

Virágmélység és pödörnyelvhossz kapcsolata a kis Apolló-lepkénél



Vajna Flóra¹, Szigeti Viktor^{1,2}, Kis János¹

¹*Állatorvostudományi Egyetem, Biológiai Intézet, Ökológiai tanszék*

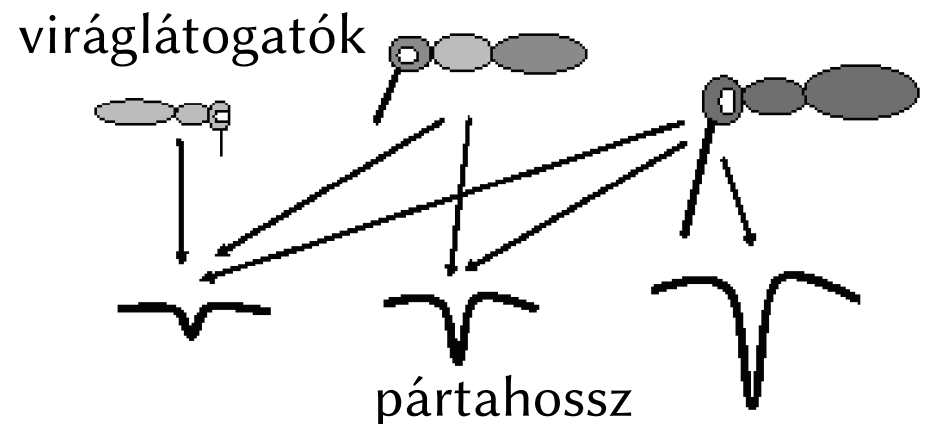
²*MTA-ELTE-MTM, Ökológiai Kutatócsoport*

2. Országos Lepkész Találkozó 2016-07-09

Bevezető

- Egyes nappali lepkéknél jelentős a felnőttkori táplálkozás (May 2014; Boggs & Freeman 2005)
- **Válogatnak** a nektárnövények között:
 - nagy a növényfajok közti változatosság:
 - Virágmorfológia, pártahossz (= a virág mélysége)
 - Nektármennyiség, -összetétel, -viszkozitás
- Beporzó fajok (lepkék, méhek) változatos nyelvhossza → fajok közötti forrásfelosztás → **diverzitás** ↗ (Ranta & Lundberg 1980)
koevolúció (Inouye 1980; Bauder et al. 2011; Briscoe et al. 2013)
- Poszméhek: virágkínálat-változás → nyelvhossz ↘ 40 év során (Miller-Struttman 2015)

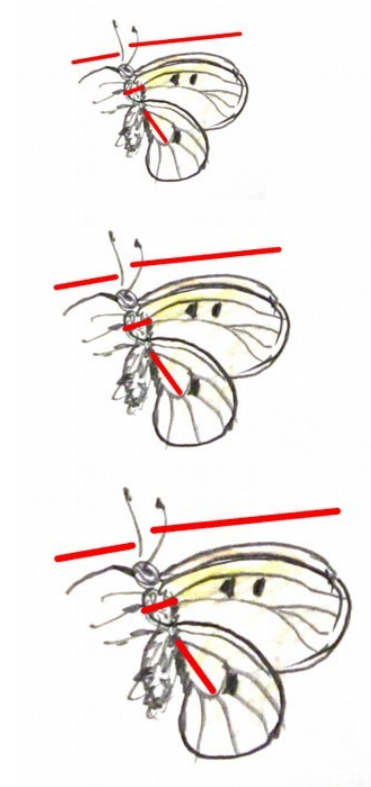
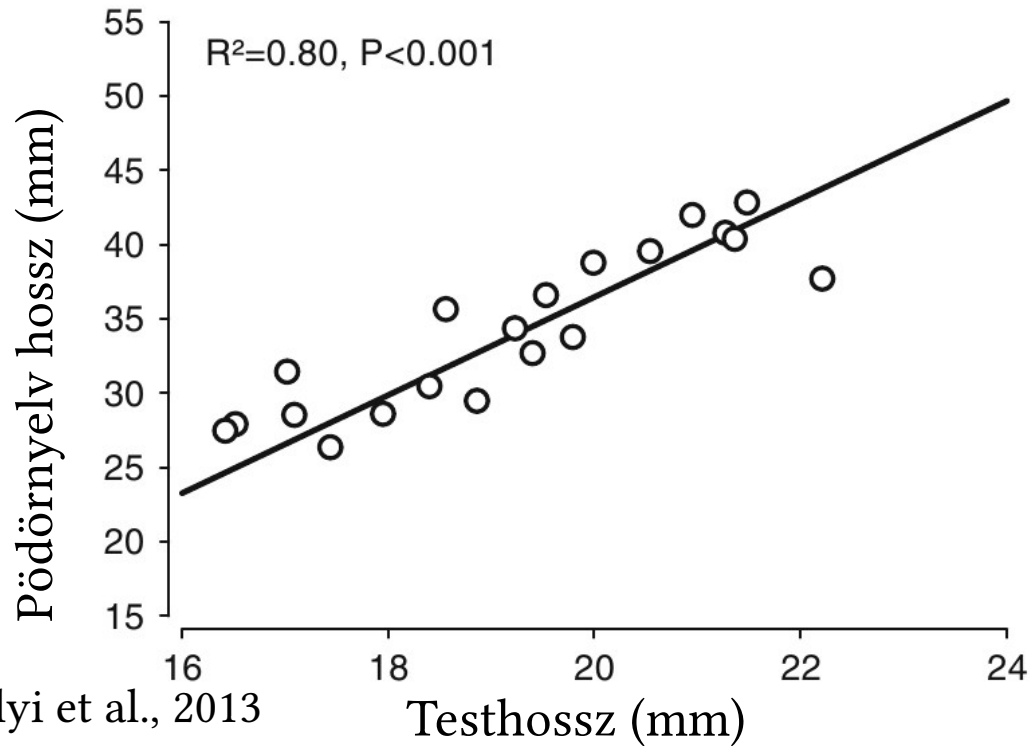
Pödörnyelv ⇔ Pártahossz?



Bevezető

- Nyelvhossz **fajok között** összefügg egyéb testméretekkel
 - szárnyhossz (Waddington & Herbst 1987)
 - testtömeg (Corbet 2000)
 - testhossz (Karolyi et al., 2013, Kunte 2007)

⇒ Fajon belül?



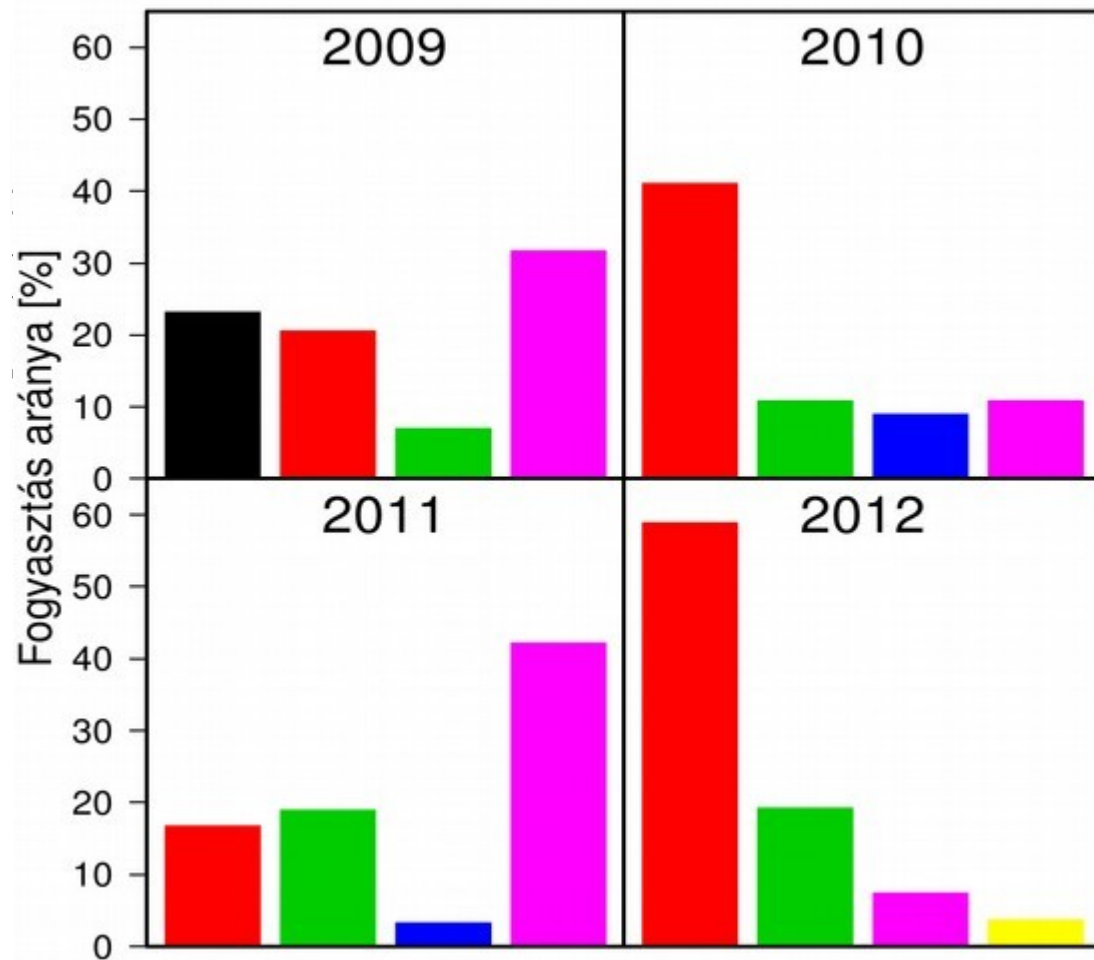
© Szigeti V.

