



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΑνεΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΣΠΑ  
2014-2020  
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

# Εφαρμογές φαγοθεραπείας έναντι δονακίωσης

Δρ. Παντελής Καθάριος

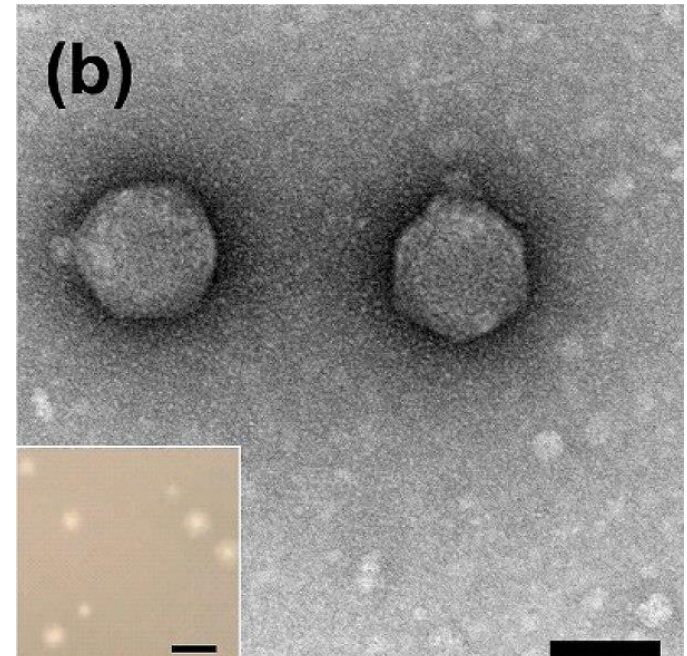
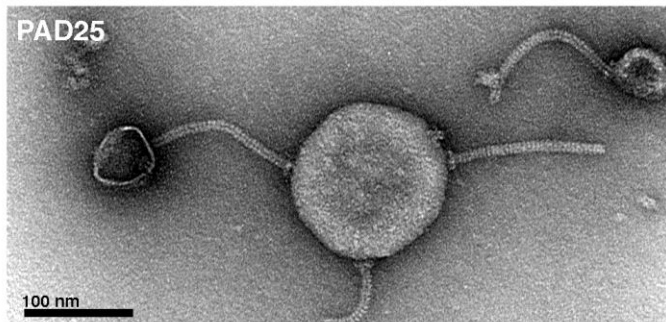
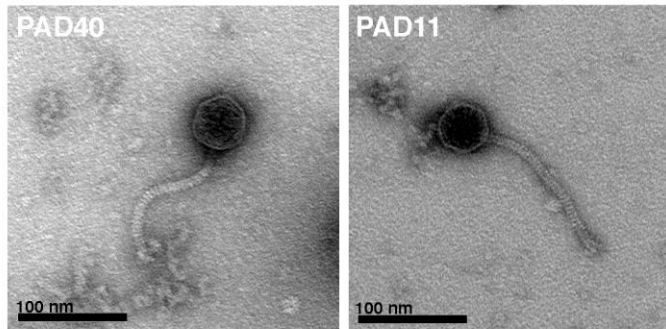
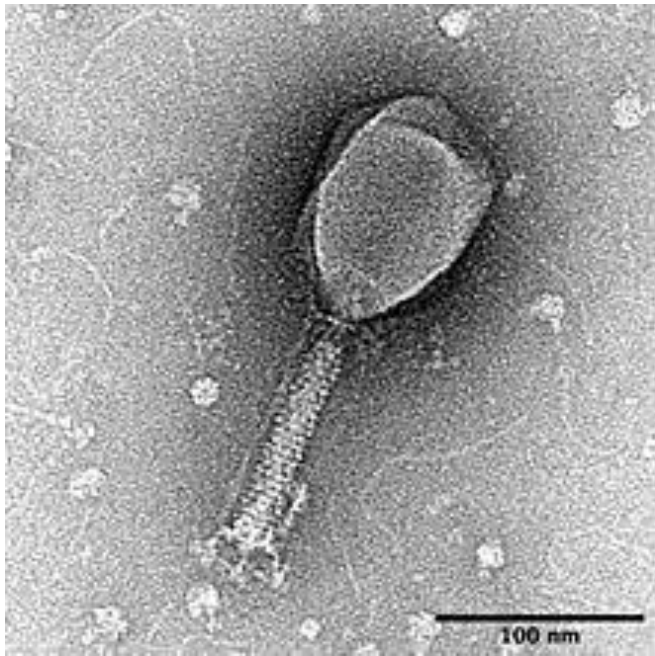


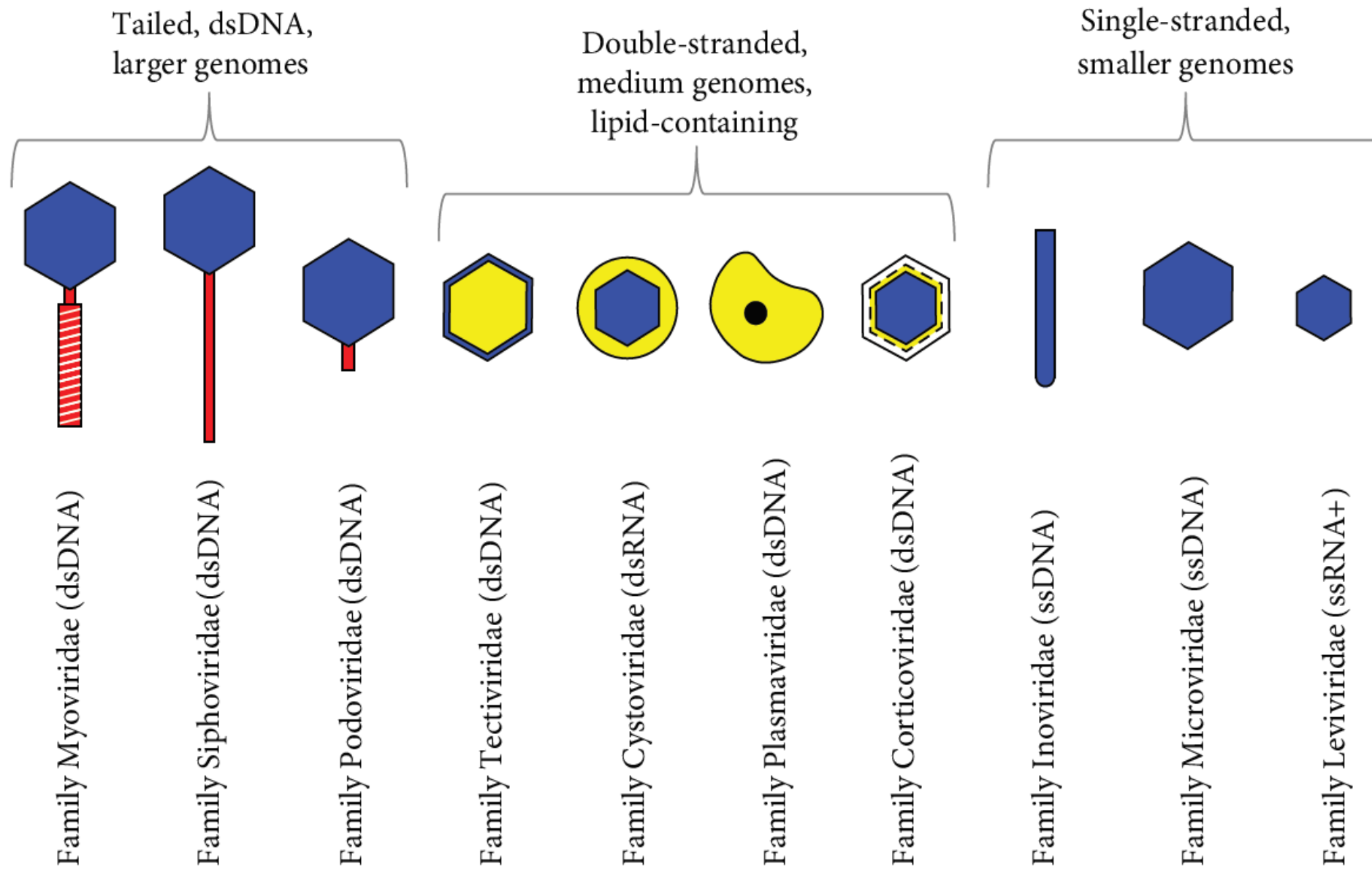
# Βακτηριοφάγοι ή φάγοι

- Ιοί που προσβάλλουν βακτήρια
- Η πιο πολυπληθής «μορφή ζωής» στο πλανήτη
- Βρίσκονται παντού
- ...ακόμα και στη Σαχάρα και την Ανταρκτική (Prigent et al. 2005, *Extremophiles* 9(4), 289-96)
- Είναι υπεύθυνοι για το θάνατο 40% του παγκόσμιου πληθυσμού βακτηρίων ημερησίως
- Τεράστια οικολογική σημασία (80% ετερότροφης προκαρυωτικής παραγωγικότητας)
- Συμμετοχή στο κύκλο του άνθρακα 0.37–0.63 gigatonnes άνθρακα ανά έτος (Danovaro et al. 2008, *Nature* 454, 1084-1087)
- $\sim 10^{31}$

