

Evolutionaire responsen op predatie en klimaatsveranderingen bij *Daphnia* (watervlo): een experimentele benadering

Cathy Duvivier & Wendy Van Doorslaer



Laboratorium voor Aquatische Ecologie en Evolutiebiologie
KULeuven



Vispredatie als selectiekracht



Introductie

Doel

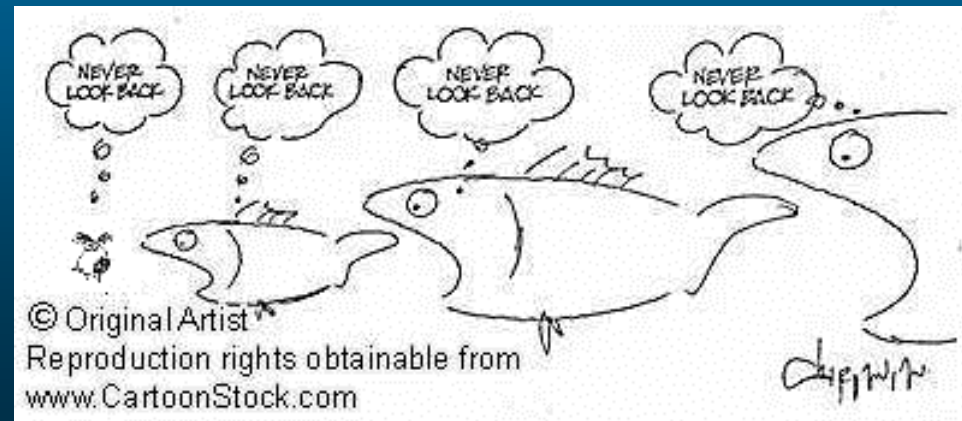
Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

- Predatie belangrijke structurerende kracht (Tollrian & Harvell, 1999)
- Veel genetische variatie voor anti-predator kenmerken in natuurlijke *Daphnia* populaties (Boersma et al., 1998)





Temperatuur als selectiekracht



Introductie

Doel

Set-up

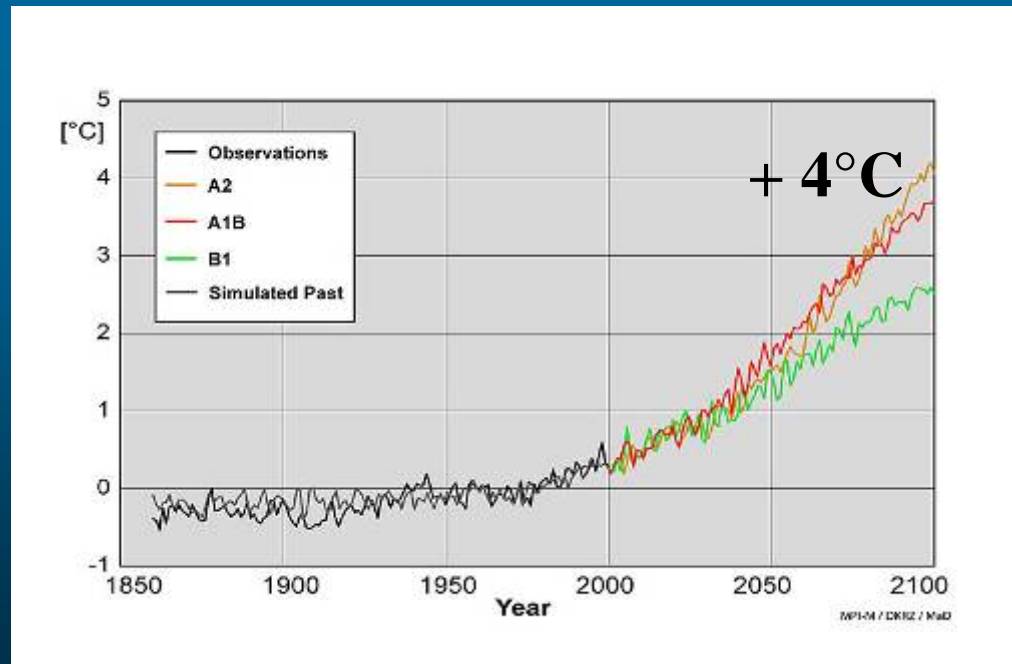
Resultaten

Conclusies

Toekomst



- Belangrijk in aquatische ecosystemen
- Fysiologische processen zijn temperatuursafhankelijk
- Directe en indirecte temperatuurseffecten
- IPCC voorspelling: + 4°C tegen 2100





Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Respons op predatie



- Gedragsresponsen:
 - horizontale en verticale migratie
 - zwermvorming
 - ...
- Morfologische kenmerken:
 - geringere groei
 - staartstekel, helm
 - ...
- Levensgeschiedeniskenmerken:
 - maturiteit op lagere leeftijd
 - meer nakomelingen
 - ...



Respons op temperatuurstijging



Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

- Extinctie
 - met uitsterven bedreigd: rode lijst soorten
- Migratie
 - noordwaarts (bvb. vlinders, libellen, koralen, ...)
 - hoger gelegen gebieden (bvb. wilde planten, spinnen, ...)
- Adaptatie
 - fenotypisch (warmer → kleiner)
 - genetisch (micro-evolutie)