- nyelv hosszából, testméretekből következtethetünk a táplálkozási viselkedésre, **nektárnövény választásra** (Alexandersson & Johnson 2002, Zenker et al. 2011)

Bevezető – kis Apolló-lepkék táplálkozása

- Hernyó tápláléka: keltikék (*Corydalis spp.*)
- Kifejlett lepke válogat a nektárnövények között
- Fogyasztás évek között és repülési időszakon belüli változik
- Kínálat és fogyasztás területek közt eltérő

A legkedveltebb 4 növényfaj fogyasztási aránya



Ajuga genevensis



Dianthus giganteiformis pontederæ



Fragaria viridis



Polygala comosa



Silene viscaria
enyves szegfű



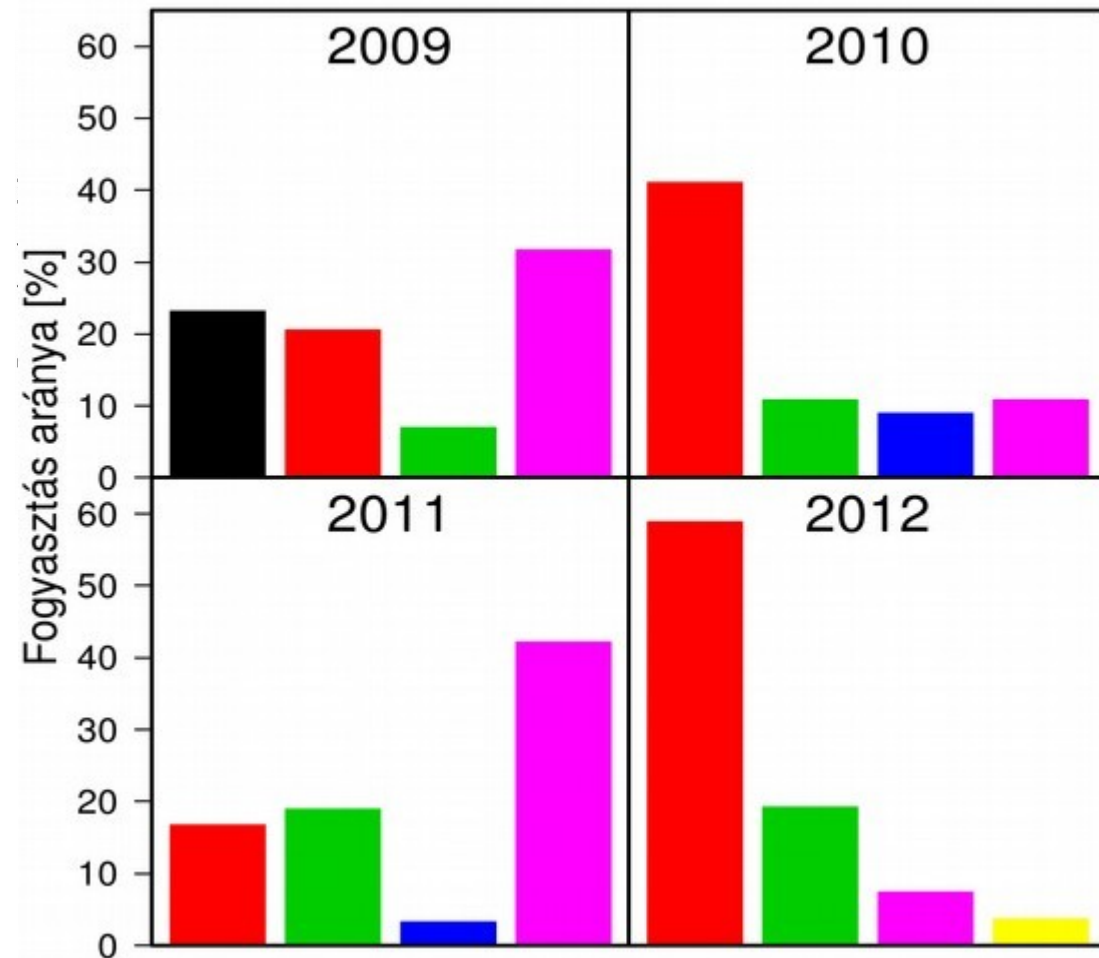
Trifolium montanum

Bevezető – kis Apolló-lepkék táplálkozása

enyves szegfű a fogyasztott források közül

- egyik legbővebb nektárforrás
- pártacsöve a leghosszabb; \geq a lepke nyelve?
- egyes években sok, másokban kevés fogy

A legkedveltebb 4 növényfaj fogyasztási aránya



Leány-kúti rét, Visegrádi-hg.



© Szigeti V.

Kérdések és célok

A kis Apolló-lepke nyelvossza meghatározza-e a nektárnövény-választását?

- populációk, évek és ivarok között eltérés?
- mekkora egyedi különbségek a nyelv hosszban?
- van-e különbség az enyves szegfű pártacsőhosszában a populációk, évek között?

⇒ **Függ-e az enyves szegfű fogyasztás a nyelv hosszától?**

Predikció: A hosszabb nyelvű lepkéket többször figyeljük meg enyves szegfűn táplálkozni.

- Van-e összefüggés a pödörnyelv és más testméretek között?
(szárnyhossz, szárnysejthossz, torszélesség)

Elemzések

- nyelv hossz ~ hely + év + ivar
- nyelv hossz ~ egyéb testméretek
- enyves szegfű fogyasztás ~ nyelv hossz

Módszerek

Helyszín & idő

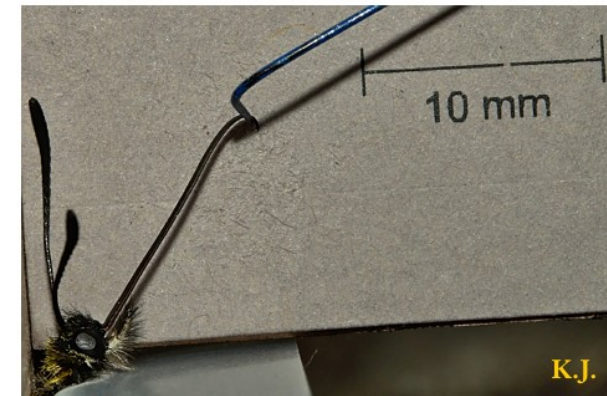
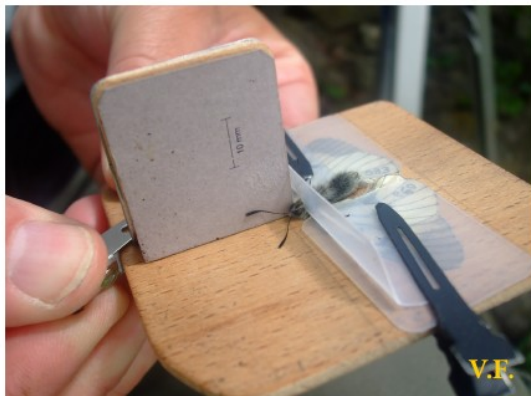
- Visegrádi-hg.: Hegyesd (0.5 ha) & Börzsöny: Nagy-Hideg-hegy
- 2014–2015

Pártacsóhossz mérés

- 7 legtöbbet fogyasztott növényfaj; tolómérő

Kis Apolló-lepke

- nyelvhozzmérés (n=372): fotók alapján
- egyéb testméretek: tolómérő, vonalzó
- fogás-visszalátás, egyedi jelölés - Hegyesd
- táplálkozási viselkedés & fogyasztott növényfaj feljegyzése
- természetvédelmi hatósági engedély: KTF: 31430/2014