# Μορφολογία

- 6 βασικοί μορφοτύποι
- 19 οικογένειες (2019)





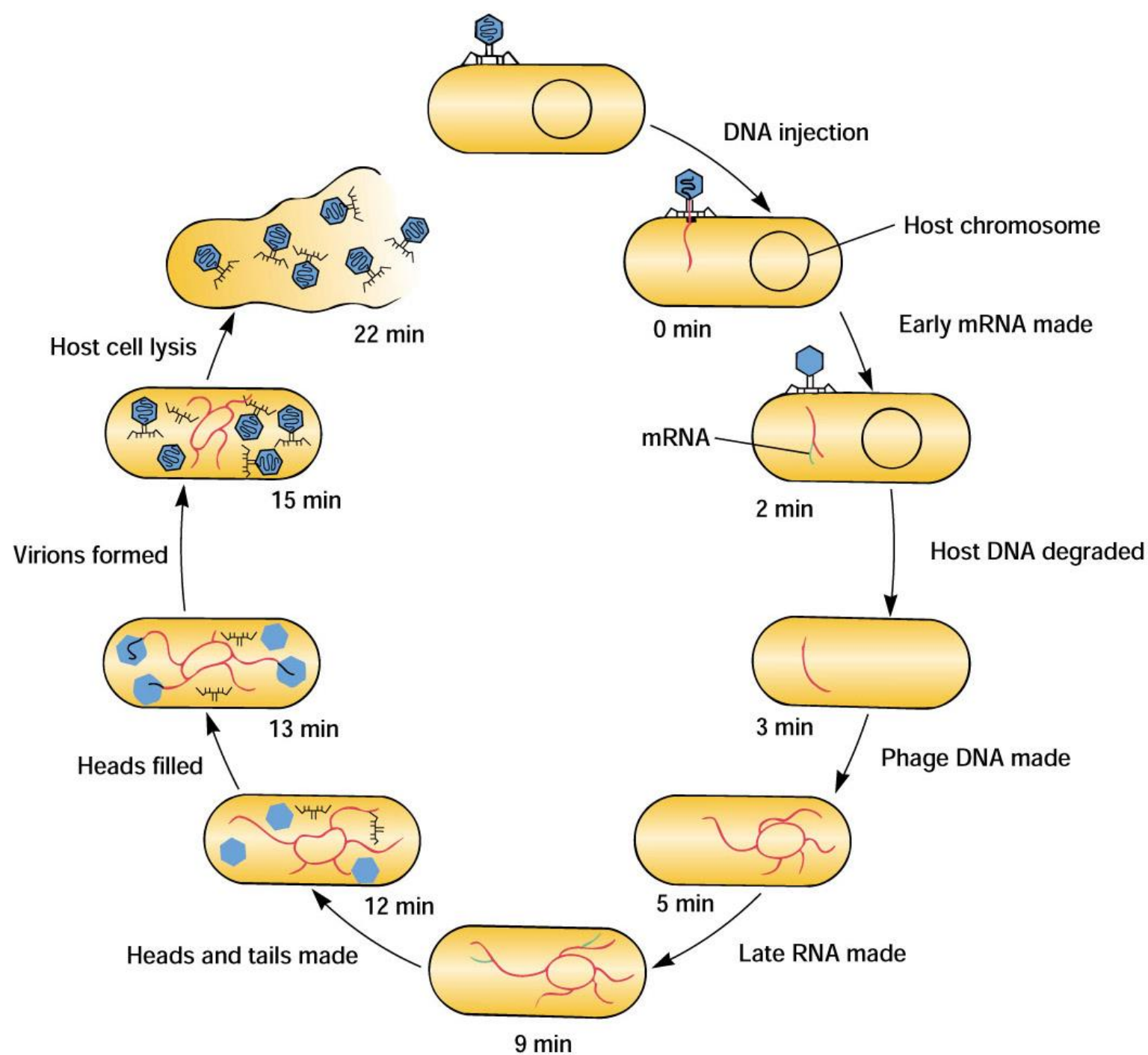
Hyman, P., & Abedon, S. T. (2012). Smaller fleas: viruses of microorganisms. *Scientifica*, 2012.