Voorbeelden snelle micro-evolutie

Introductie

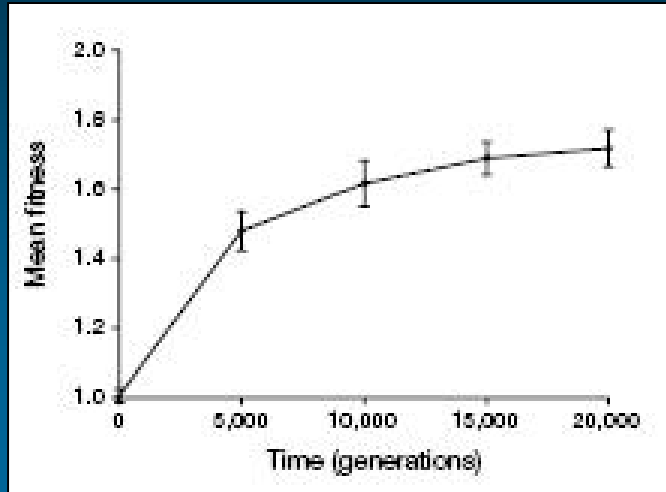
Doel

Set-up

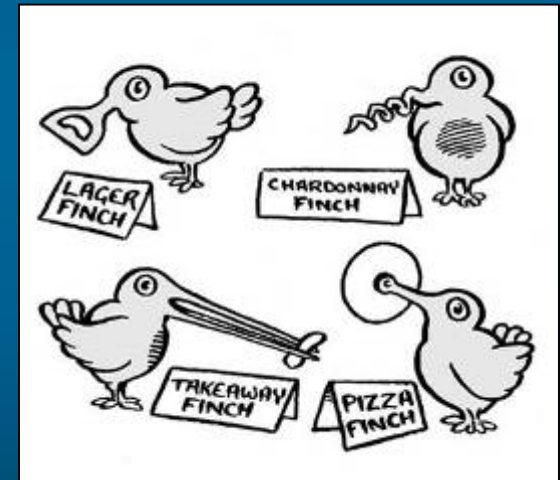
Resultaten

Conclusies

Toekomst

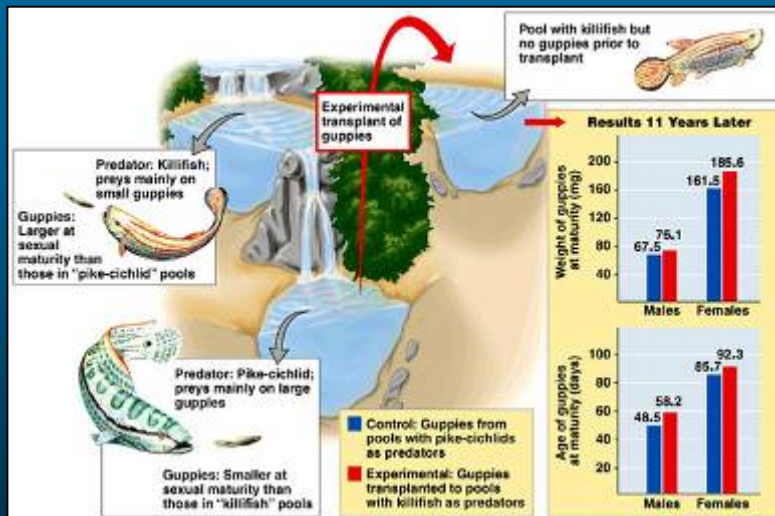


E. coli – Cooper & Lenski (2000) Nature



Darwin's finches –

© 2005 Richard Chapman



Trinidadian guppy - © Charles H. Mallery





Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

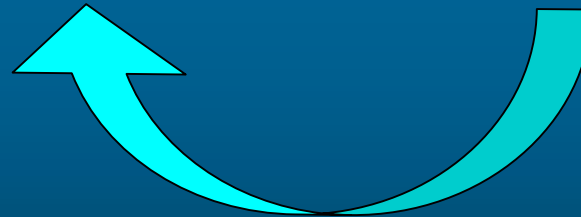


evolutionaire processen op
ecologische tijdschaal



interactie tussen ecologie en evolutie

ECOLOGIE → EVOLUTIE



terugkoppeling



Modelorganisme : de watervlo *Daphnia*

Introductie

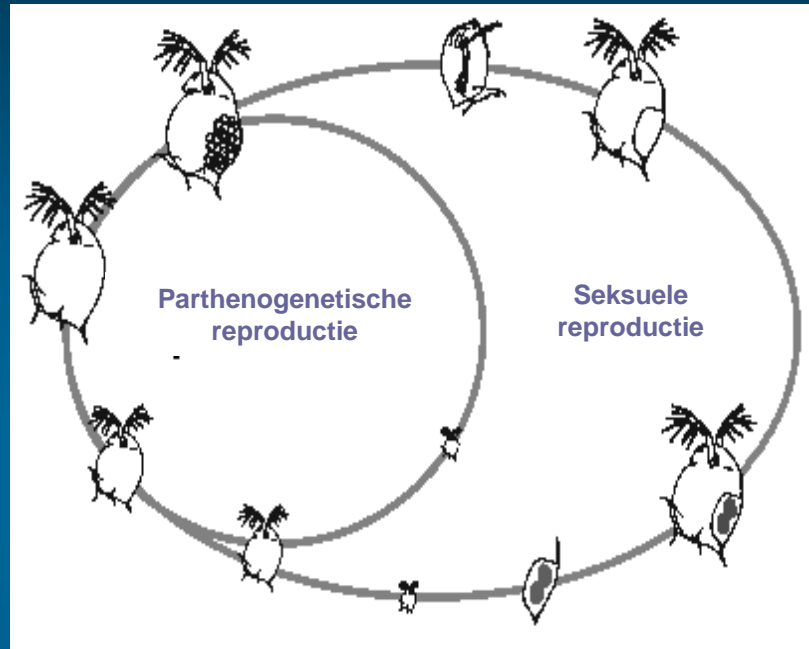
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



➔ modelorganisme voor evolutionair – ecologisch onderzoek :

- clones (genetisch identieke individuen)
- korte generatietijd





Belang voor natuurbehoud

→ sleutelsoort in aquatische ecosystemen

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Aanwezigheid van *Daphnia*

- weinig algen
- helder water (oligotroof)
- veel waterplanten



Afwezigheid van *Daphnia*

- veel algen
- troebel water (eutroof)
- weinig waterplanten





Evolutionair luik

Doel:

Nagaan in welke mate kan *Daphnia* zich genetisch aanpassen aan belangrijke selectiekrachten (predatie en temperatuur)?

Hoe:

- lange-termijn experimenten in het veld onder semi-natuurlijke omstandigheden (*alsook in het laboratorium*)
- evolutionaire respons in ecologisch relevante sleutelkenmerken (*en neutrale genetische merkers*) nagaan doorheen de tijd

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst





Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Ecologisch luik

Doel:

De ecologische terugkoppeling van micro-evolutie op de samenstelling van populaties en gemeenschappen kwantificeren.

Hoe:

- bestuderen van prioriteitseffecten op genotype en soortniveau onder semi-natuurlijke omstandigheden
- het kwantificeren van de mate waarin thermische adaptatie de competitieve sterkte van residente populaties en het vestigingssucces van immigranten uit zuidelijke populaties beïnvloedt.



