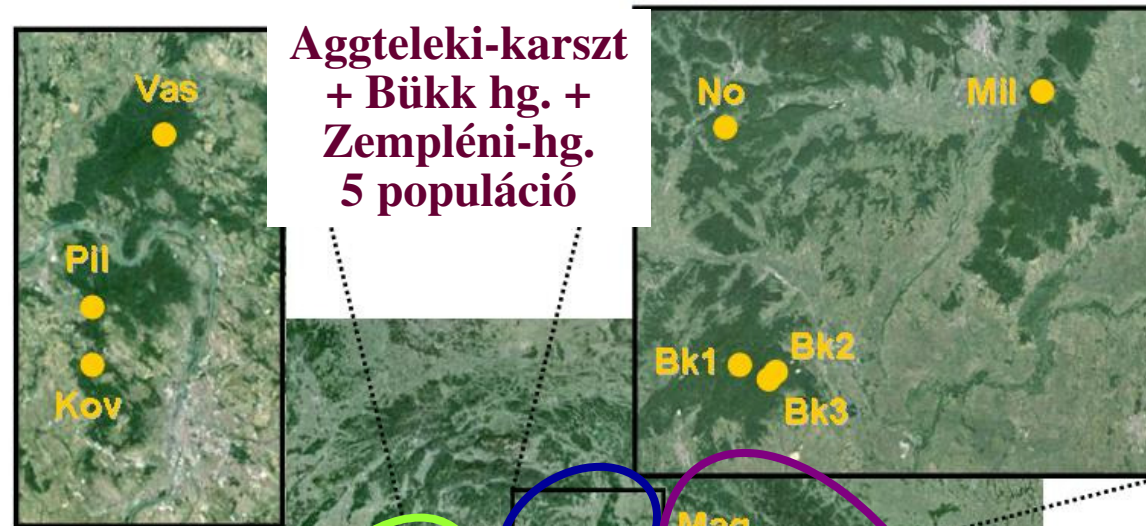
Gratton et al. 2008 *Mol. Ecol.*



Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Parnassius mnemosyne minták

4 fő régió: Dunántúli-középhegység, Északi-középhegység,
Körösök-vidéke, Partium + Erdélyi-szigethegység + Keleti-Kárpátok