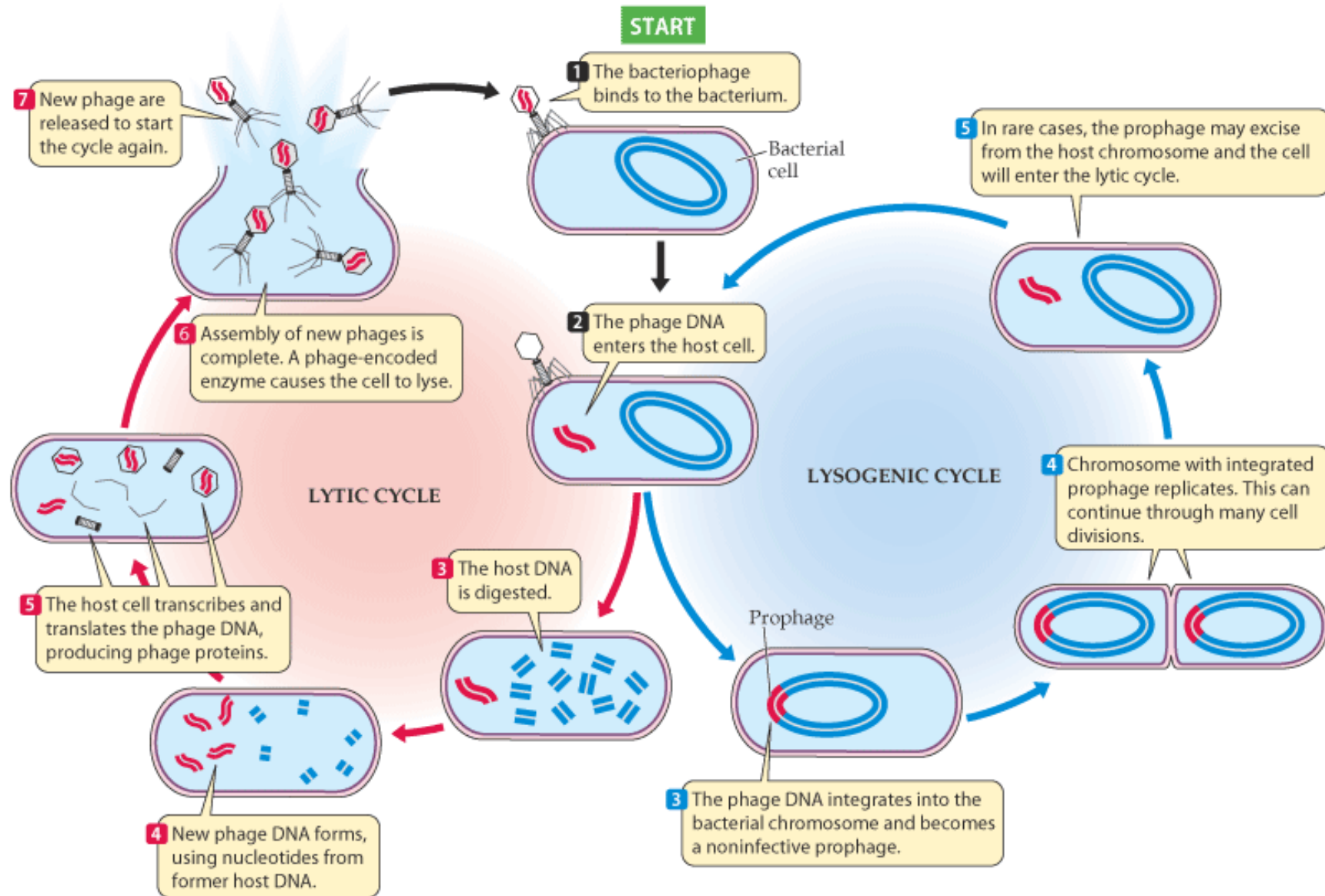
*Edwardsiella anguillarum*  
phage SAR

Dr. Pantelis Katharios  
HCMR









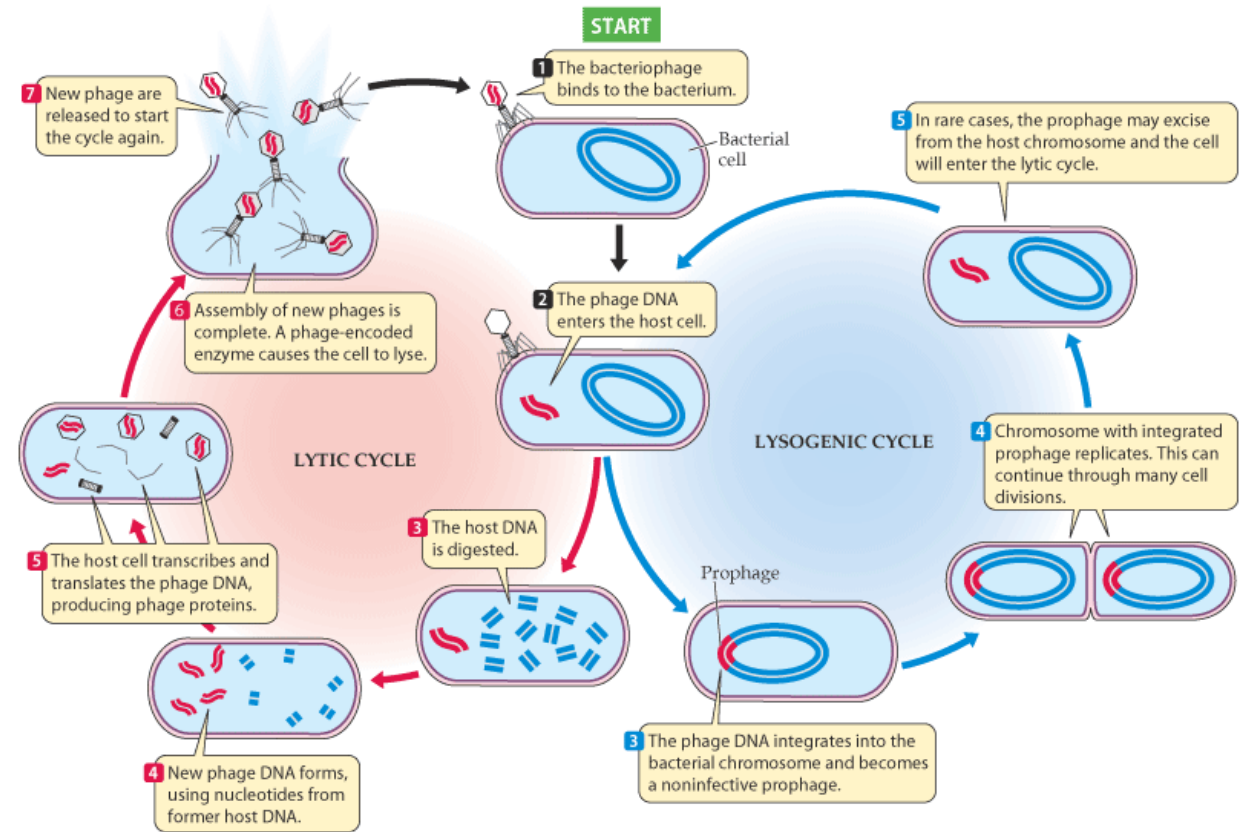


# Λυσιγονική μετατροπή

Τα περισσότερα γονίδια ενός προφάγου βρίσκονται εν υπνώσει εντός του βακτηριακού χρωμοσώματος.

Μερικά βακτήρια όμως μπορεί να εκφράσουν ιικά γονίδια με αποτέλεσμα να αποκτούν επιπλέον ιδιότητες/ικανότητες

Κάποιοι ήπιοι φάγοι μπορεί να μεταφέρουν γονίδια που κωδικοποιούν τοξίνες ή πρωτεΐνες που σχετίζονται με αντίσταση στα αντιβιοτικά



Cholera toxin CTX is carried by a filamentous bacteriophage CTXφ

# Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά φάγων

01

Υψηλή εξειδίκευση  
(host specificity)

02

Αυτο-  
πολλαπλασιασμός  
(self propagation)

03

Αυτο-περιορισμός  
(self restriction)

# Γιατί η φαγοθεραπεία έχει ενδιαφέρον για την ιχθυοκαλλιέργεια?

- Ανθεκτικότητα βακτηρίων στα αντιβιοτικά
- Στοχευμένη θεραπεία
- Δεν απαιτεί επαναλαμβανόμενες χορηγήσεις (αυτό-πολλαπλασιασμός)
- Δεν επηρεάζουν τα ευεργετικά βακτήρια
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο ευαίσθητο περιβάλλον του εκκολαπτηρίου
- Δεν αφήνουν κατάλοιπα
- Είναι φυσικός τρόπος καταπολέμησης των βακτηρίων



**ANTIBIOTIC RESISTANCE**  
**WHAT THE AGRICULTURE SECTOR CAN DO**

Antibiotic resistance happens when bacteria change and become resistant to the antibiotics used to treat the infections they cause.



- 1 Ensure that antibiotics given to animals—including food-producing and companion animals—are **only used to control or treat** infectious diseases and under veterinary supervision
- 2 Vaccinate animals to reduce the need for antibiotics and develop **alternatives** to the use of antibiotics in plants
- 3 Promote and apply **good practices** at all steps of production and processing of foods from animal and plant sources
- 4 Adopt **sustainable systems** with improved hygiene, biosecurity and stress-free handling of animals
- 5 Implement **international standards** for the responsible use of antibiotics and guidelines, set out by OIE, FAO and WHO

[www.who.int/drugresistance](http://www.who.int/drugresistance)  
[www.oie.int/antimicrobial-resistance](http://www.oie.int/antimicrobial-resistance)  
[www.fao.org/antimicrobial-resistance](http://www.fao.org/antimicrobial-resistance)

**#AntibioticResistance**

Food and Agriculture Organization of the United Nations  
OIE WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH  
World Health Organization



## Στόχοι στο έργο ROBUST

---

Απομόνωση φάγων έναντι *Vibrio harveyi*

Χαρακτηρισμός φάγων

Χρήση φάγων σε επίπεδο εκκολαπτηρίου (ζωντανές τροφές)



## Πως γίνεται η απομόνωση φάγων?

Δείγματα νερού από περιοχές όπου αναμένεται παρουσία του βακτηρίου στόχου

Εμπλουτισμός του δείγματος με το βακτήριο στόχο

Επώαση 24h

Διήθηση για την απομάκρυνση του βακτηρίου

Έλεγχος για λυτική δράση του διηθήματος





# Χαρακτηρισμός φάγων

---

Καθαρισμός (3-5 φορές)

Πολλαπλασιασμός

Μελέτη κύκλου ζωής

Εύρος ξενιστών

Μορφολογία (ηλεκτρονικό μικροσκόπιο)

Γονιδιωματική

In vitro αποτελεσματικότητα

In vivo αποτελεσματικότητα



204 δείγματα από διάφορες περιοχές της Ελλάδας  
22 διηθήματα με λυτική δράση  
3 φάγοι για *Vibrio harveyi* πλήρως χαρακτηρισμένοι

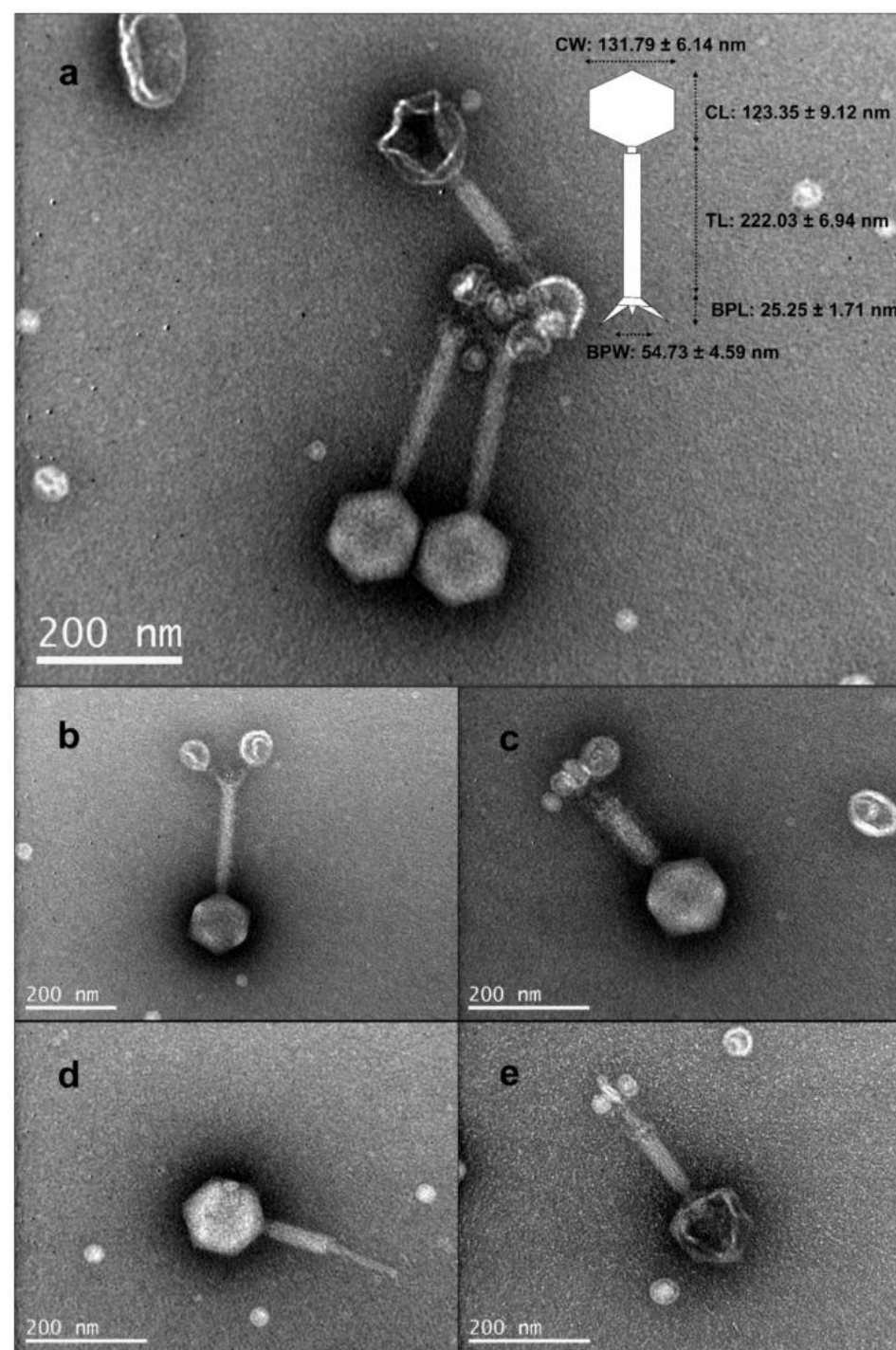


# Φάγος νΒ\_pir03

Ξενιστής: *Vibrio harveyi* DSM 19623 (type strain)