Containerexperiment ARENA

ecologie → *evolutie*



Evolutie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Bronpopulatie



Competitoren

(Ja/Nee)

Macrofyten

(Ja/Nee)

Vis

(Ja/Nee)



2^4 behandelingen x 3 replica =

48 containers

ARENA : ARea of ExperimeNtal Aquatic ecology



Containerexperiment ARENA

ecologie ← *evolutie*



Ecologie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Gemeenschapsexperiment:

- vis (ja/nee)
- macrofyten (ja/nee)
- lokaal geadapteerd (ja/nee)
- 3 replica

→ 24 containers

1 F	7 M F	13 F	19 M
2 M	8 F	14 F	20 F
3 F	9 F	15 F	21 M
4 F	10 F	16 F	22 M F
5 F	11 F	17 F	23 M
6 M F	12 F	18 F	24 M

48 8 F	42 10 F	36 7 F	30 11 F	24 10 F	18 3 F	12 1 F	6 4 F
47 6 F	41 3 F	35 2 F	29 1 F	23 9 F	17 5 F	11 3 F	5 6 F
46 6 F	40 7 F	34 9 F	28 5 F	22 2 F	16 6 F	10 11 F	4 7 F
45 7 F	39 8 F	33 12 F	27 2 F	21 4 F	15 8 F	9 10 F	3 12 F
44 12 F	38 12 F	32 4 F	26 5 F	20 11 F	14 9 F	8 3 F	2 10 F
43 8 F	37 1 F	31 9 F	25 5 F	19 4 F	13 11 F	7 2 F	1 1 F

Competitie experiment:

- vis (ja/nee)
- lokaal geadapteerd (ja/nee)
- 12 immigrante clones

→ 48 containers



Mesocosmstudie te Engeland

ecologie → *evolutie*



Evolutie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

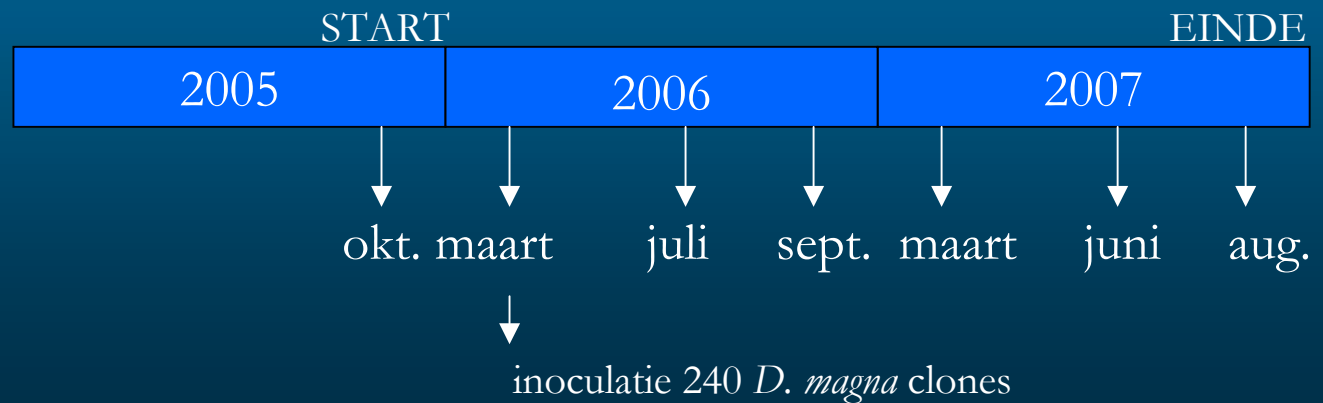
Toekomst

48 mesocosmen:

- 2 temperaturen (gem. temp. en gem. temp. + 4°C)
- 3 nutriëtniveaus
- aan- of afwezigheid van vis

→ subset van 8 mesocosmen

Staalname op specifieke tijdstippen:





Mesocosmstudie te Engeland

ecologie → *evolutie*



Evolutie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

- Beschrijving van veldsituatie:
 - densiteiten *D. magna* / *D. pulex*
 - grootte
 - parasieten



- Onderzoeken van evolutionaire respons m.b.t. temperatuur bij *D. magna* en *D. pulex* na 1 groeiseizoen temperatuursselectie in de mesocosmen



common-garden experiment onder laboratoriumomstandigheden

kwantificeren van belangrijke levensgeschiedeniskenmerken





Mesocosmstudie te Engeland

ecologie ← evolutie



Ecologie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

Competitie experiment:



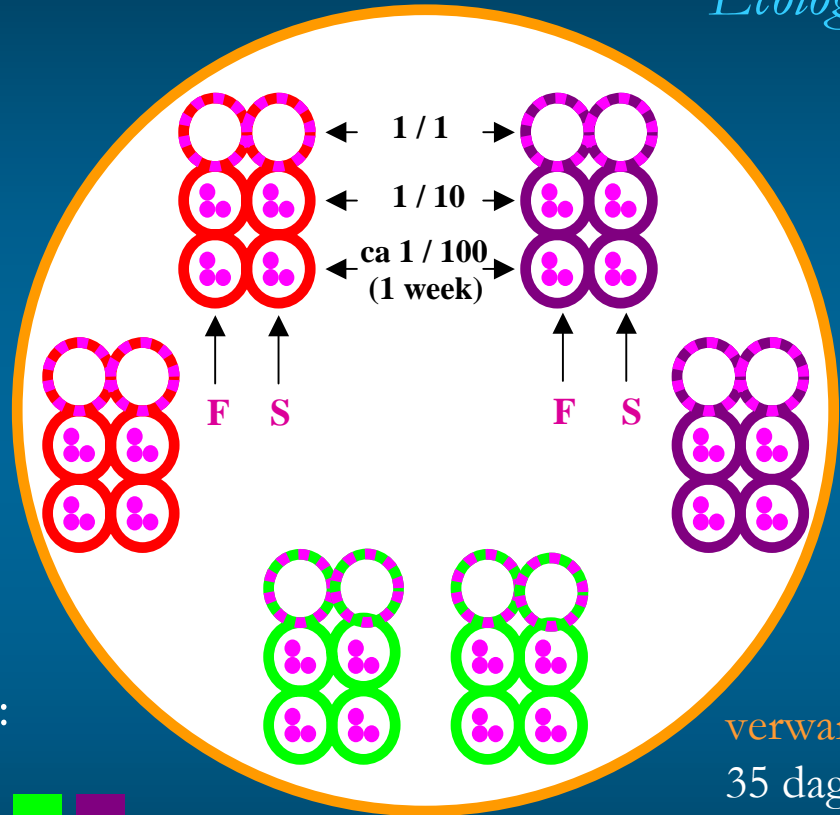
36 enclosures (7l) in
verwarmde mesocosm

enclosures geïnoculeerd met:

- niet-geadapteerde ind. ■ ■
- 'warm'-geadapteerde ind. ■

+ zuidelijke ind. uit Zuid-Frankrijk (**F**) / Zuid-Spanje (**S**)