**Aggteleki-karszt
+ Bükk hg. +
Zempléni-hg.
5 populáció**

**Visegrád-Pilis +
Balatonfelvidék
9 populáció**

**Partium +
Erdély
3 populáció**

**Körös-vidék
2 populáció**

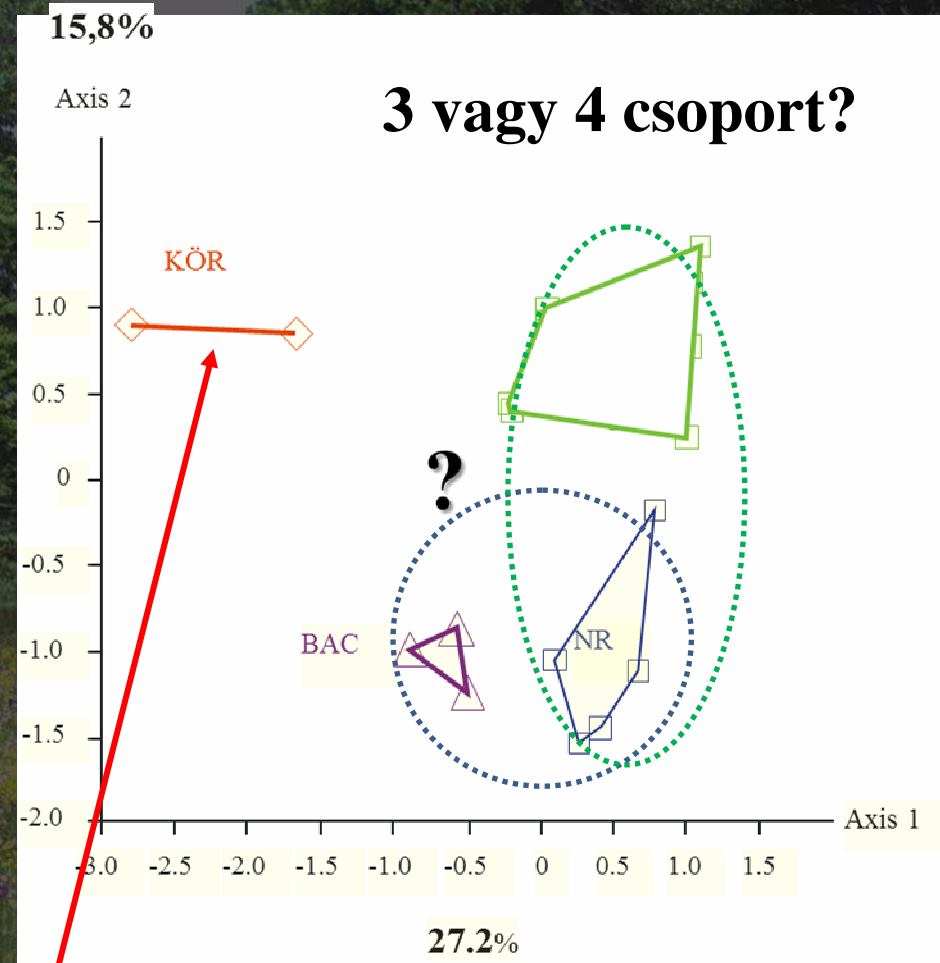
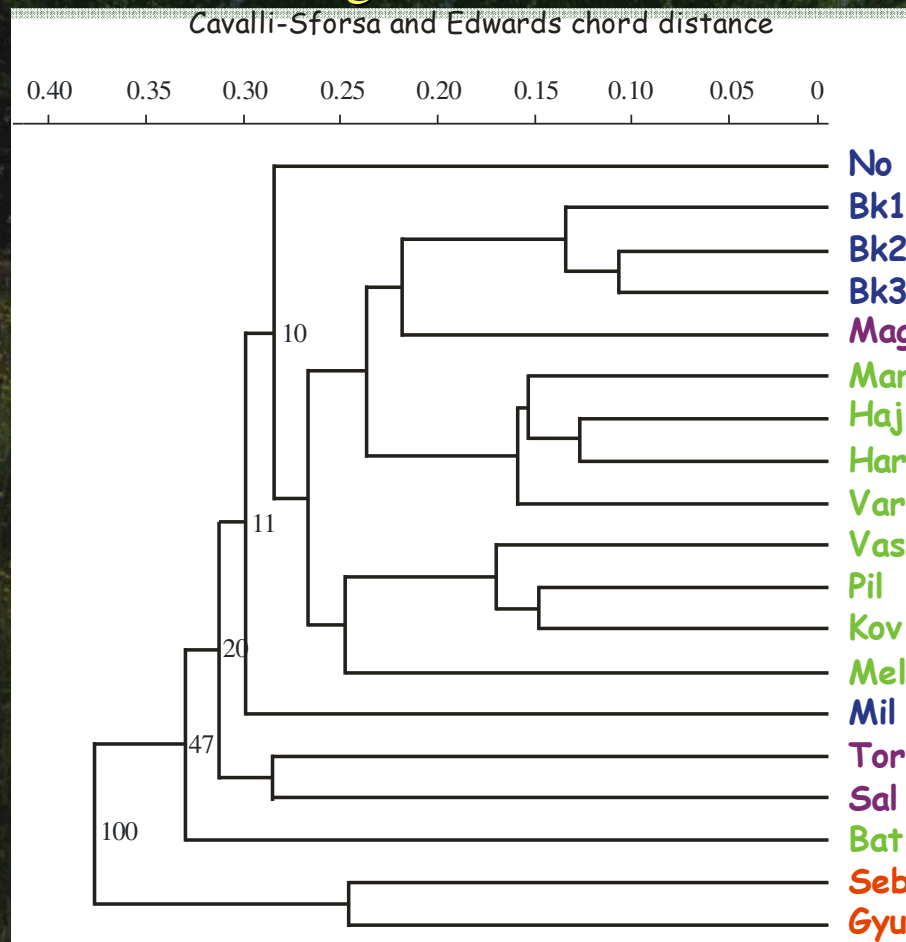


Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

14 enzimlókus, 83 allél,
Erősen polimorf: Est 16, átlag 6,1
Pgm 17, átlag 7,1

UPGM dendrogram

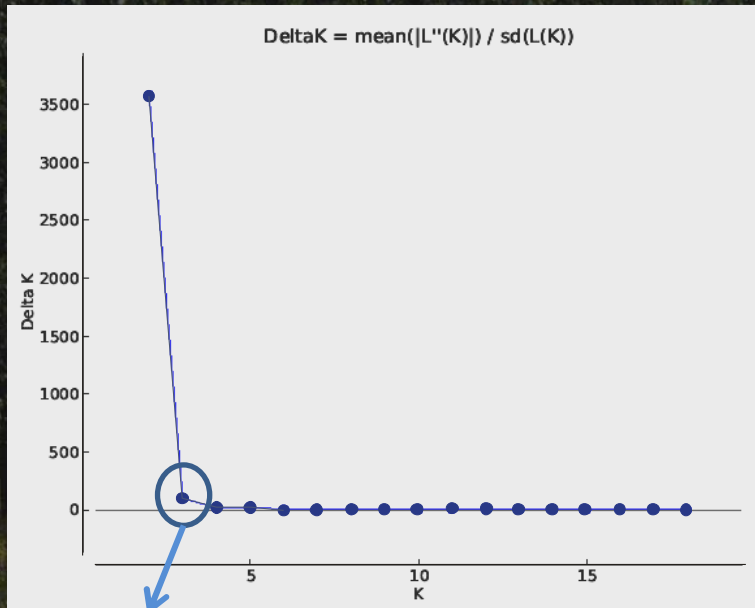
PCA



BAC: Szatmári-sík – Torockó (Székelykő) – Keleti-Kárpátok (Szováta)
NR: Aggteleki-karszt – Bükk-hg. – Zempléni-hg.
TDR: Visegrád-Pilis – Balatonfelvidék – Bakony
KÖR: Sebesfoki-erdő – Gyula-Városerdő

Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Bayesian-clustering 1

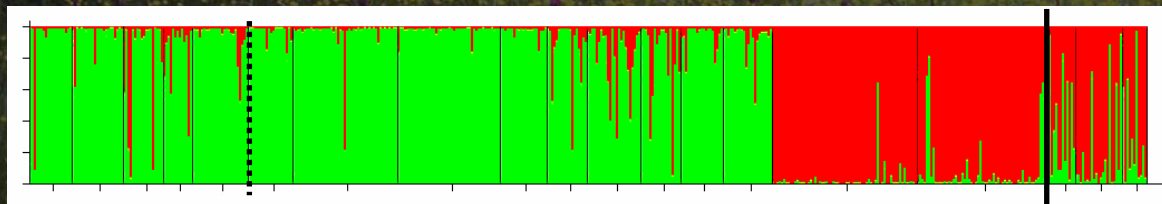
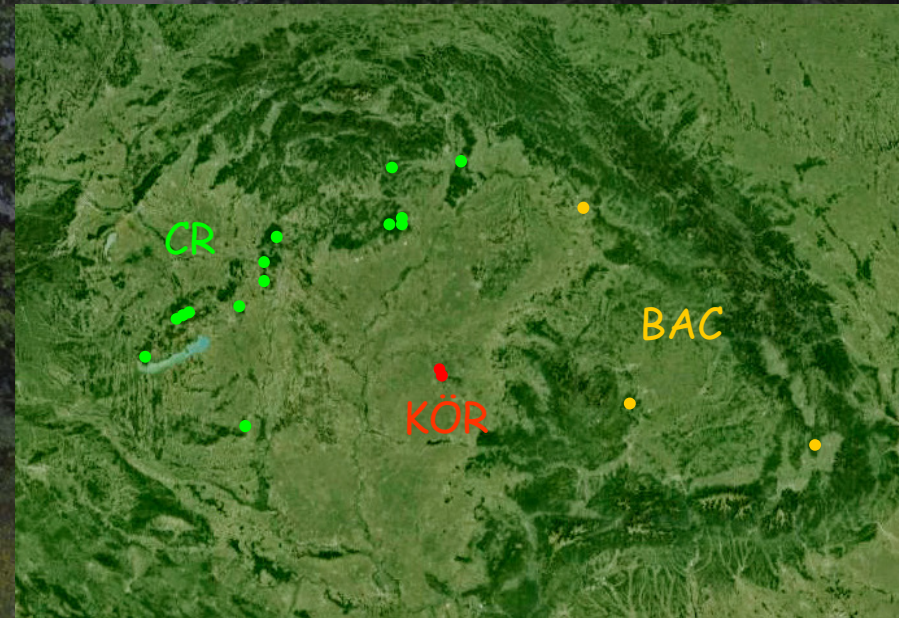