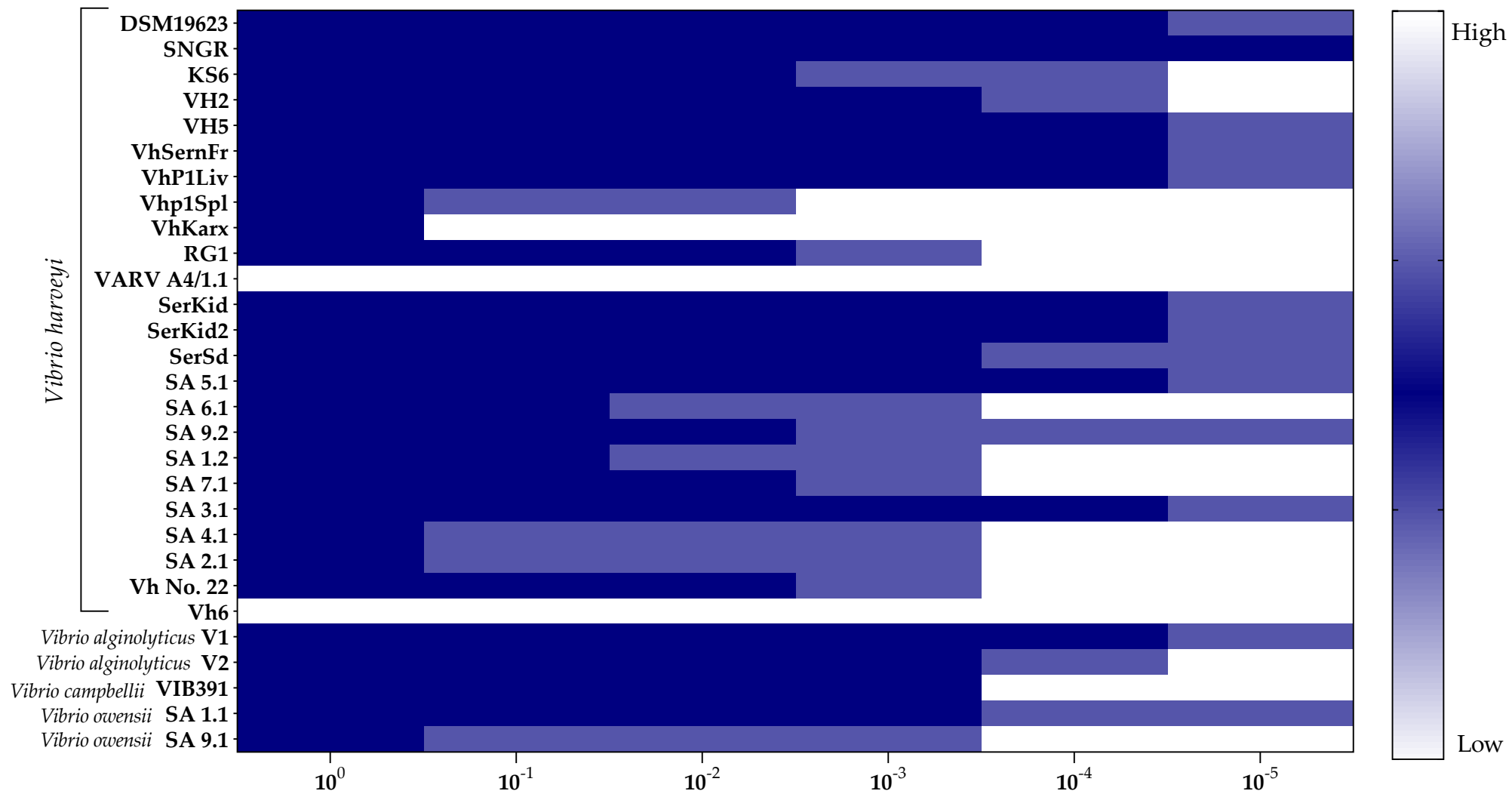
Απομόνωση: Λιμάνι Πειραιά

Μγονίριος 222 nm ουρά, 131 nm καψίδιο

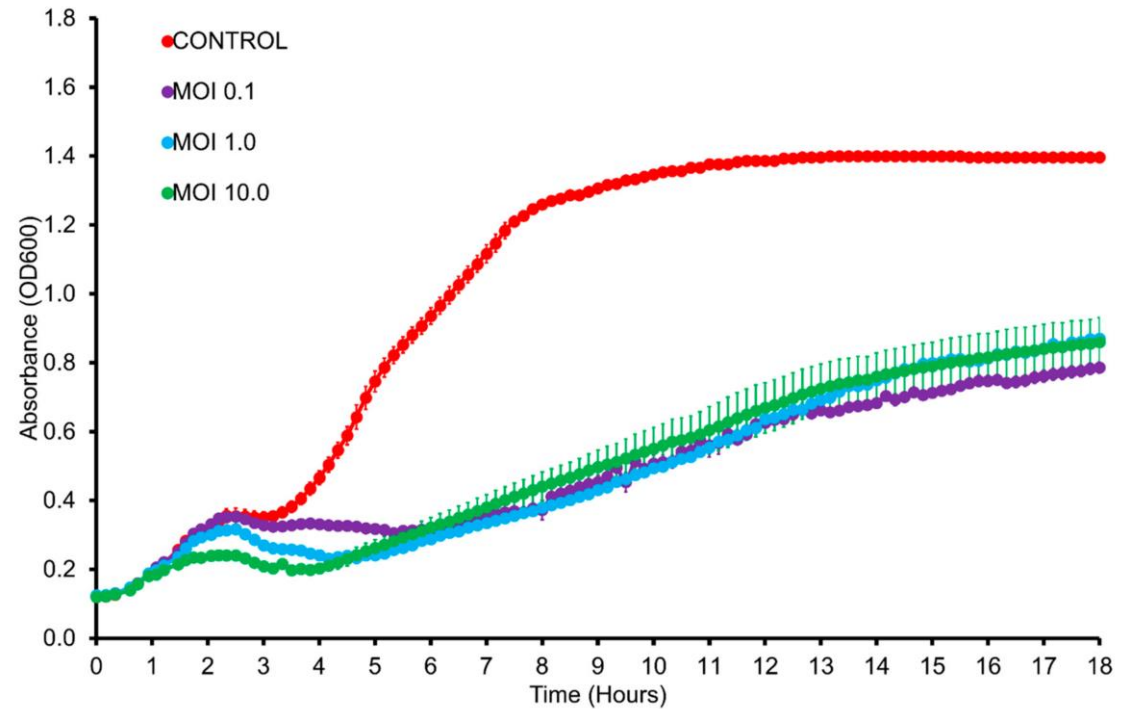
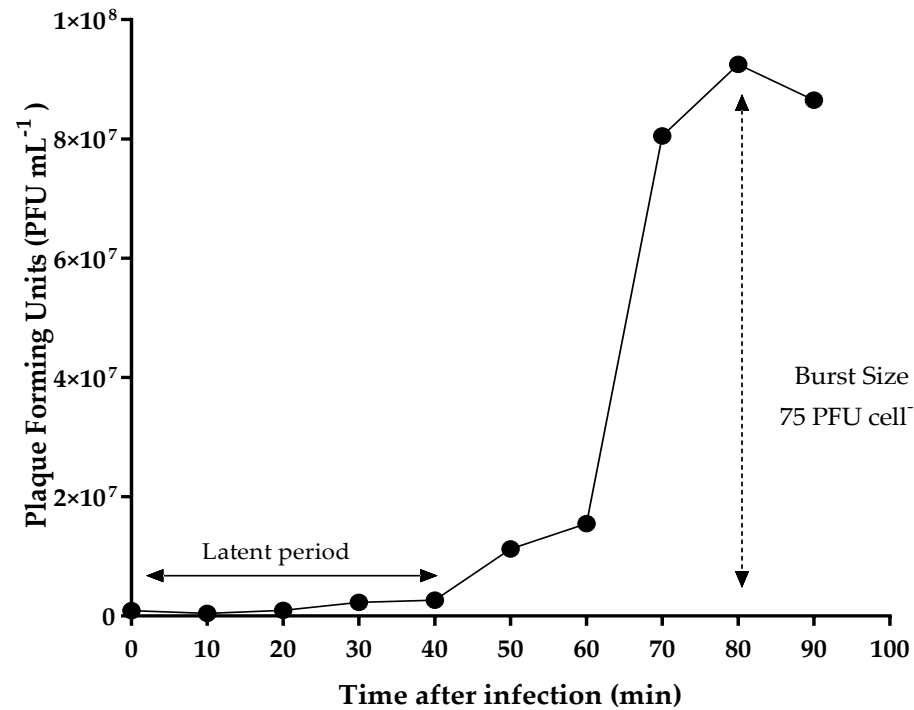