+ gradiënt van frequenties





Mesocosmstudie te Engeland



Evolutie

ecologie → *evolutie*

soort ■ temperatuur →

Introductie

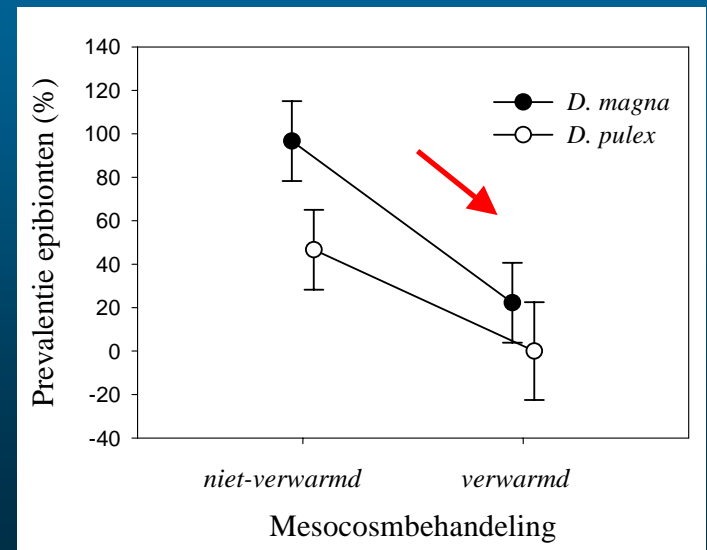
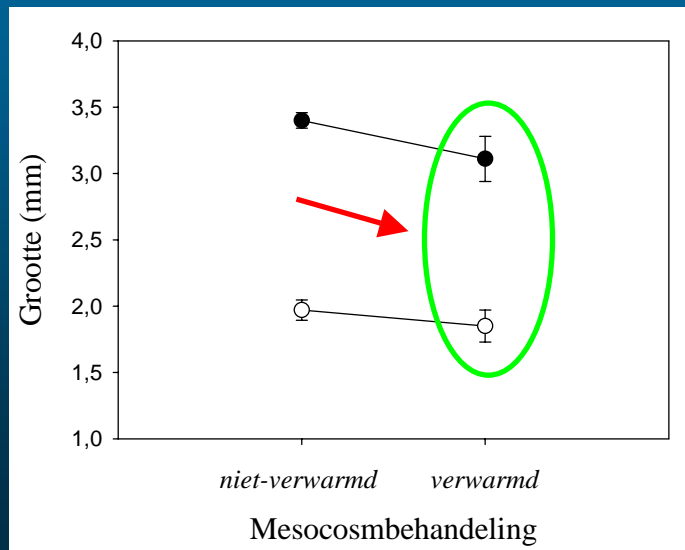
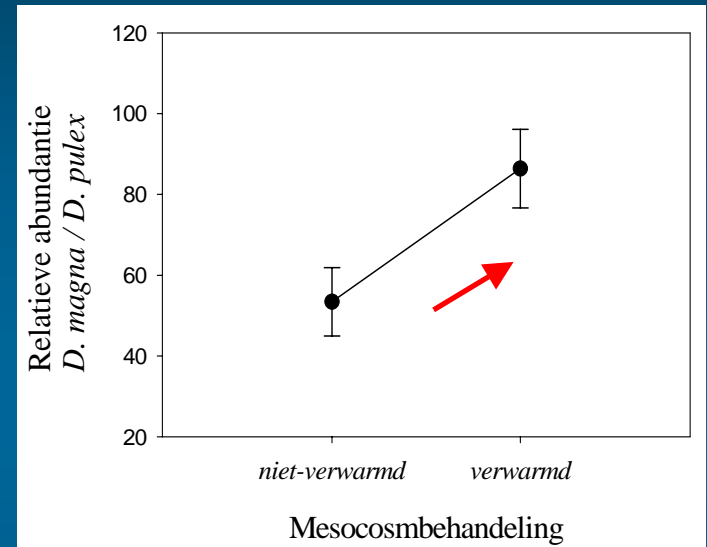
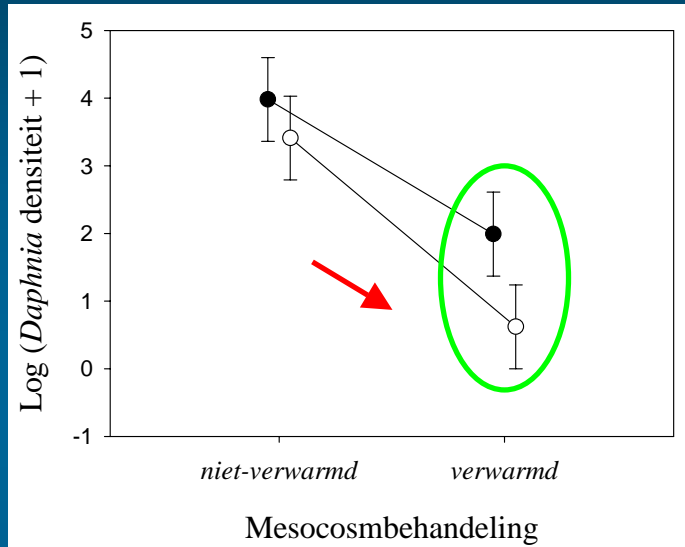
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst





Aquatische
Ecologie
&
Evolutie-
biologie

Introductie

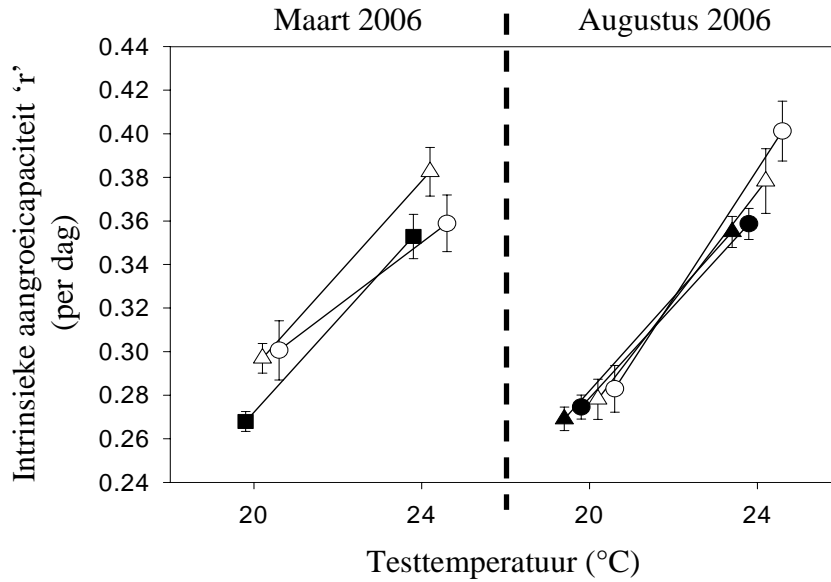
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