Eredmények

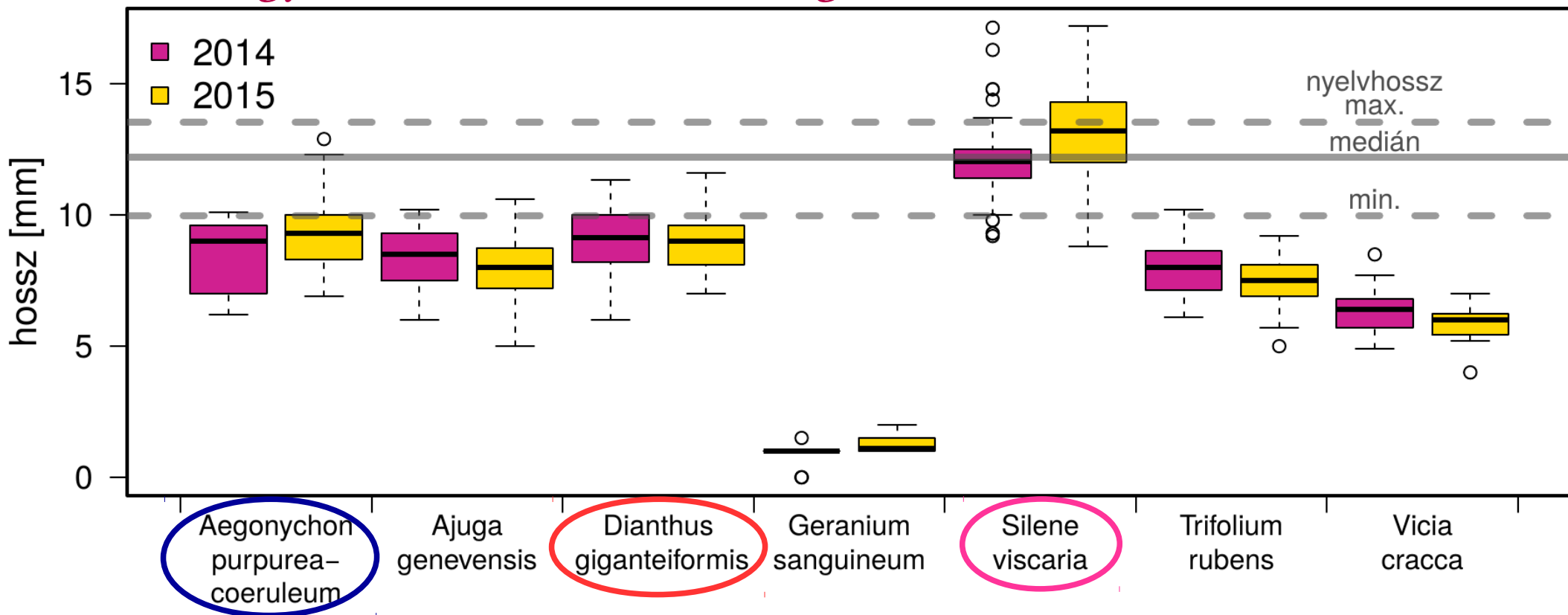
Nektárnövények fogyasztási aránya – Hegyesd

1. magyar szegfű: 70%

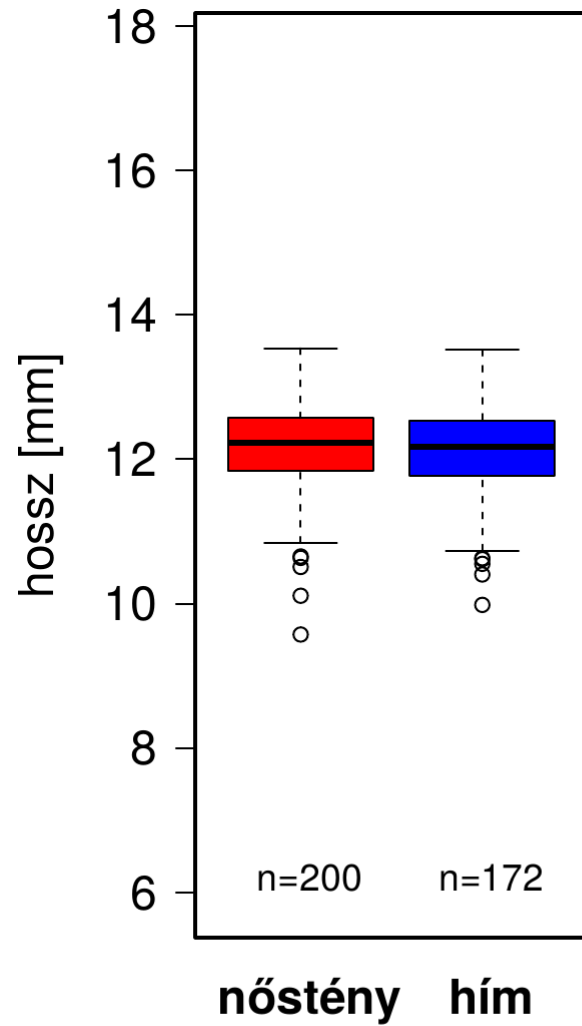
2. enyves szegfű: 8%

3. erdei gyöngyköles: 7%

Jelentős egyedi variancia a hosszúságokban:



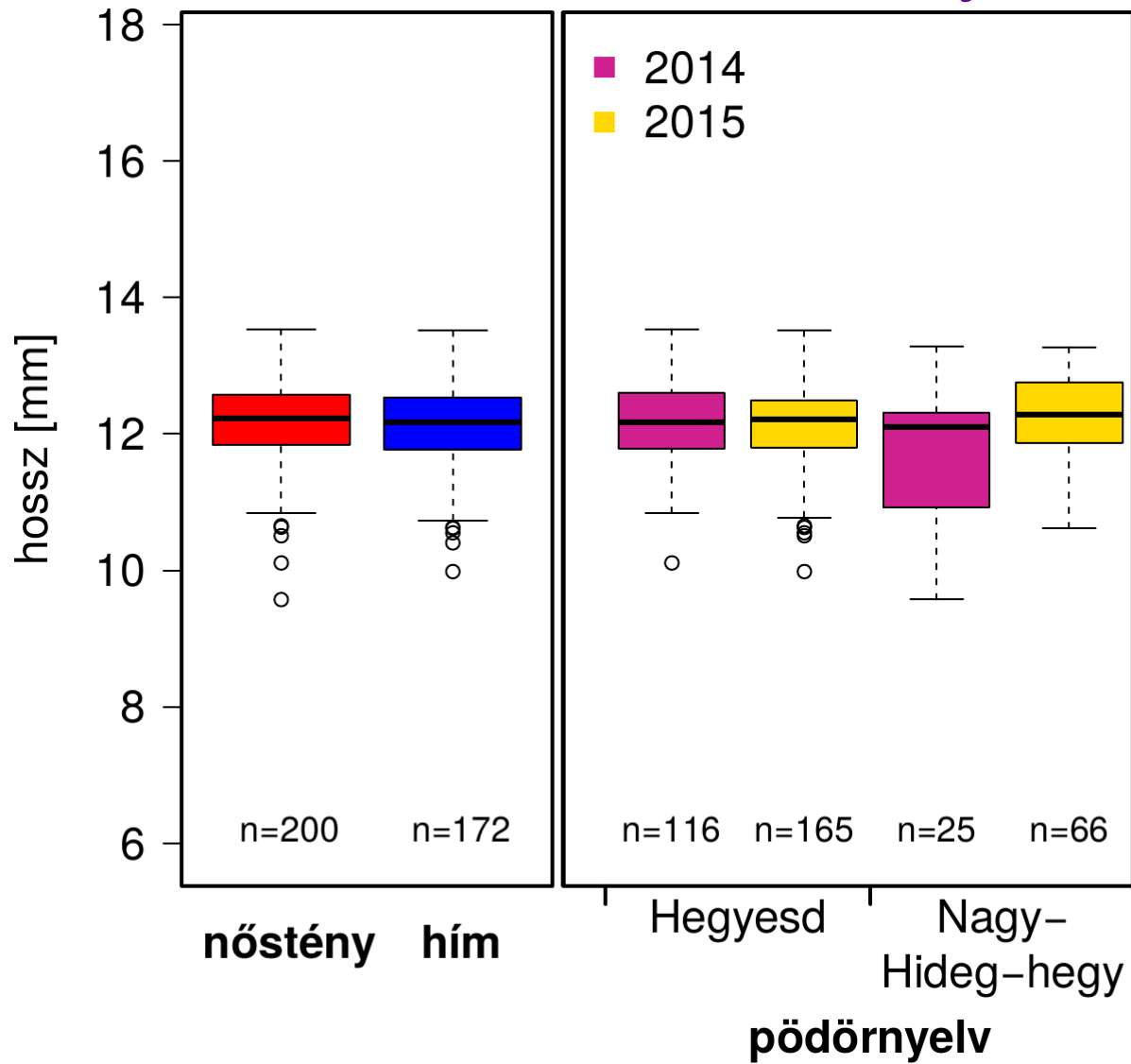
Eredmények



Nyelvhossz

~ ivar: NS

Eredmények



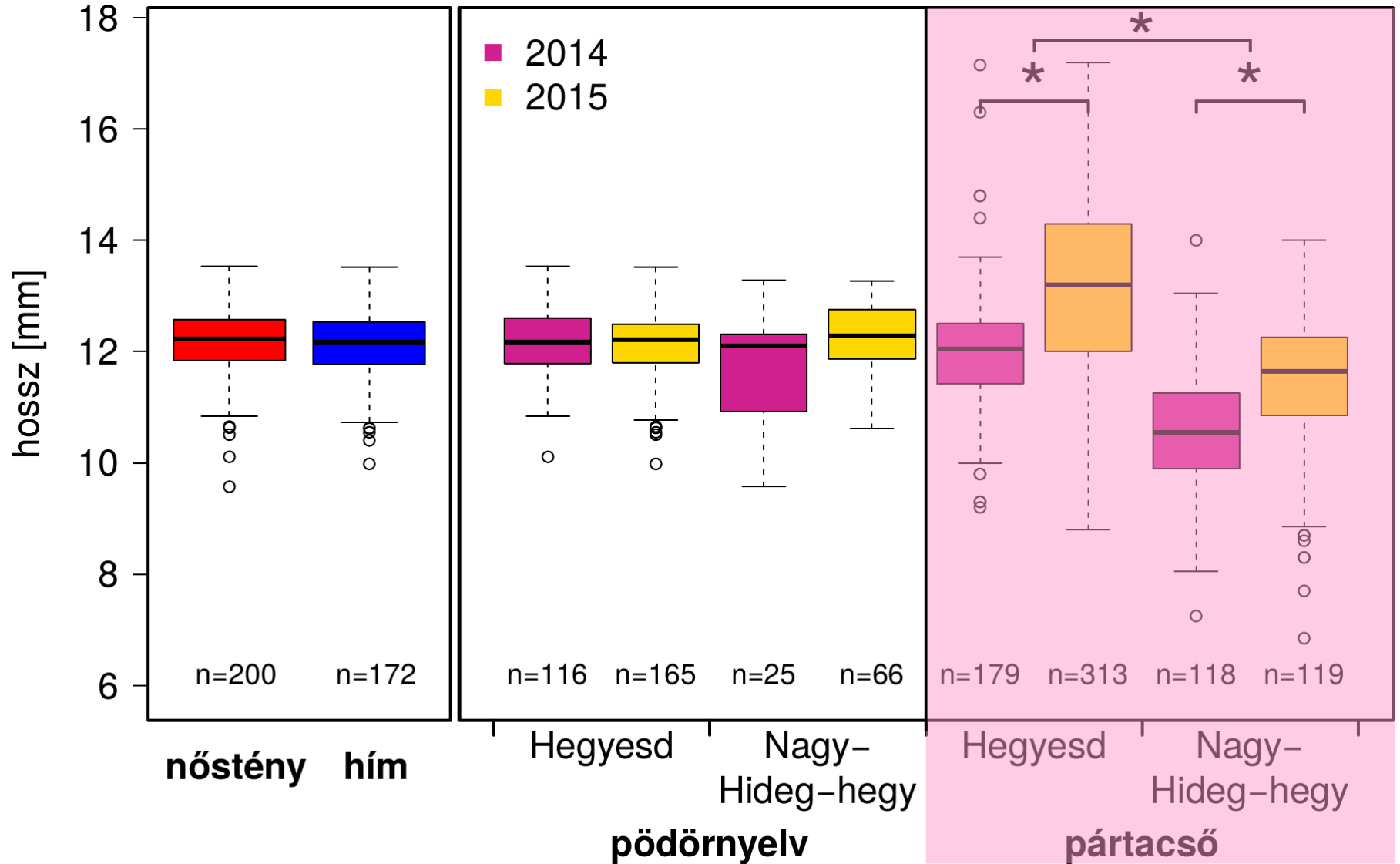
Nyelvhossz

~ ivar: NS

~ év: NS

~ hely: NS

Eredmények



Nyelvhossz

~ ivar: NS

~ év: NS

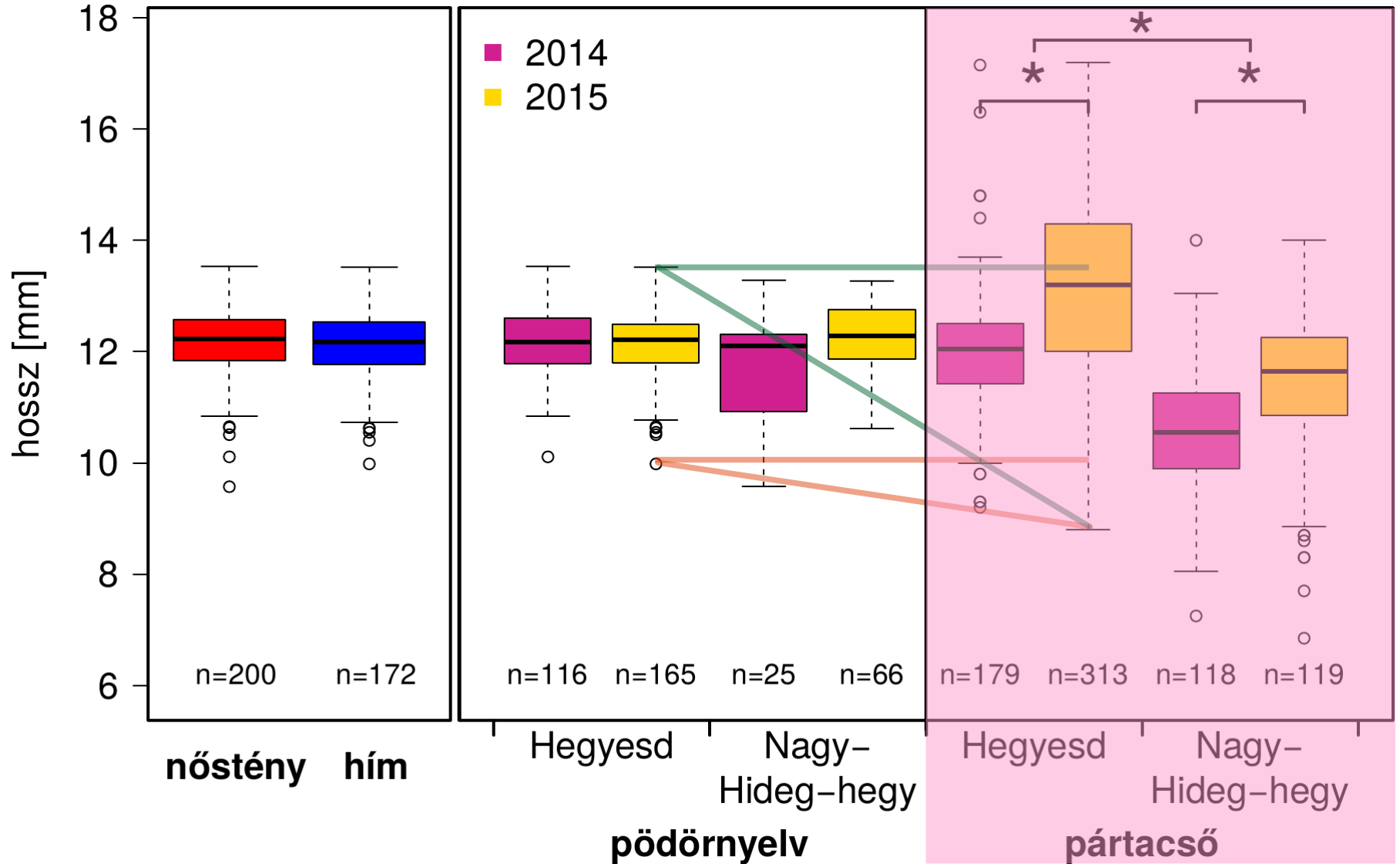
~ hely: NS

Enyves szegfű pártacsóhossz

~ év: $p < 0.0001$

~ hely: $p < 0.0001$

Eredmények



Nyelvhossz

- ~ ivar: NS
- ~ év: NS
- ~ hely: NS

Enyves szegfű pártacsóhossz

- ~ év: $p < 0.0001$
- ~ hely: $p < 0.0001$

Eredmények

Hegyesd

Enyves szegfű fogyasztás

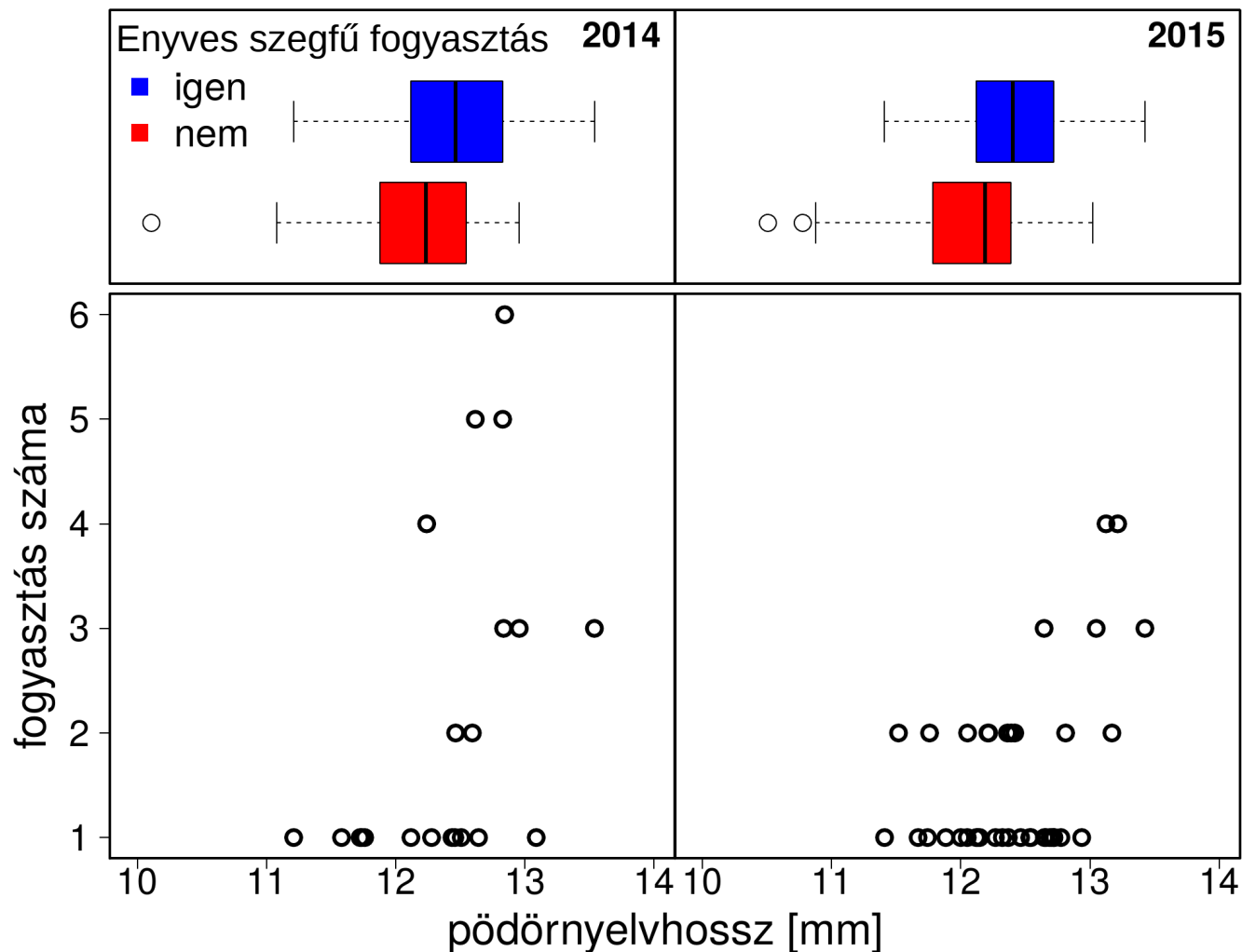
~ nyelv hossz

+ virág kínálat

+ $\log(\sum \text{megfigyelt táplálkozás})$

+ random faktor (év)

(Általánosított lineáris kevert modell,
lme4 és glmmADMB csomagok)



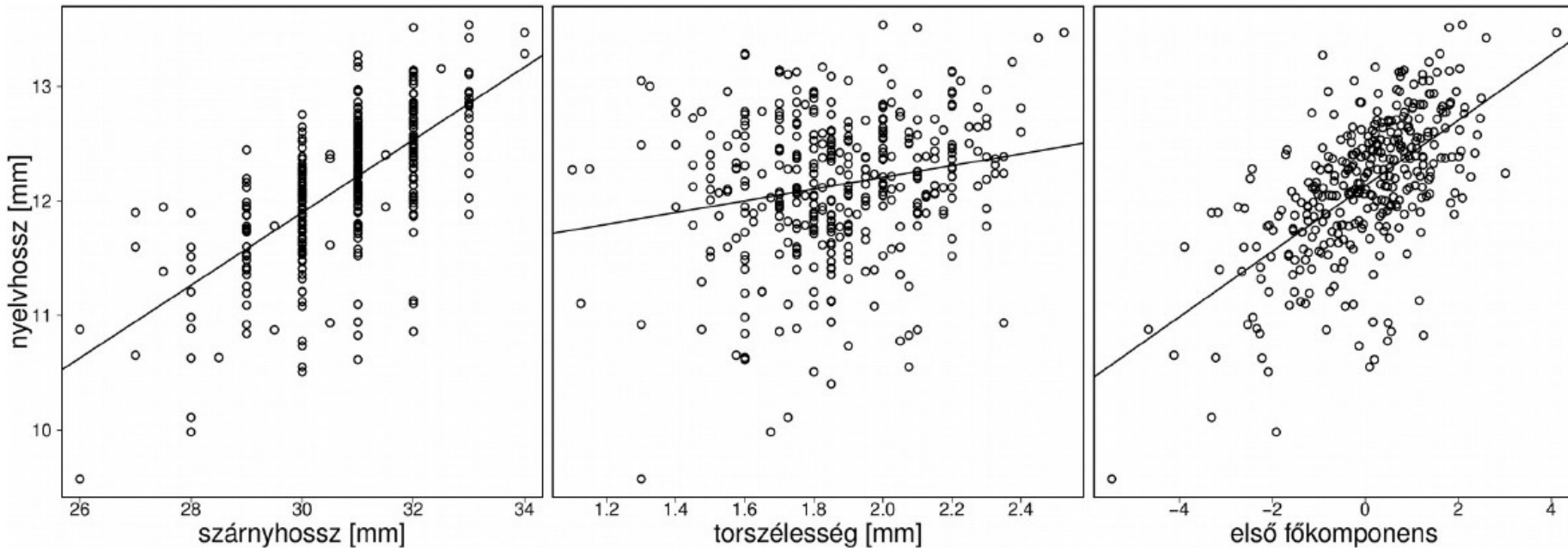
- 1 mm-el hosszabb nyelv \rightarrow $2.09 \times$ nagyobb eséllyel (odds ratio) táplálkozik enyves szegfűn

nyelv hossz: $p=0.023$, virág kínálat: NS, binomiális modell

- láttuk enyves szegfűn: 1 mm-el hosszabb nyelv \rightarrow táplálkozás gyakorisága szegfűn $2.94 \times$ -ra \nearrow

nyelv hossz: $p<0.0001$, virág kínálat: NS, nulla-csonkolt Poisson modell

Eredmények



- $\text{Nyelv hossz} \sim \text{szárny hossz} + \text{torszélesség} \mid \text{év}$