K=2

$F_{ST} = 0.124^{***}$

Cluster 1

Cluster 2



Északi-középg. Dunántúli-középg.

Körösök
vidéke

BAC

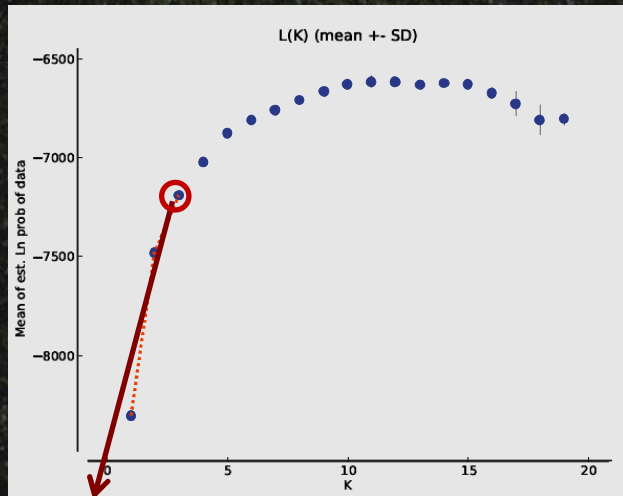
A „*STRUCTURE*”
eredménye nem egyezik
a PCA eredményével,
mert csak 2 fő csoport
mutatkozik.

A 3 keleti populáció
(„BAC régió”) átmeneti
jellegűnek tűnik (¿).

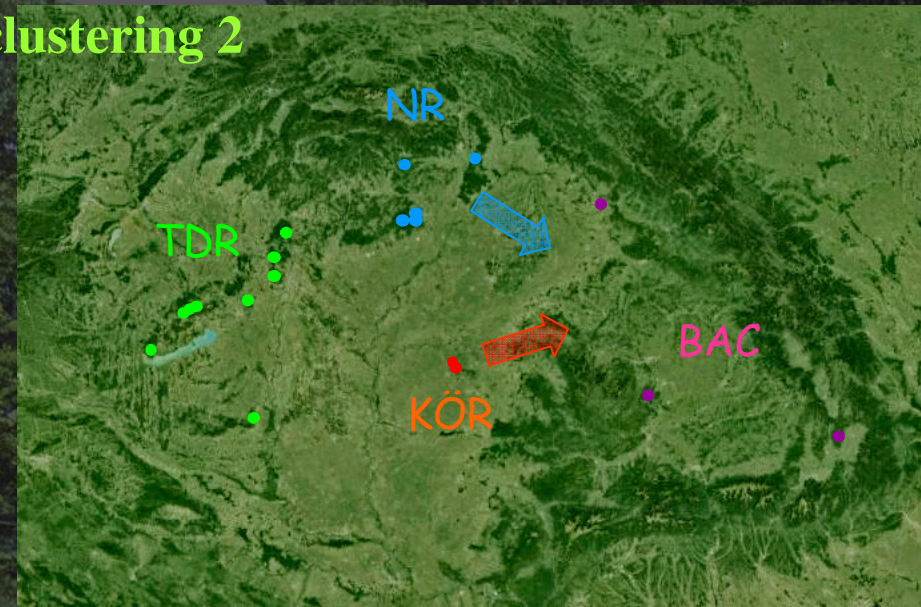
Evanno et al. 2005 *Mol. Ecol.* 14.

Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Bayesian-clustering 2



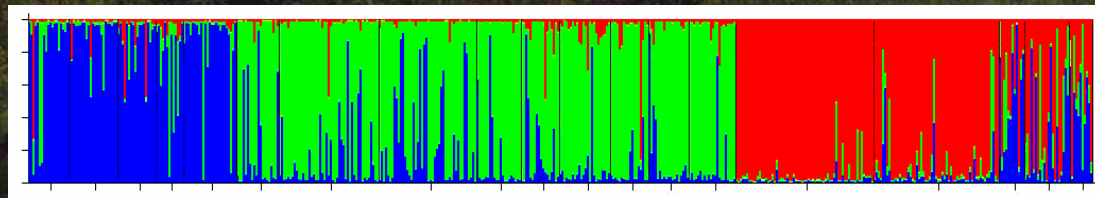
K=3



Cluster 1a

Cluster 1b

Cluster 2



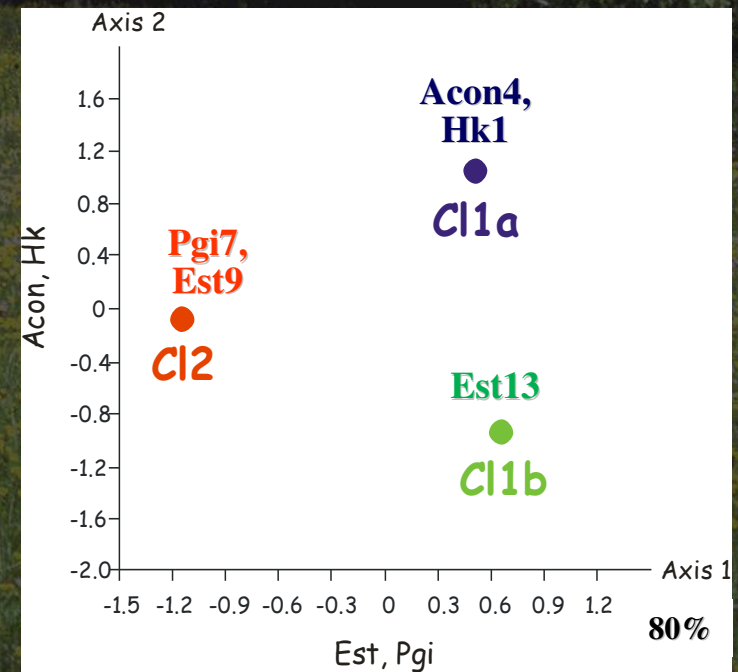
Northern Range

Transdanubian Range

Körös region

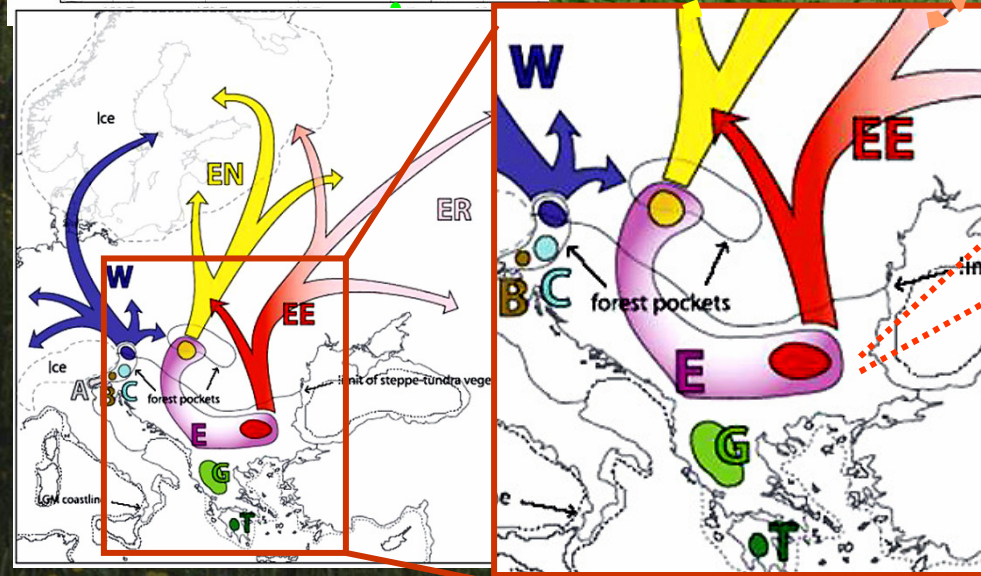
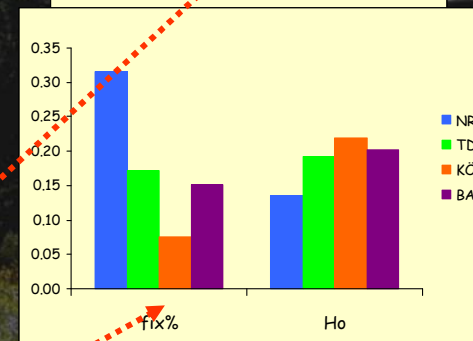