# Εύρος ξενιστών



# Κύκλος ζωής/in vitro αποτελεσματικότητα



# Γονιδιωματική

286,284 bp

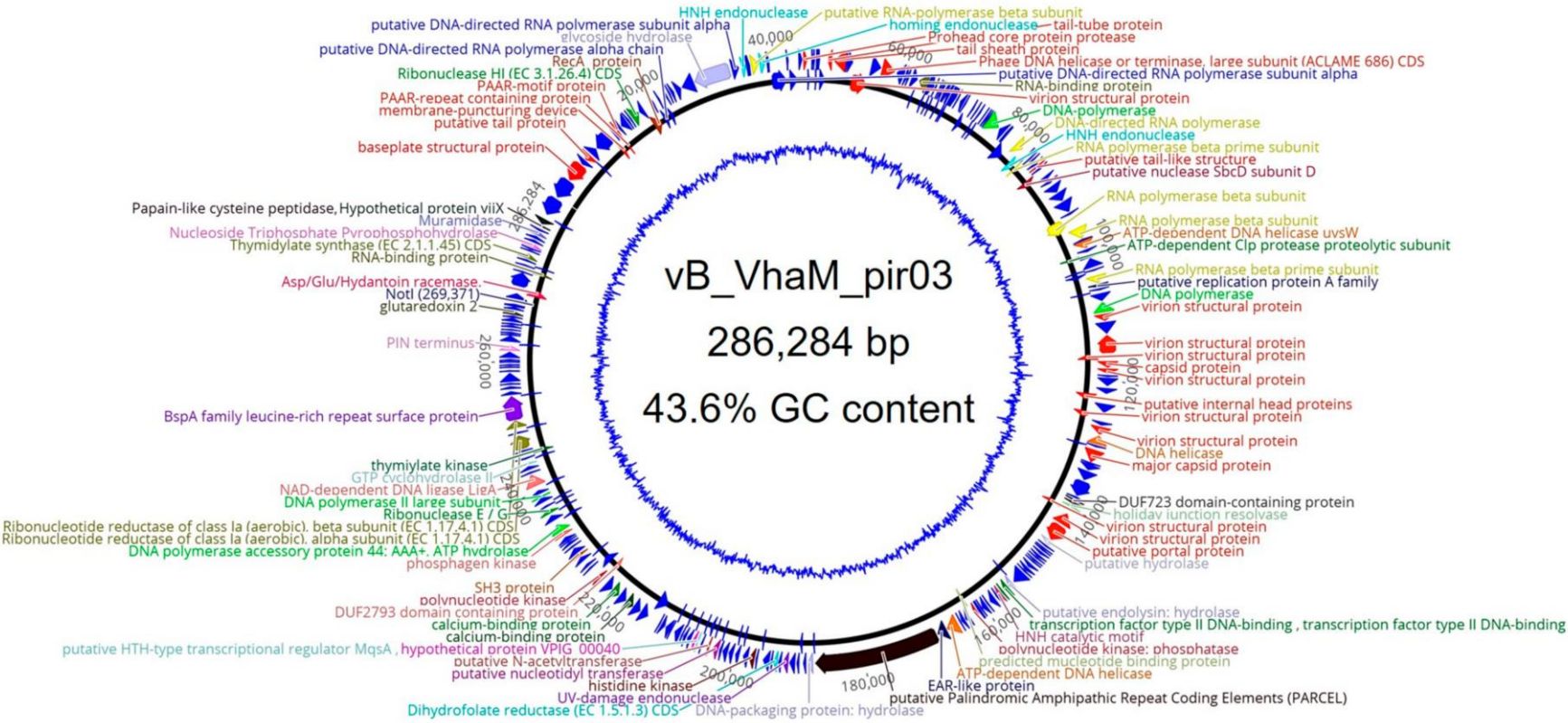
336 ORFs

No virulent genes/toxins

Lytic lifestyle

59% hypothetical proteins

Jumbo phage

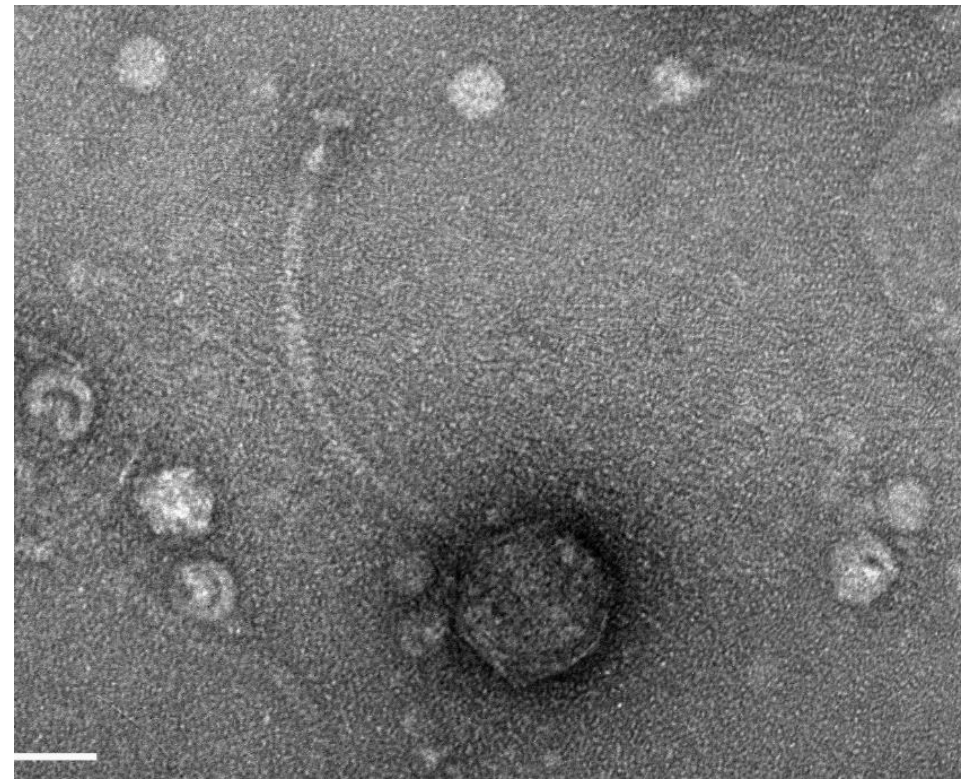
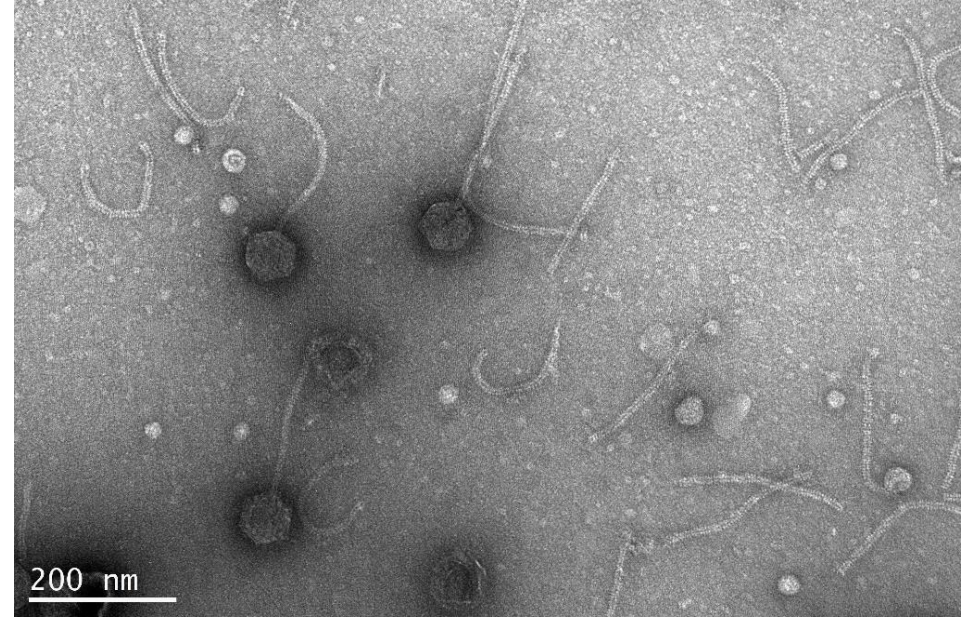