- A nyelv hossz legerősebben a **szárnyhosszal és a torszélességgel** áll kapcsolatban
 - $R^2=0.44$, becslés: 2.22 ± 0.6 (átlag \pm SE)
- $\text{Nyelv hossz} \sim \text{első főkomponens} \mid \text{év}$
 - $R^2=0.38$, becslés: 0.29 ± 0.19 (átlag \pm SE)
 - Első főkomponens: szárnyhossz, szárnysejthossz, torszélesség

Értékelés

- **Virágok mérete, táplálékmennyiség & -minőség időjárásfüggő lehet**
 - évek között eltérő pártacsőhosszok (*nyelv?* – sok év adata szükséges)
 - eltérő enyves szegfű fogyasztási arány
 - klímaváltozás, szélsőséges időjárás hatása → szétkapcsolódhat a két faj

Értékelés

- **Virágok mérete, táplálékmennyiség & -minőség időjárásfüggő lehet**
 - évek között eltérő pártacsőhosszok (*nyelv?* – sok év adata szükséges)
 - eltérő enyves szegfű fogyasztási arány
 - klímaváltozás, szélsőséges időjárás hatása → szétkapcsolódhat a két faj
- **Egyedi különbségek nyelv hosszban**
 - felnőtt egyedek közti táplálkozásbeli eltérések
 - **H:** kisebb lepke rosszabb minőségű forrásokat használ
 - alacsonyabb szaporodási siker?
 - ↔ rövidebb nyelvvel sűrűbb nektár is felszívható (Willmer 2011, Herrel 2006)

Miért kisebb egyes egyedek nyelve?

- öröklött?
- korlátozott lárvális táplálkozás?
 - ← hernyókra eltérő környezeti hatások
 - hidegebb folt → rövidebb aktív idő?