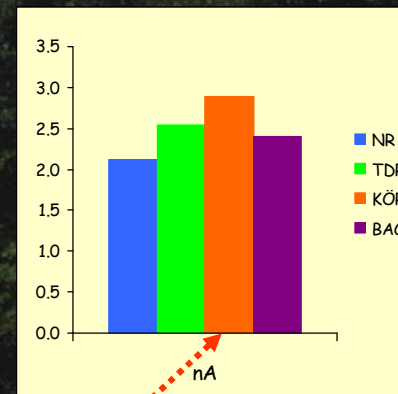
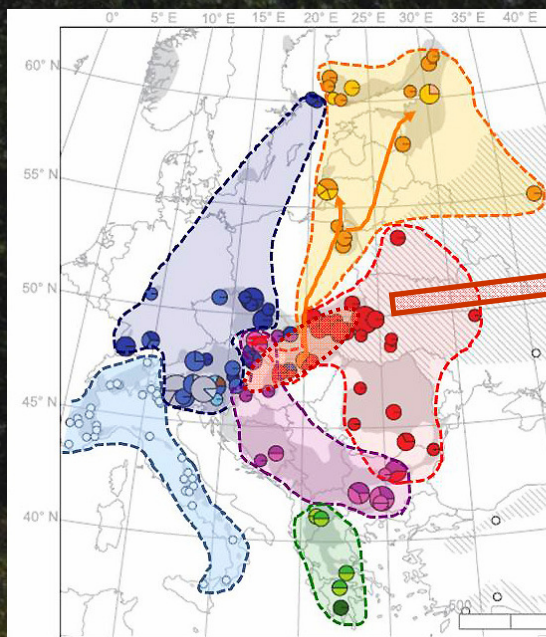
BAC

A BAC régió a Körös-régió és az északi-középhegységi kevert hatását mutatja.



Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Hipotézisek és következtetések



Allélszám \gg , fixált lokuszok száma \gg a Dunántúli-középheg.-től az Északi-középheg. felé.