- *D. magna* (Maart)
- ▲ *D. magna* (verwarmde mesocosmen)
- *D. magna* (niet-verwarmde mesocosmen)
- ▲ *D. pulex* (verwarmde mesocosmen)
- *D. pulex* (niet-verwarmde mesocosmen)



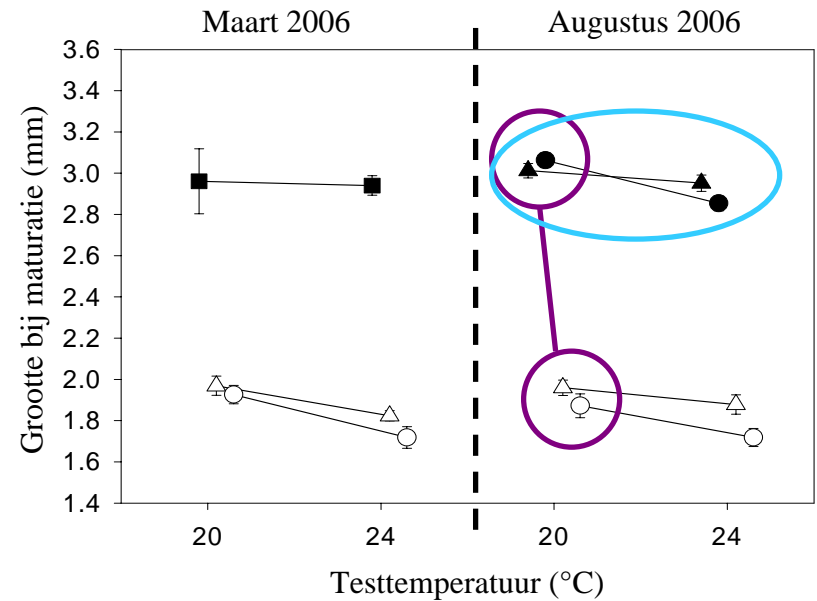
Evolutie

mesocosmtemp. × testtemp. ■

mesocosmtemp. × soort ■

↓

micro-evolutie bij *D. magna*





Thermische selectie



Evolutie

Introductie

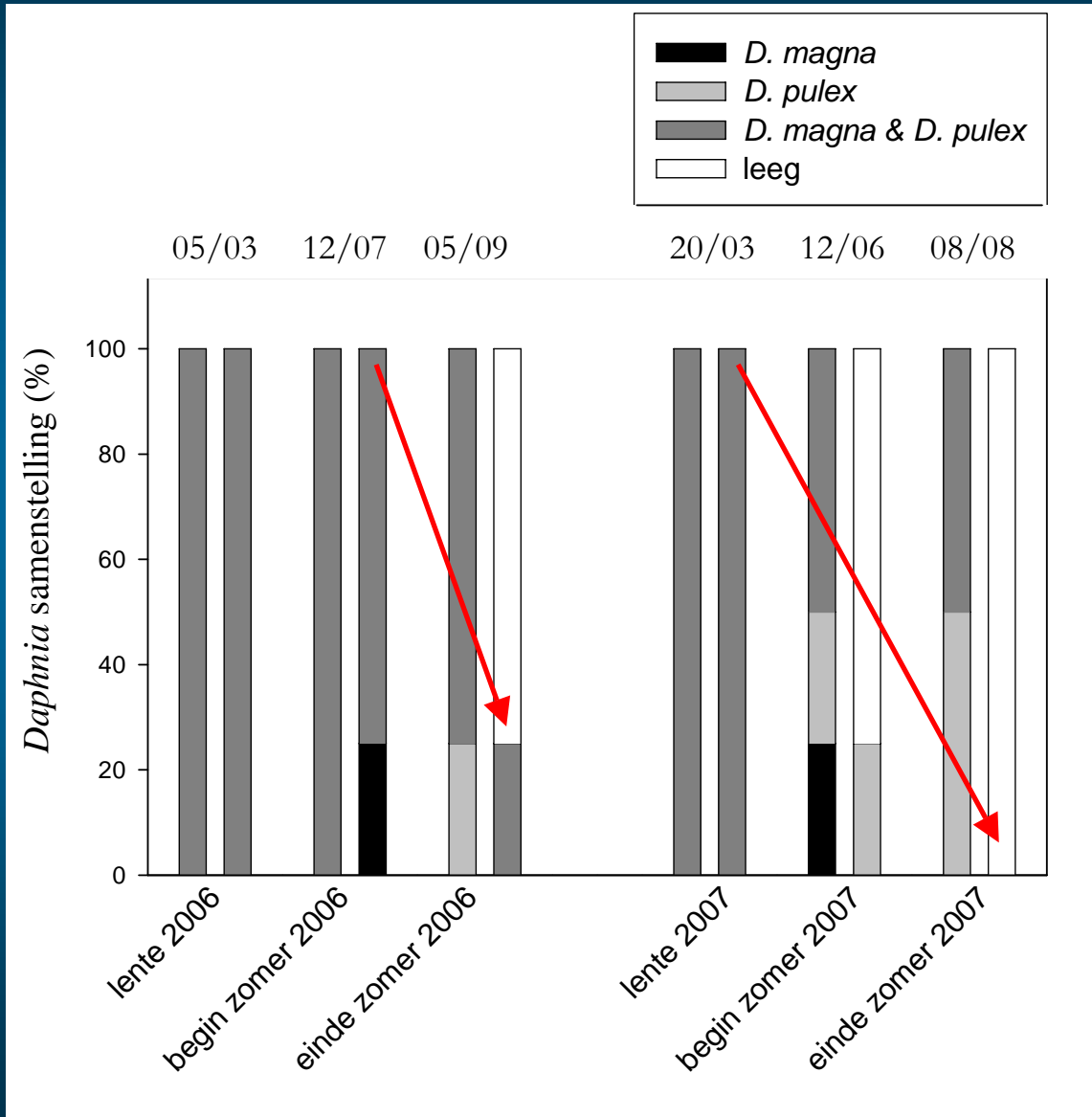
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Sterke daling in overleving van warm-gedapteerde clones in zomer