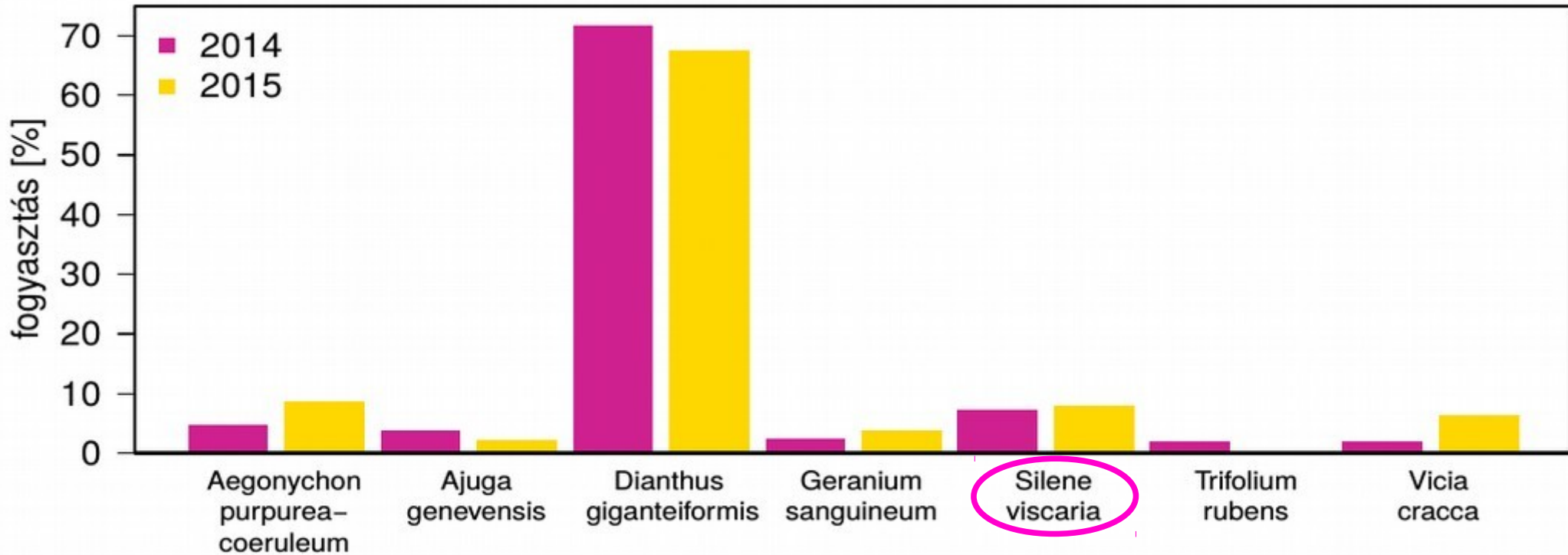
Köszönetnyilvánítás

- Dr. Kőrösi Ádám, Sáfrán Nikolett, Bella Marcell & biológus MSc diákok:
terepmunka
- Dr. Harnos Andrea & Dr. Lang Zsolt:
javaslatok elemzésekhez
- Ökológiai Tanszék oktatói:
javaslatok az előadáshoz
- Dr. Sárospataki Miklós & Dr. Torma Attila:
bírálat