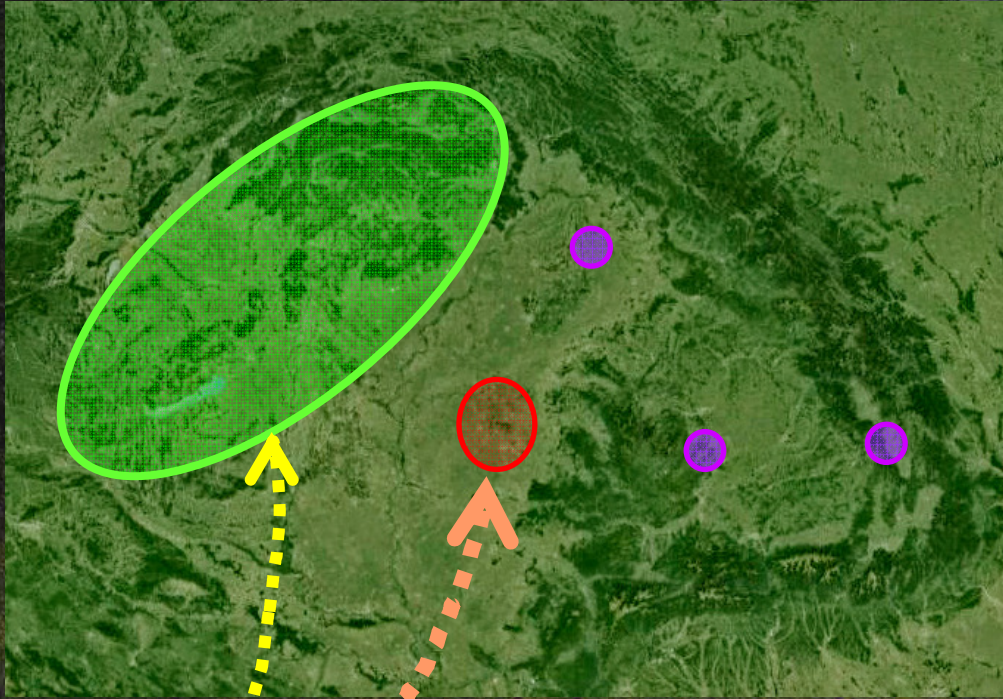
4 privát allél

A legdiverzebb a Körös-vidéki populációcsoport (allélszám, kevés fixált lokusz). *7 privát allél!*

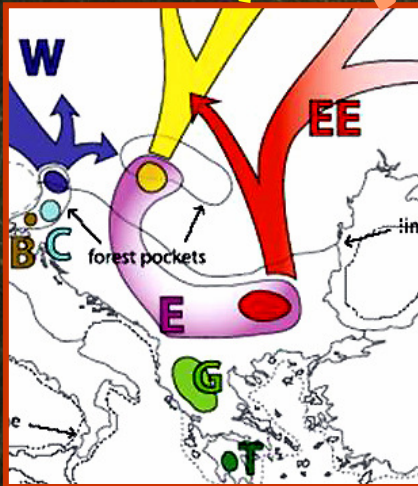
A két filogeográfiai ágat a Bayesian clustering is megerősíti.

Az área genetikai szerkezete - esettanulmány

Hipotézisek és következtetések



(i) A bayesi *STRUCTURE* és a filogeográfiai hipotézis egyezést mutat. A körös-vidéki populáció más ESU (lehet!) mint a Dt + ÉK-i középhegységi.
Nyílt kérdés: kapcsolat a Bereg-Szatmári sík és az ÉK-i Kárpátok felé.



(ii) A két csoport konzervációs szempontból biztosan két külön egység: a DT + ÉK-i sebezhető (VU) → szálaló vágás, szegélyek!
A körös-vidéki veszélyeztetett! Tényezői:
(a) Tarvágás + újraterelítés (akác, feketedió)
(b) Dámvad és vaddisznó túltartottság
(c) Területi védelem nem megfelelő szintje

Természetvédelmi következtetések (I)

Az Evolúciósan Szignifikáns Egység (ESU) megkülönböztetése jogosult:

- ❖ filogenetikai értékű genetikai differenciálódás áll fenn;
- ❖ a differenciált populációk önálló elterjedésűek;
- ❖ a filogeográfiai elemzés önálló góctereülete(ke)t igazol.