# Φάγος Virtus

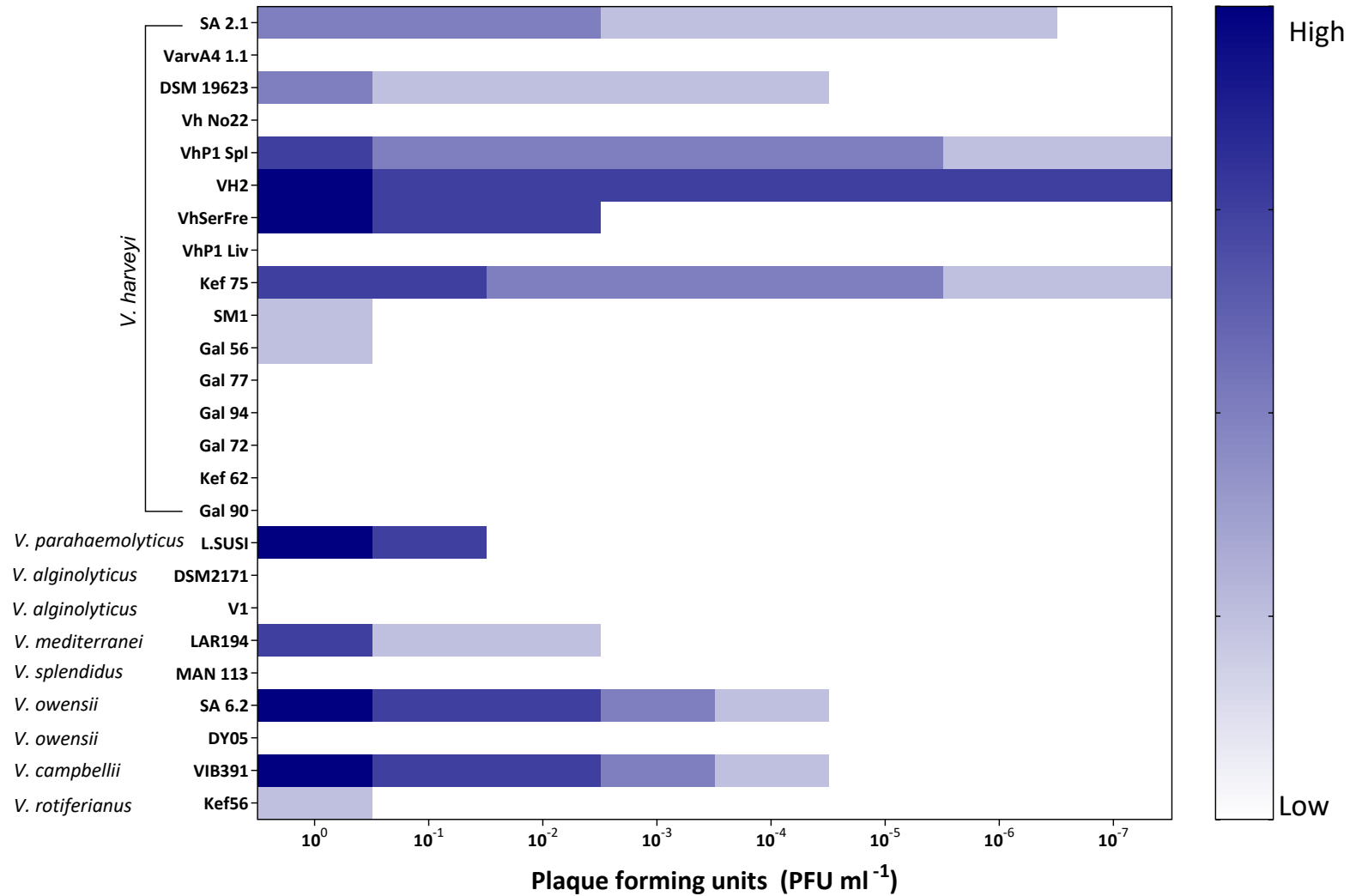
Ξενιστής: *Vibrio harveyi* VH2 (ΕΛΚΕΘΕ)

Απομόνωση: ΕΛΚΕΘΕ (Ηράκλειο)

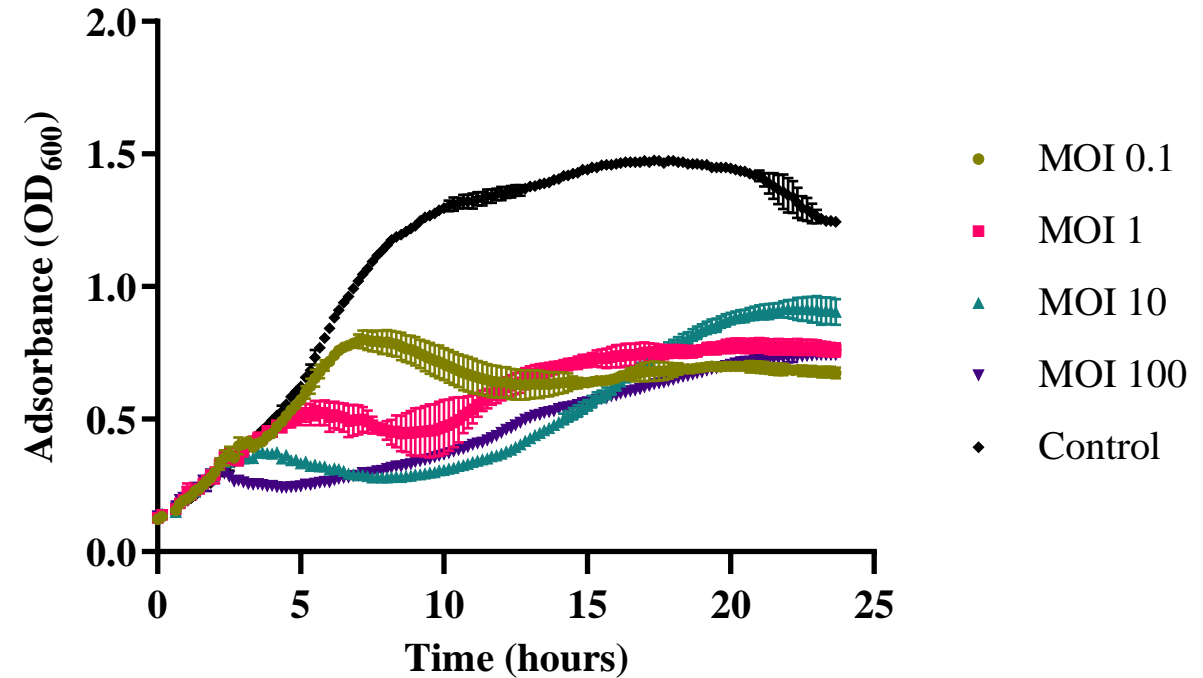
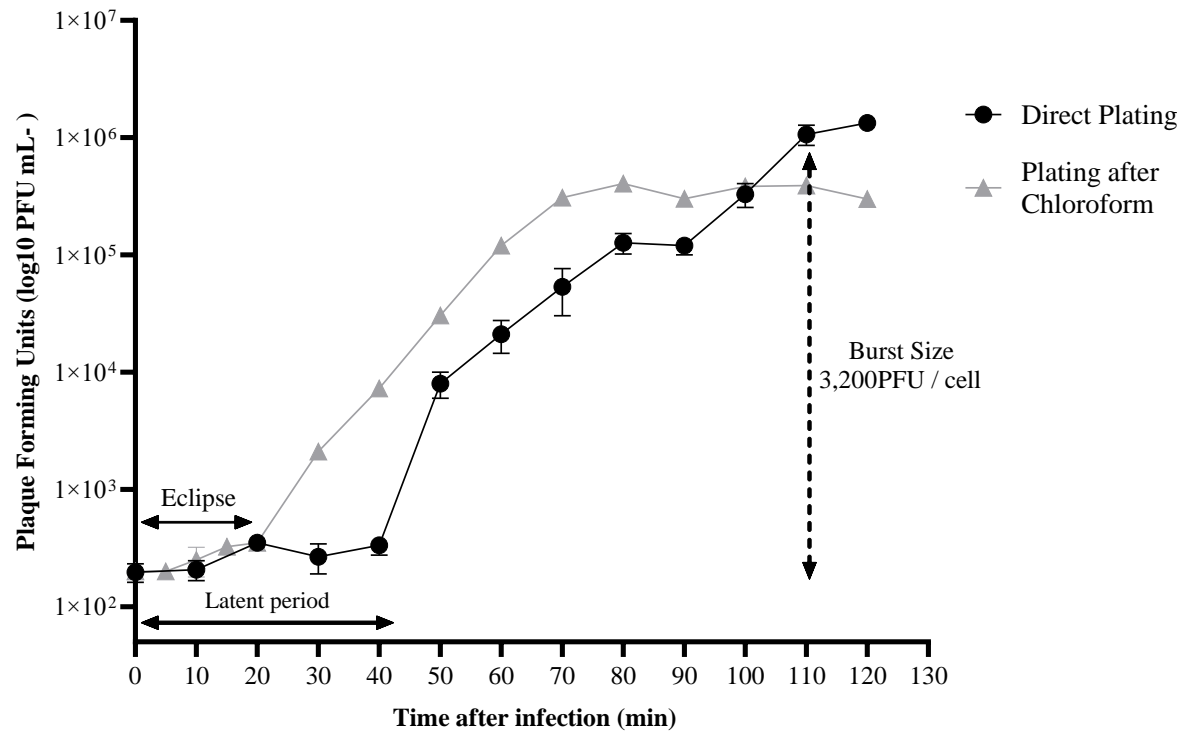
Siphonivirus 220 nm ουρά, 78 nm καψίδιο