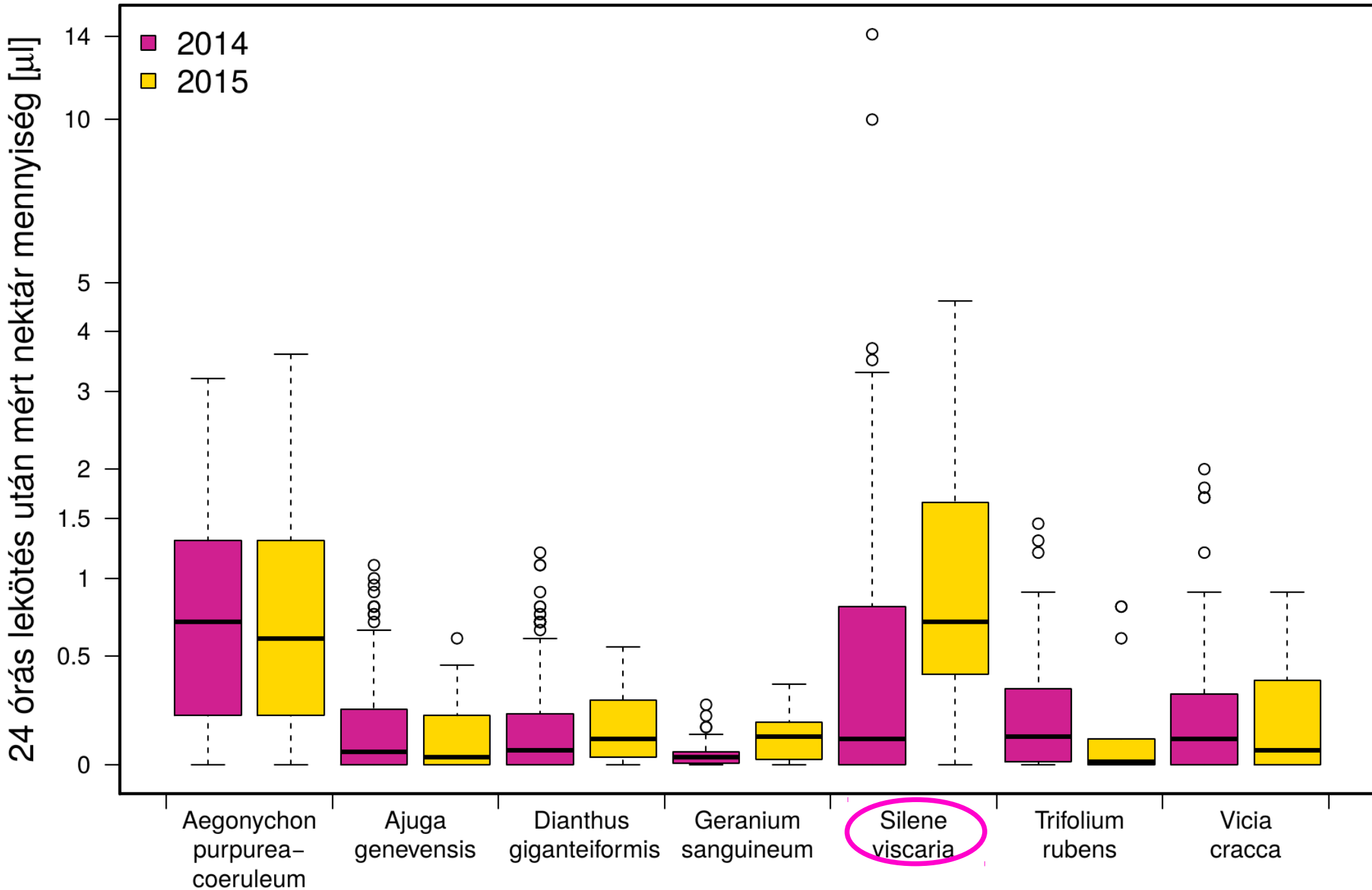


Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

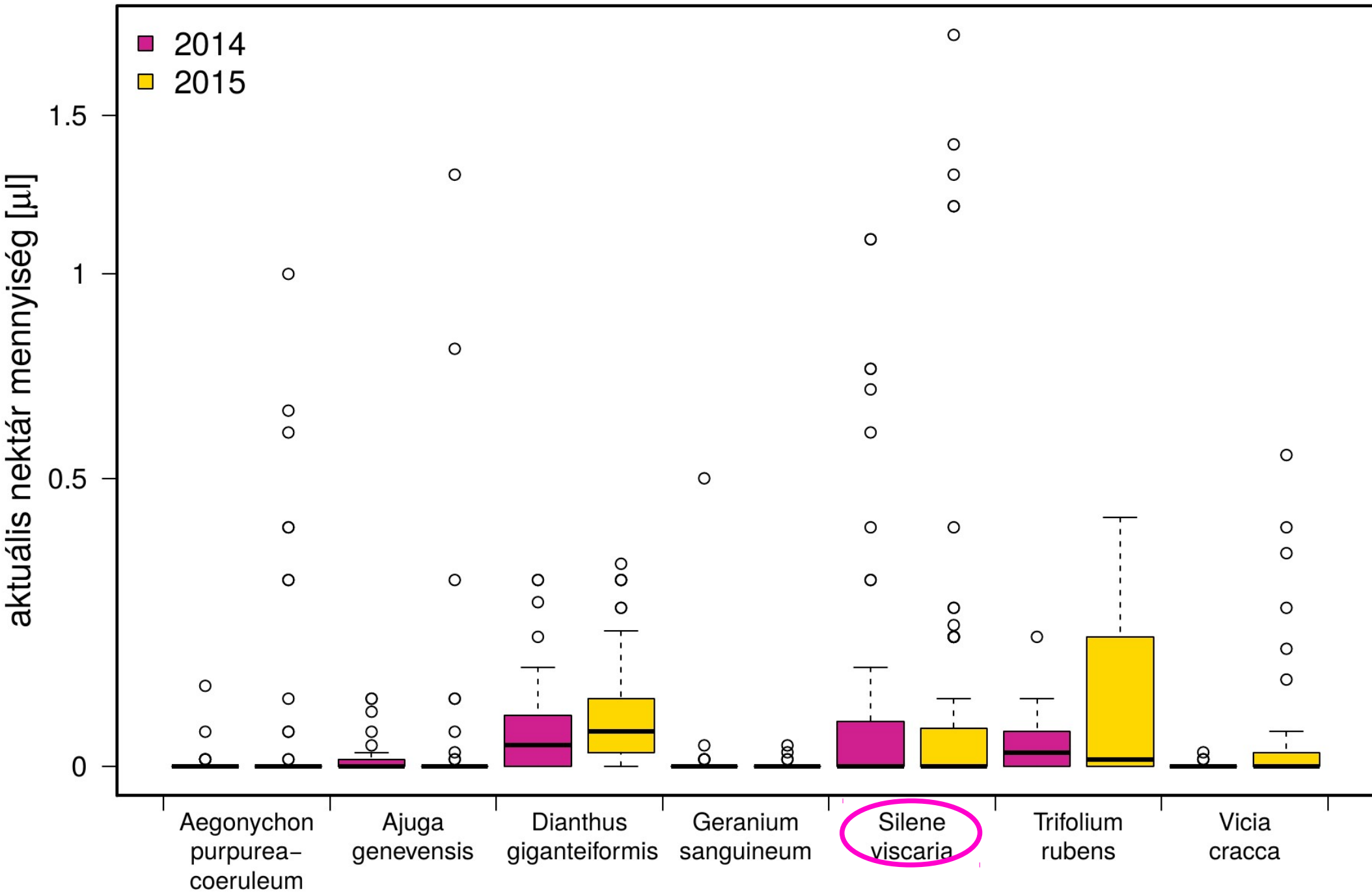
Eredmények



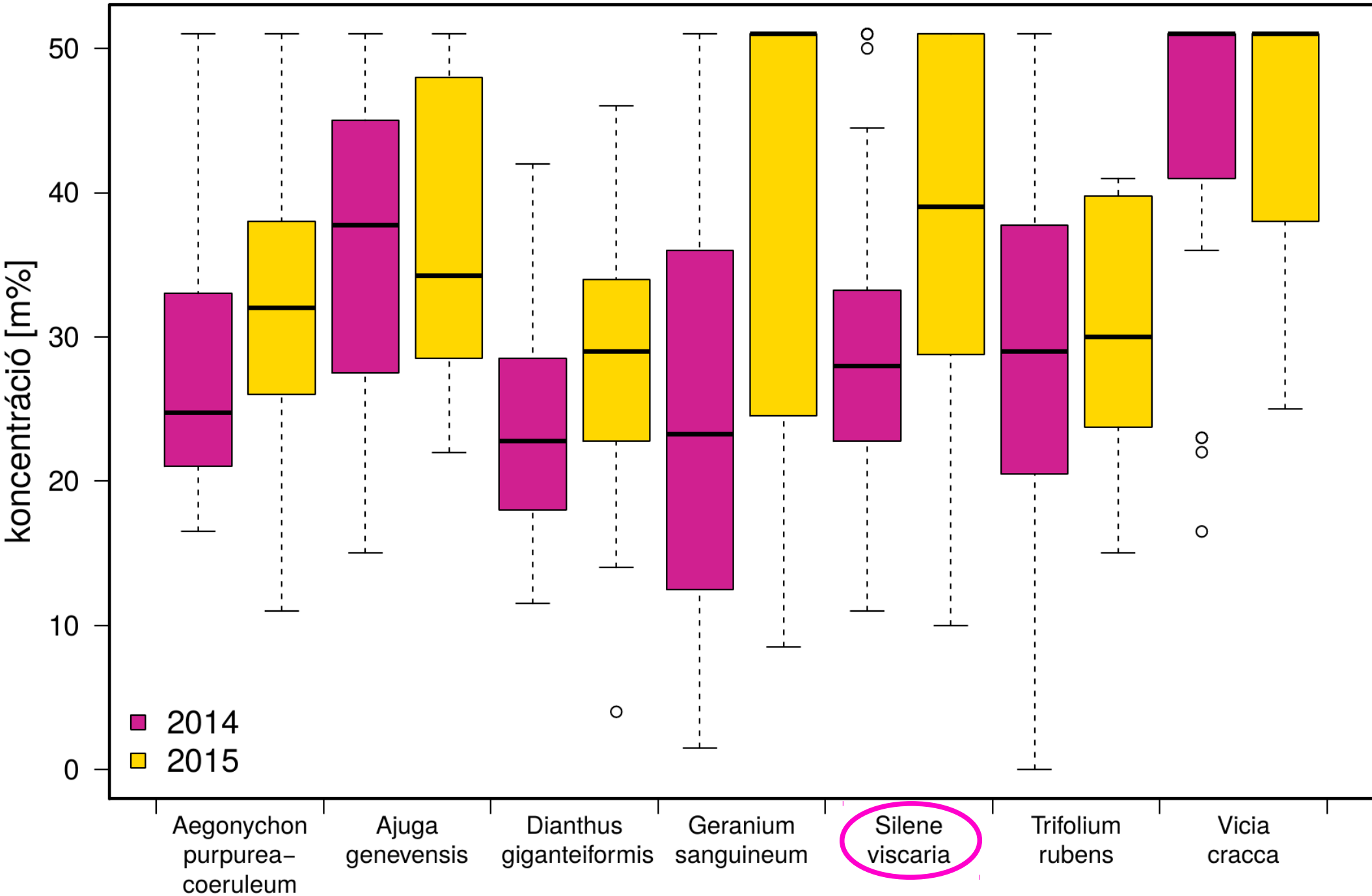
Eredmények



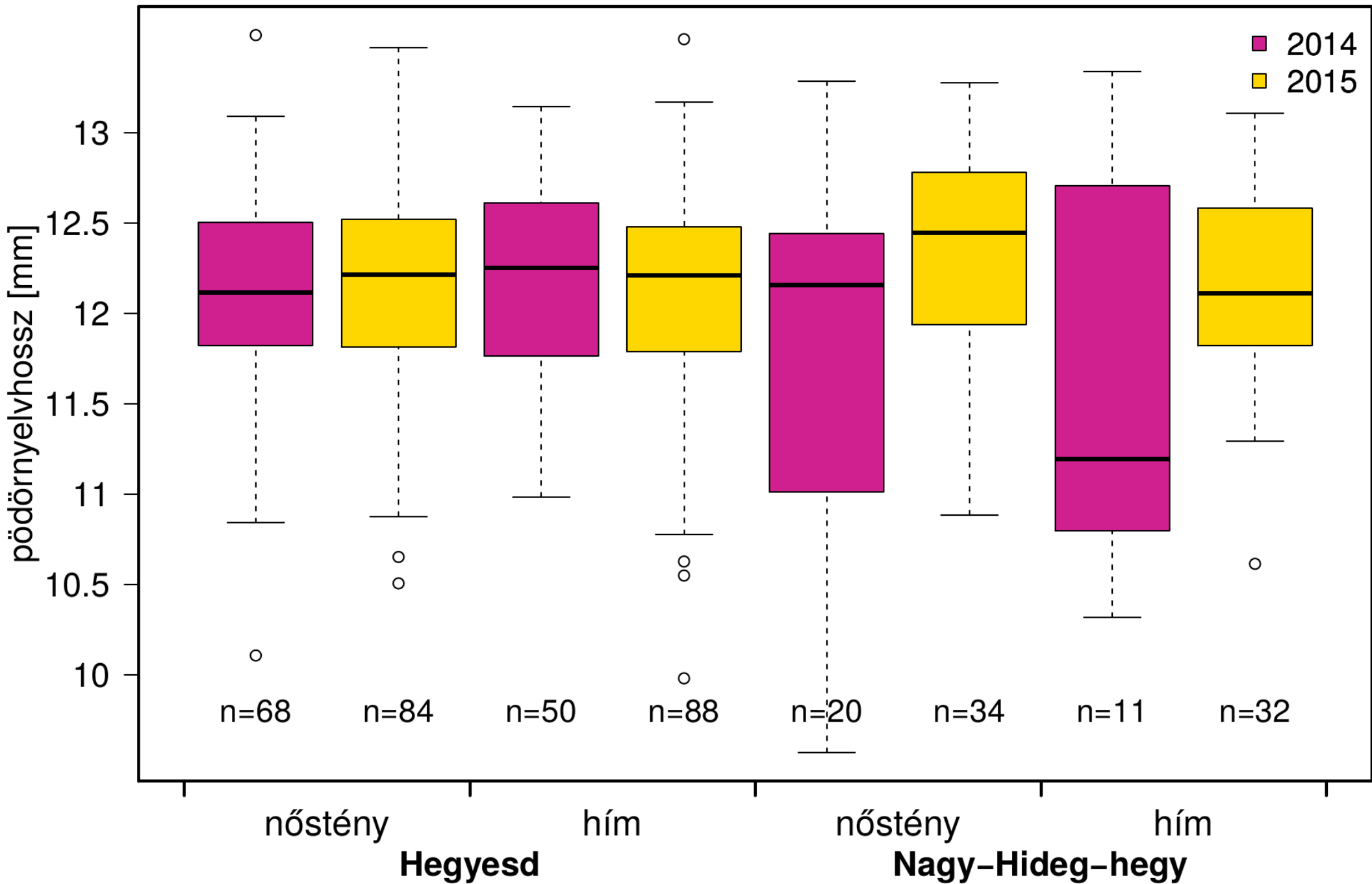
Eredmények



Eredmények



Eredmények



Eredmények

- A repülési időszak alatt változnak-e az újonnan befogott lepkék testméretei?
 - nyelv hossz, elülső szárny hossz, hátsó szárny szárnysejthossza, torszélesség
- Lineáris kevert modell:
 - Testméret \sim eltelt idő | év
- **Nem változott:** nyelv hossz, szárny hossz, szárnysejthossz
- **De:** torszélesség \searrow

Eredmények

- Az enyves szegfűből milyen más rovarok táplálkoznak?
- Hegyesd + NHH, 20 perces megfigyelések, rovarok feljegyzése, látogatás időtartama
- **Hegyesd**: busalepkék (Hesperiidae), fecskefarkú lepke (*Papilio machaon*), hajnalpír lepke (*Anthocharis cardamines*), kis Apolló-lepke, legyek (Diptera) ezen belül főleg **pöszörlegyek** (Bombyliidae) és méhek (Apoidea), elsősorban poszméhek (*Bombus* sp.)
- **NHH**: busalepkék, kis Apolló-lepke, legyek és több **poszméh**faj

A paraméterek interpretációja

- Egy folytonos magyarázó változóhoz tartozó paraméter azt a logit-növekedést adja, amelyet akkor tapasztalunk, ha a magyarázó változó értékét 1-gyel megnöveljük, miközben az összes többi magyarázó változót változatlanul hagyjuk.

$$\text{logit}(p_{x+1}) = \text{logit}(p_x) + \beta$$

Innen – emlékezzünk rá, hogy a logit az a $\log(\text{odds})$ –

$$\text{odds}_{x+1} = \text{odds}_x e^{\beta},$$

amiből már látható, hogy e^{β} az esélyhányadost (odds ratio) adja:

$$e^{\beta} = \frac{\text{odds}_{x+1}}{\text{odds}_x}$$

Eredmények

modell	függő változó	független változó	becslés	SE	p	R ²	df
1.	nyelvhossz		12.10	0.05	<0.0001	0.00	371
		év(2015)	0.06	0.07	0.355		370
2.	nyelvhossz		12.15	0.04	<0.0001	0.00	371
		hely (NHh)	-0.03	0.07	0.675		370
3.	nyelvhossz		12.18	0.04	<0.0001	0.00	371
		ivar(hím)	-0.08	0.06	0.229		370
4.	enyves szegfű mélység		12.69	0.07	<0.0001	0.23	728
		hely (NHh)	-1.68	0.13	<0.0001		727
5.	enyves szegfű mélység		11.43	0.09	<0.0001	0.13	728
		év (2015)	1.21	0.12	<0.0001		727

modell	függő változó	független változó	becslés	SE	p	random hatás varianciája
1.	enyves szegfű fogyasztás (igen-nem)		-11.43	3.99	0.004	
		nyelvhossz	0.73	0.32	0.023	
		log(összes táplálkozás szám)	1.96	0.67	0.004	
		prediktált virágkínálat	0.00	0.01	0.778	
		random hatás: év				0.09
2.	enyves szegfű fogyasztás (db)		-14.48	3.36	<0.0001	
		nyelvhossz	1.02	0.27	<0.0001	
		prediktált virágkínálat	-0.00	0.01	0.51	
		random hatás: év				< 0.0001

Eredmények

modell	függő változó	független változó	becslés	SE	p	R ²	random hatás varianciája
1.	nyelvhossz		2.22	0.60	0.000	0.44	
		szárnyhossz	0.31	0.02	<0.0001		
		torszélesség	0.27	0.11	0.011		
		random hatás:év					<0.0001
2.	nyelvhossz		12.13	0.02	0	0.38	
		1. főkomponens	0.29	0.19	0		
		random hatás:év					0.000

modell	függő változó	független változó	becslés	SE	p	R ²	random hatás varianciája
--------	---------------	-------------------	---------	----	---	----------------	--------------------------