Ezekben az esetben önálló *megőrzési-kezelési intézkedéscsomag* indokolt.

Ha az egység adott biogeográfiai régióra (szub)endemikus, a kedvező természetvédelmi státusz *nemzeti felelőssége* jelentős.

A Konzervációsan Szignifikáns Egység (CSU) megkülönböztetése jogosult, ha

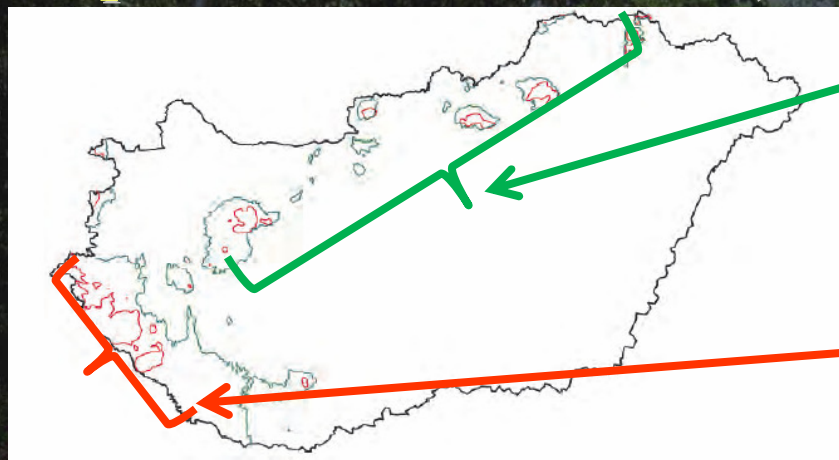
- ❖ az adott populációcsoport areális és élőhelyi elkülönülése sajátos kezelést indokol;
- ❖ a természetvédelmi státusza szempontjából eltérőek a releváns tényezők (pl. *klíma*) és ezért eltérő a veszélyeztetettség mértéke is.

Ezekben az esetekben is indokolt a célzott *megőrzési-kezelési terv*, élőhelymegőrzési prioritásokkal!

Természetvédelmi következtetések (II)

Ezeken a területeken korábban **jelentős mulasztások történtek, EU és hazai szinten egyaránt!**

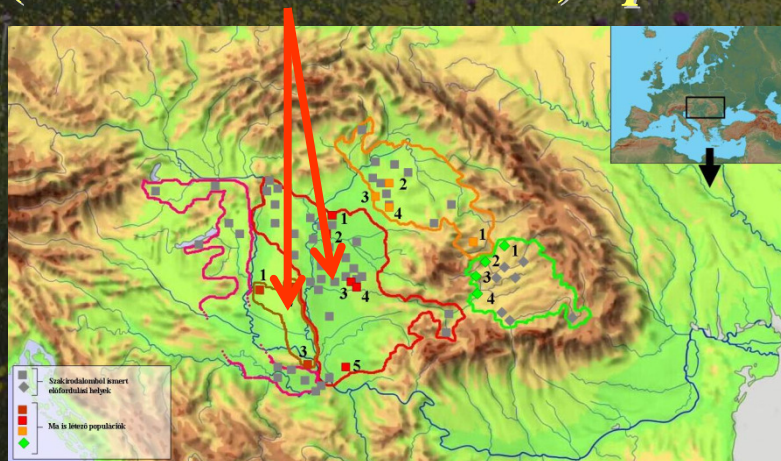
Példák: kárpát-medencei bükkösök;



kárpáti és közép-európai típusú bükkösök

illír bükkösök (sok reliktumfaj!)

kárpát-medencei endemikus, veszélyeztetett (Near To Extinction!) *Spalax* és *Nannospalax* taxonok!



v.ö. Németh et al. poszter!

Köszönjük munkánk támogatását!

NKFP-3 B/023/2004

OTKA T030528 , K84071



Köszönöm megtisztelő figyelmüket!