Mesocosmstudie te Engeland

ecologie ← evolutie



Ecologie

Introductie

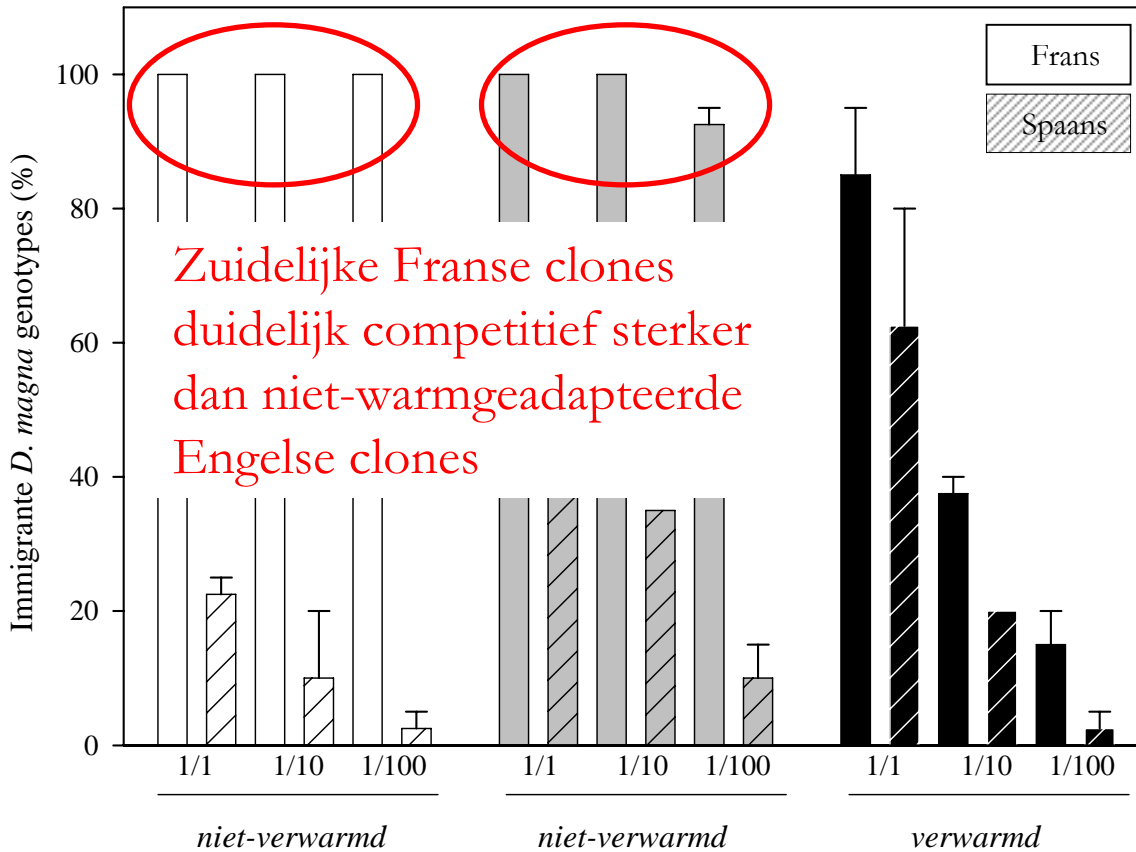
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Zuidelijke Franse clones
duidelijk competitief sterker
dan niet-warmgeadapteerde
Engelse clones

Mesocosm temp. behandeling Engelse *D. magna* genotypes





Containerexperiment ARENA



Evolutie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Abiotic parameters
(O₂, pH, °C, Conductivity)

Source	F Value	Pr > F
Pop	0.01	0.9093
Fish	0.03	0.8524
Macro	0.14	0.7127
Comp	0.02	0.8838
time	870.22	<.0001
time*Pop	0.02	0.9973
time*Fish	0.04	0.9889
time*Macro	0.15	0.9273
time*Comp	0.02	0.9948
time*Macro*Comp	0.09	0.9643
<i>All other inetractions</i>		<i>>.9900</i>