1.	nyelvhossz		12.67	0.26	0.000	0.009	
		eltelt idő (nap)	-0.01	0.00	0.056		
		random hatás: év					0.000
2.	szárnyhossz		31.27	0.58	0.000	0.002	
		eltelt idő (nap)	-0.01	0.01	0.351		
		random hatás: év					0.000
3.	szárnysejthossz		15.06	0.35	0.000	0.008	
		eltelt idő (nap)	-0.01	0.00	0.074		
		random hatás: év					0.006
4.	torszélesség		2.16	0.12	0.000	0.011	
		eltelt idő (nap)	-0.00	0.00	0.012		
		random hatás: év					0.014

	1. főkomponens	2. főkomponens	3. főkomponens
--	----------------	----------------	----------------

SD	1.33	0.93	0.60
variancia aránya	0.59	0.29	0.12
kumulatív variancia	0.59	0.88	1.00

Sajátértékek:

torszélesség	0.39	-0.92	0.01
szárnyhossz	0.65	0.28	0.71
szárnysejthossz	0.65	0.26	-0.71

Hivatkozások

- Alexandersson, R. & Johnson, S.D., 2002. Pollinator-mediated selection on flower-tube length in a hawkmoth-pollinated *Gladiolus* (Iridaceae). *Proceedings of the Royal Society B*, 269(1491), pp.631–636.
- Bauder, J.A.S., Lieskonig, N.R. & Krenn, H.W., 2011. The extremely long-tongued neotropical butterfly *Eurybia lycisca* (Riodinidae): proboscis morphology and flower handling. *Arthropod Structure & Development*, 40(2), pp.122–7.
- Boggs, C.L. & Freeman, K.D., 2005. Larval food limitation in butterflies: effects on adult resource allocation and fitness. *Oecologia*, 144(3), pp.353–61.
- Briscoe, A.D. et al., 2013. Female behaviour drives expression and evolution of gustatory receptors in butterflies. *PLoS Genetics*, 9(7), p.e1003620.
- Corbet, S.A., 2000. Butterfly nectaring flowers: butterfly morphology and flower form. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96(3), pp.289–298.
- Herrel, A., Rowe, T. & Speck, N. eds., 2006. *Ecology and Biomechanics*, Boca Raton: CRC Press.
- Inouye, D.W., 1980. The effect of proboscis and corolla tube lengths on patterns and rates of flower visitation by bumblebees. *Oecologia*, 45(2), pp.197–201.
- Karolyi, F. et al., 2013. Time management and nectar flow: Flower handling and suction feeding in long-proboscid flies (Nemestrinidae: Prosoeca). *Naturwissenschaften*, 100(11), pp.1083–1093.
- Kunte, K., 2007. Allometry and functional constraints on proboscis lengths in butterflies. *Functional Ecology*, 21(5), pp.982–987.
- May, P.G., 2014. Flower selection and the dynamics of lipid reserve in two nectarivorous butterflies. *Ecology*, 10(6), pp.1633–1647.
- Miller-Struttman, N.E. et al., 2015. Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science (New York, N.Y.)*, 78(2010), pp.75–78.
- Ranta, E. & Lundberg, H., 1980. Resource partitioning in bumblebees: The significance of differences in proboscis length. *Oikos*, 35(3), p.298.
- Waddington, K.D. & Herbst, L.H., 1987. Body size and the functional length of the proboscis of honey bees. *Florida Entomologist*, 70(1), pp.124–128.
- Willmer, P., 2011. Pollination by butterflies and moth. In *Pollination and floral ecology*. Princeton University Press, pp. 322–326.
- Zenker, M.M. et al., 2011. Proboscis morphology and its relationship to feeding habits in noctuid moths. *Journal of insect science (Online)*, 11(42), p.42.