# Εύρος ξενιστών



# Κύκλος ζωής/in vitro αποτελεσματικότητα



# Γονιδιωματική

82,960 bp

127 ORFs

No virulent genes/toxins

Lytic lifestyle

57%  
hypothetical proteins

Auxiliary  
Metabolic Genes

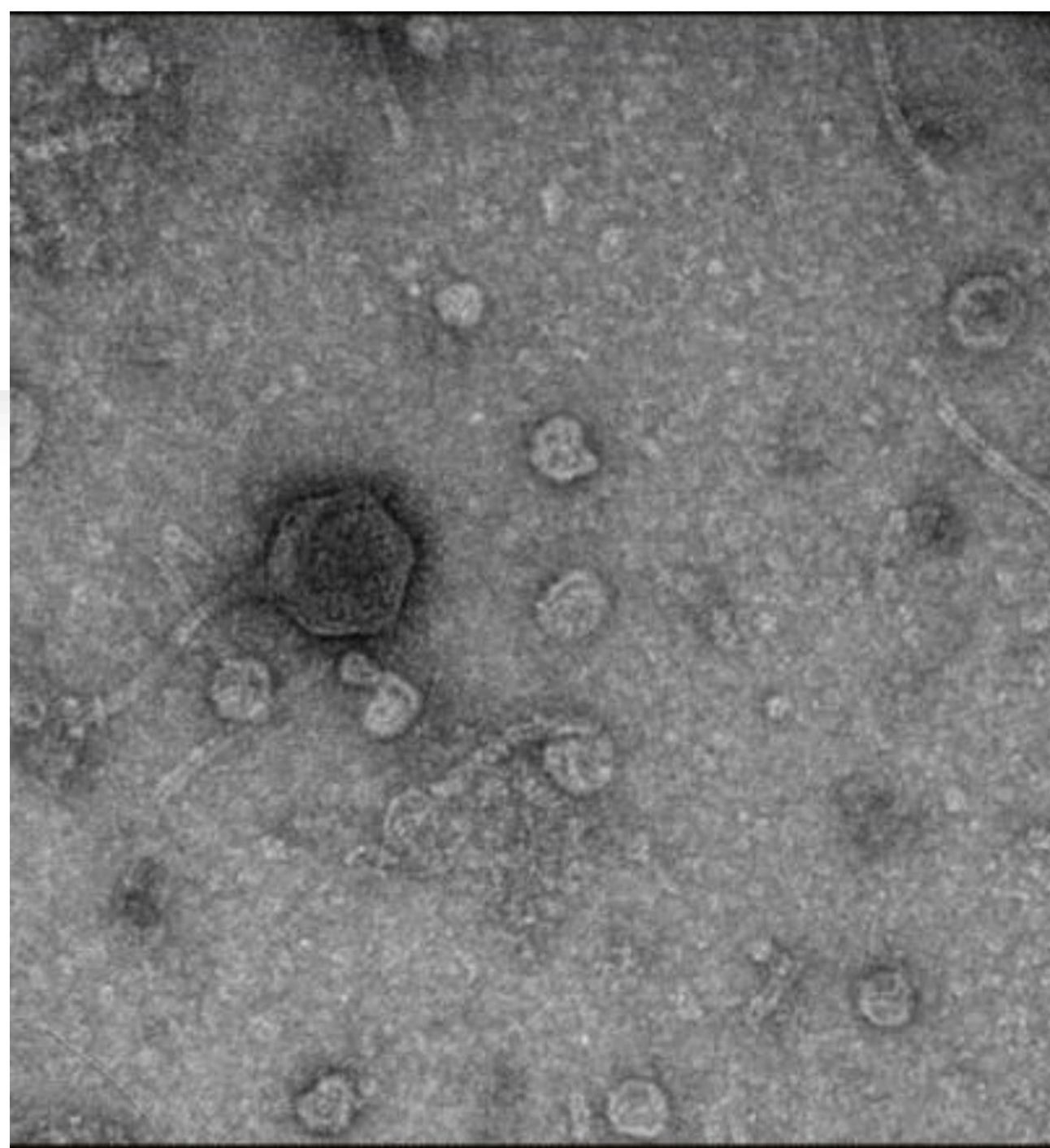


# Φάγος MAG7

Ξενιστής: *Vibrio harveyi* MM46

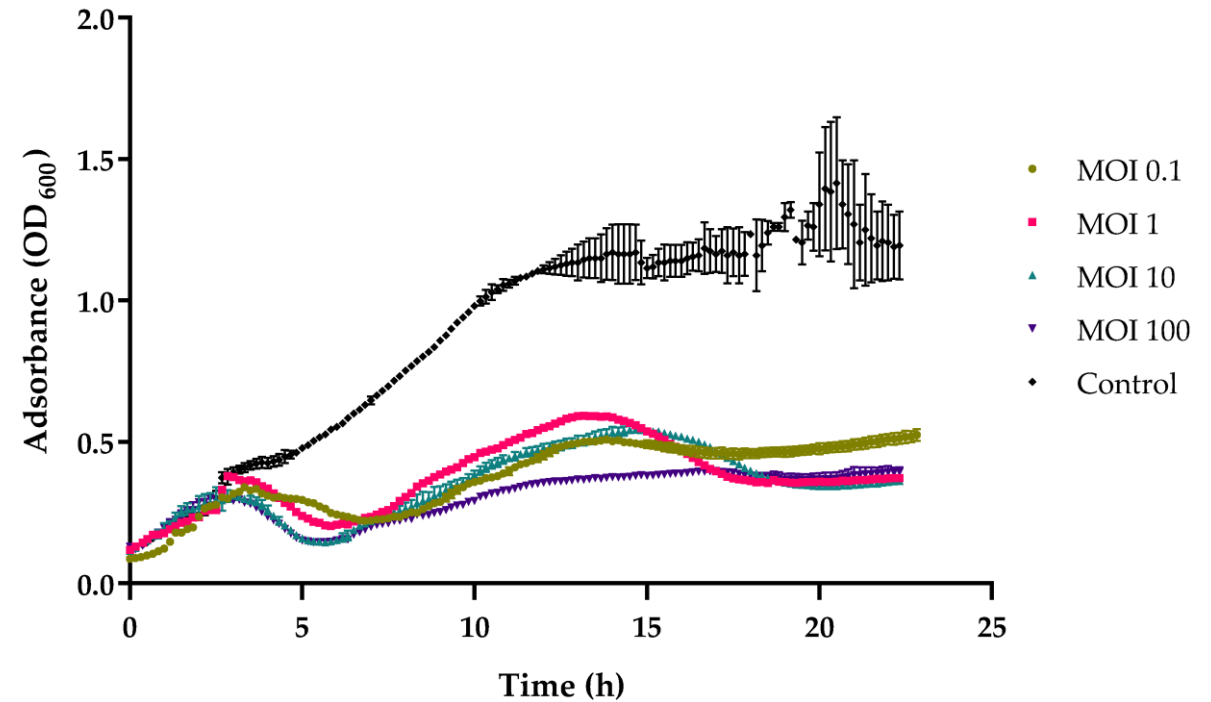
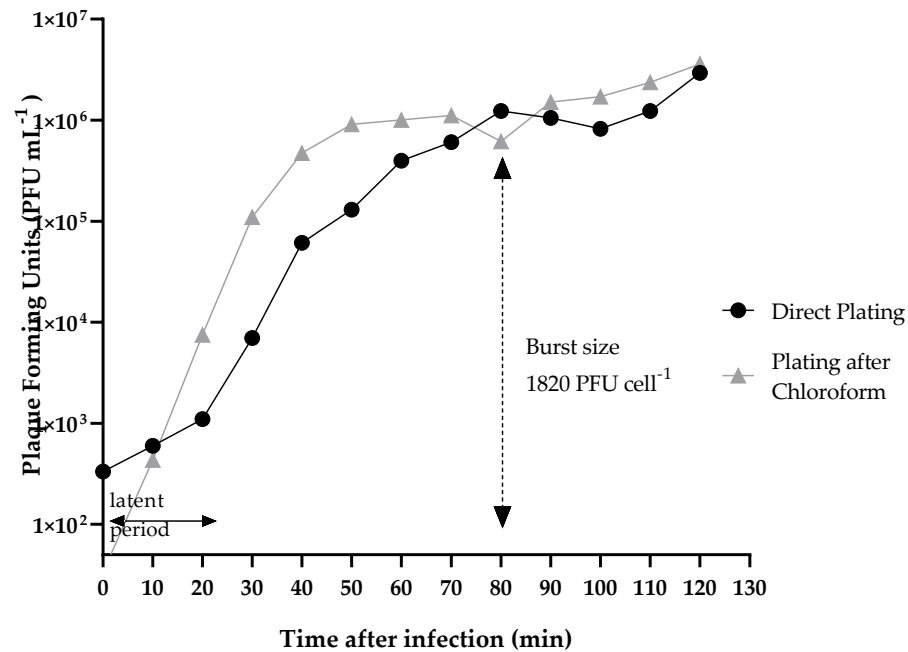
Απομόνωση: Πελοπόννησος