Containerexperiment ARENA



Evolutie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

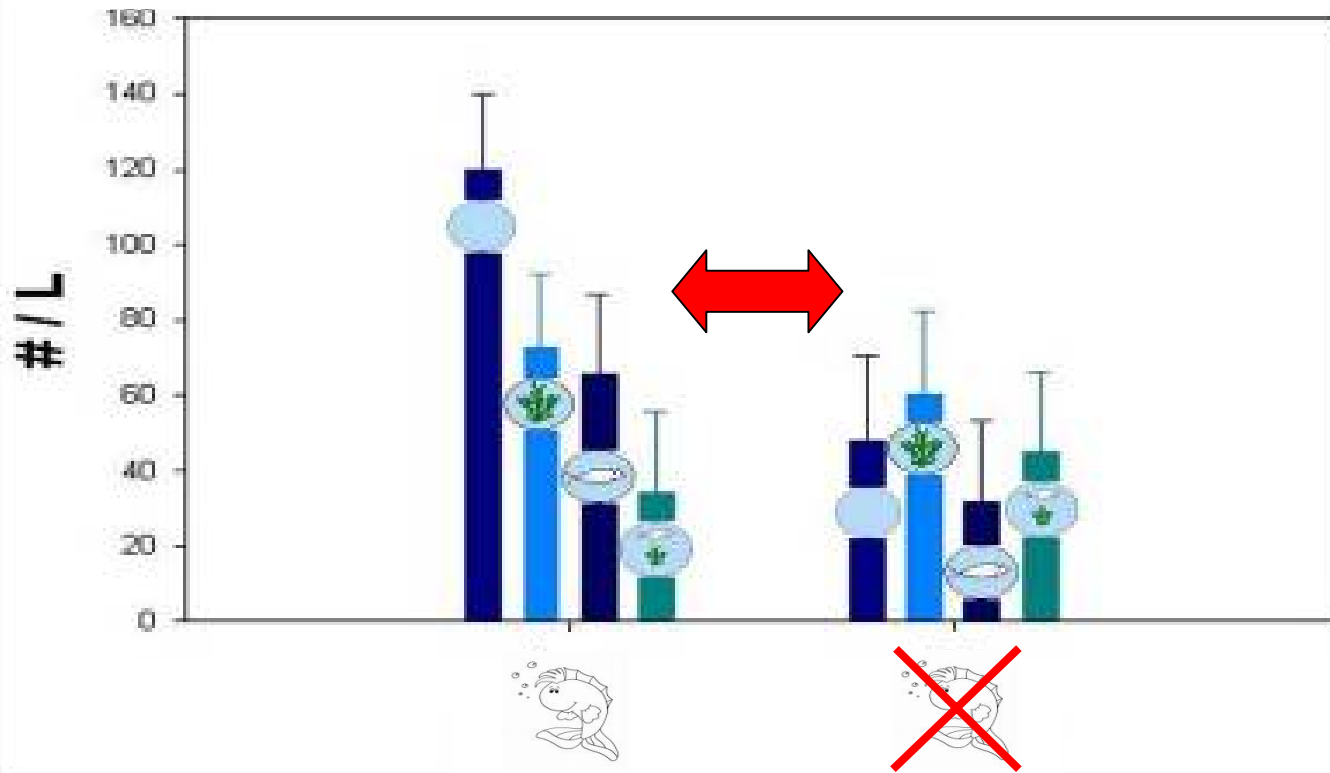
Conclusies

Toekomst



Daphnia magna densiteiten

na 1 maand





Containerexperiment ARENA



Evolutie

Introductie

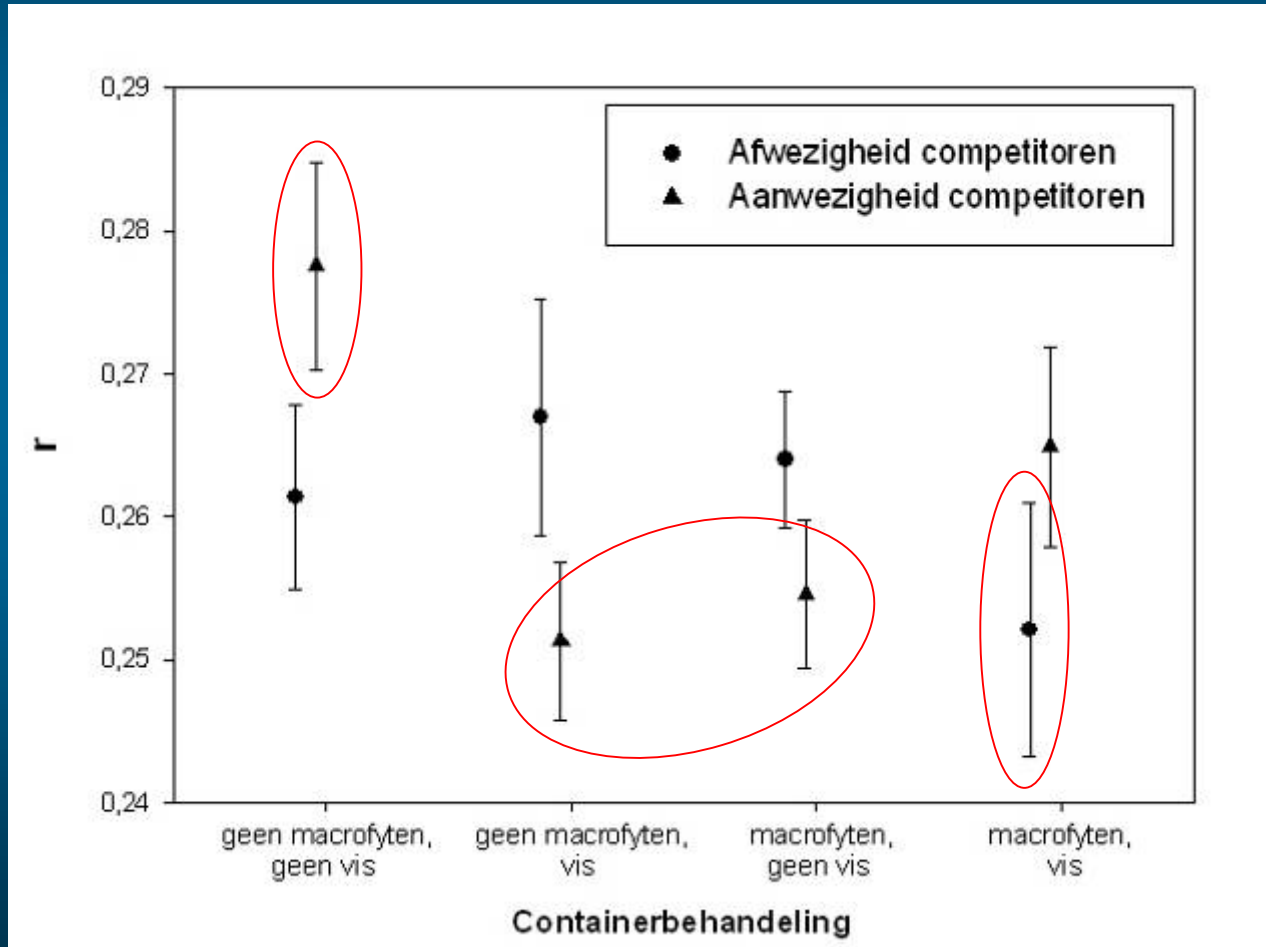
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst





Gemeenschapsexperimenten



Ecologie

Introductie

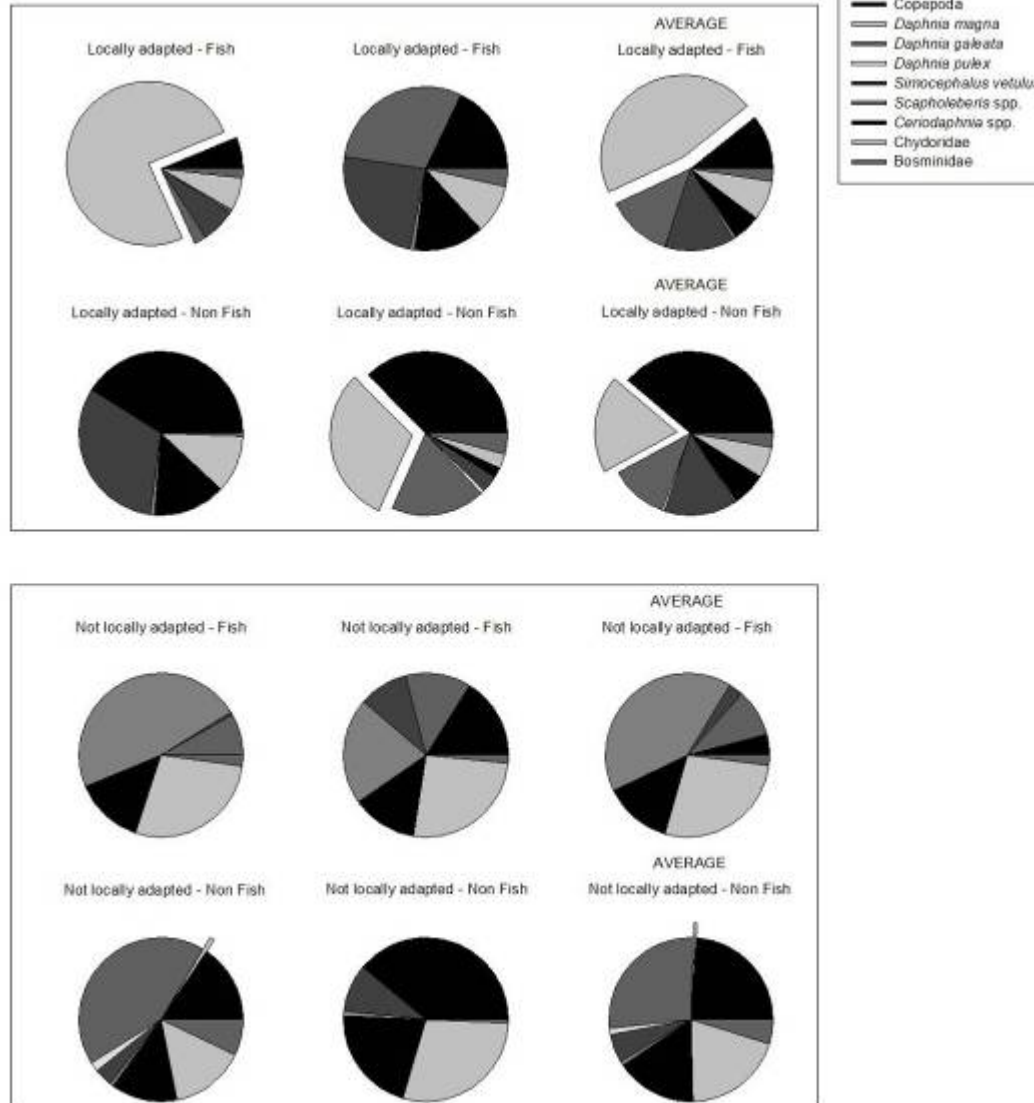
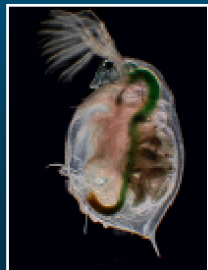
Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst





Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Conclusies

→ Aanwijzingen dat *Daphnia* zich genetisch kan aanpassen aan sterke selectiekrachten op korte termijn

Vispredatie:

- evolutionaire respons na 1 maand

Temperatuur:

- evolutionaire respons bij *D. magna* na 1 groeiseizoen
- evolutionaire respons sterk afhankelijk van de ecologische setting – in parallel labo-exp met zelfde clones van *D. magna*: evolutie in 'r' afhankelijk van manipulatie populatiedynamiek
- thermische adaptatie heeft ecologische gevolgen: zuidelijke clones kunnen competitief sterker zijn bij hogere temperatuur dan niet-warmgeadapteerde clones



Aquatische
Ecologie
&
Evolutie-
biologie

Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Verder onderzoek



Containerexperiment:

Verwerking data soortverschuivingen

→ Impact gemeenschap op aanspreekbaarheid evolutionair potentieel *D. magna*

Competitie experiment:

Genetische screening van de geïsoleerde individuen

→ Effect lokale adaptatie op het vestigingssucces van genotypen

48 8 F	42 10 F	36 7 F	30 11 F	24 10 F	18 3 F	12 1 F	6 4 F
47 6 F	41 3 F	35 2 F	29 1 F	23 9 F	17 5 F	11 3 F	5 6 F
46 6 F	40 7 F	34 9 F	28 5 F	22 2 F	16 6 F	10 11 F	4 7 F
45 7 F	39 8 F	33 12 F	27 2 F	21 4 F	15 8 F	9 10 F	3 12 F
44 12 F	38 12 F	32 4 F	26 5 F	20 11 F	14 9 F	8 3 F	2 10 F
43 8 F	37 1 F	31 9 F	25 5 F	19 4 F	13 11 F	7 2 F	1 1 F



Verder onderzoek



Introductie

Doel

Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst



Gemeenschapsexperiment:

Verdere verwerking data soortverschuivingen

- ➔ Heeft lokale adaptatie een significante impact op het vestigingssucces van immigrerende soorten (competitoren)?

Transplantexperiment:

Zomer 2008

- ➔ Nagaan in welke mate micro-evolutie een bufferende werking heeft met betrekking tot soortverschuivingen.



Aquatische
Ecologie
&
Evolutie-
biologie

Verder onderzoek

‘verrijzenis-ecologie’ - resurrection ecology



Introductie

Doel

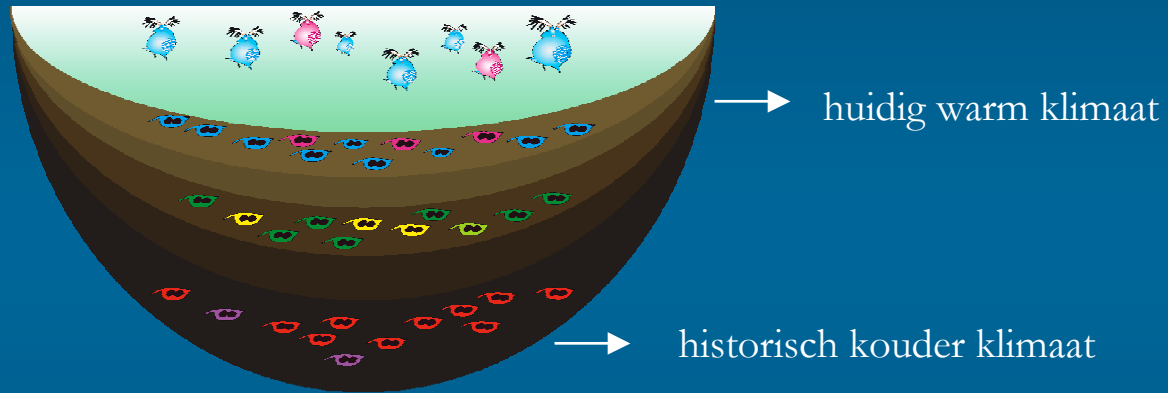
Set-up

Resultaten

Conclusies

Toekomst

op zoek naar signalen van klimaatsopwarming



rusteibank = archief van genetisch materiaal



huidig warm klimaat



historisch kouder klimaat





Bedankt !

- voor de aandacht
- promotor : Prof. Dr. Luc De Meester
- co-promotor : Prof. Dr. Robby Stoks
- universiteit van Liverpool (UK):
Prof. Dr. Brian Moss, Dr. David Atkinson,
Dr. Heidrun Feuchtmayr
- IWT / FWO / ESF / Euro-Limpacs