Siphonivirus 93 nm ουρά, 75 nm καψίδιο





# Κύκλος ζωής/in vitro αποτελεσματικότητα



# Γονιδιωματική

49,315 bp

76 ORFs

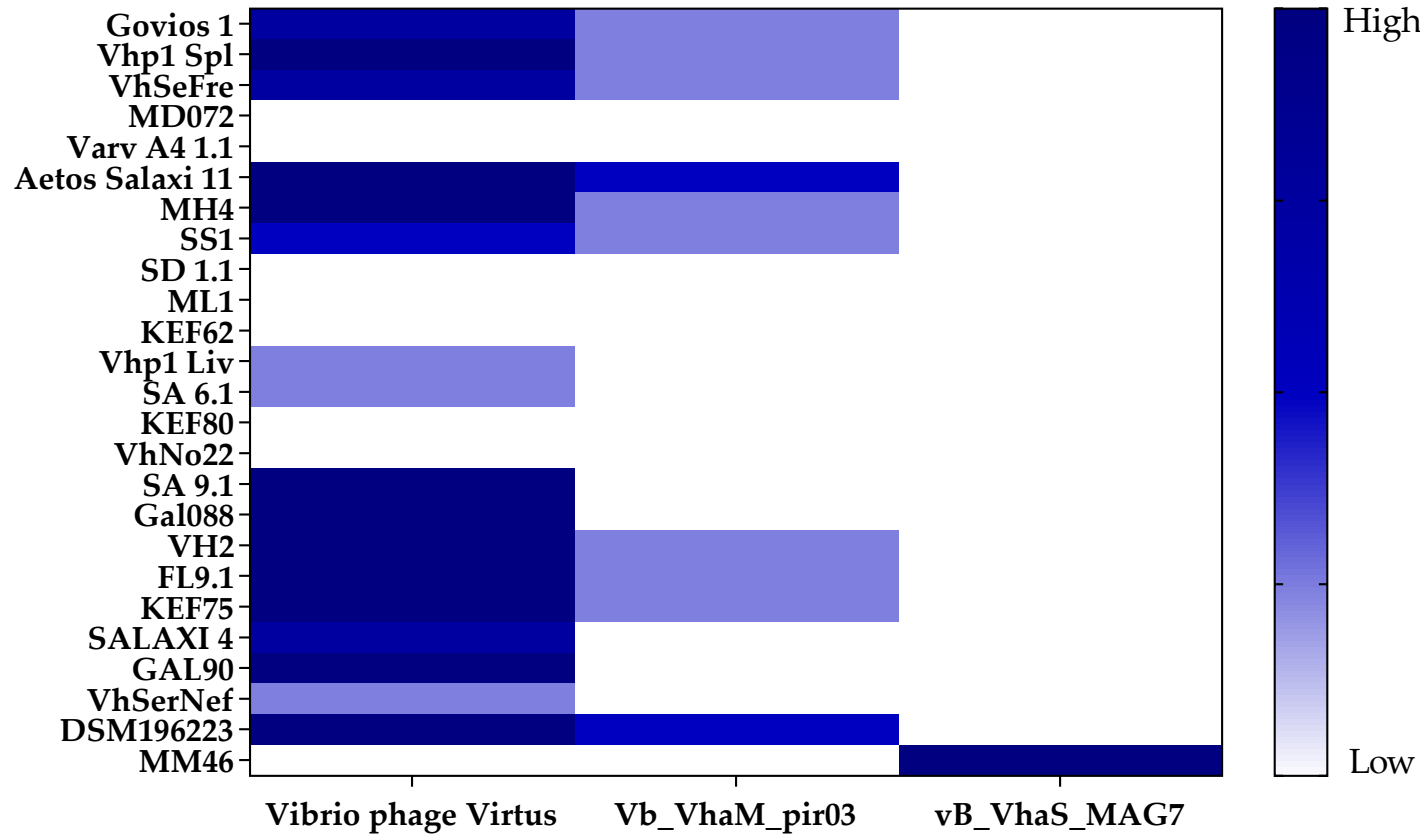
No virulent genes/toxins

Lytic lifestyle

56% hypothetical proteins



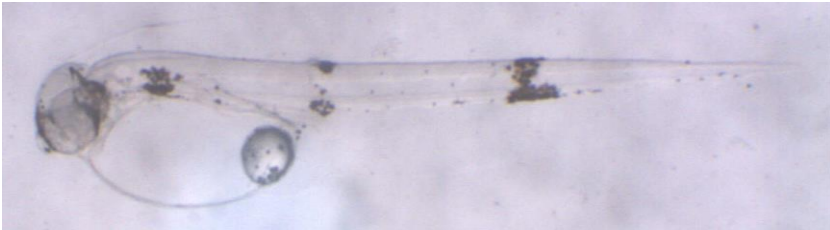
# Συνδυαστικό εύρος ξενιστών



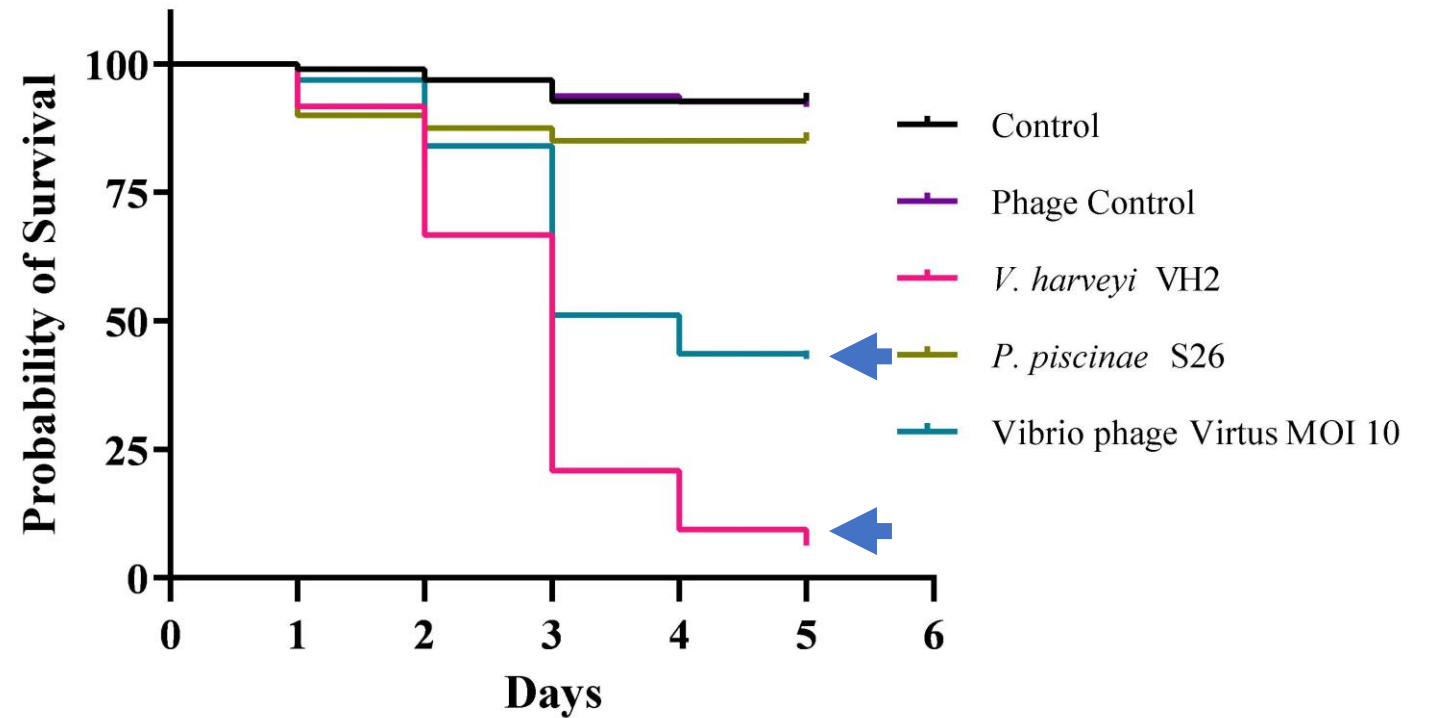
Δραστηκότητα έναντι 18/25 στελέχη

# In vivo θεραπεία (προνύμφες) – Φάγος Virtus

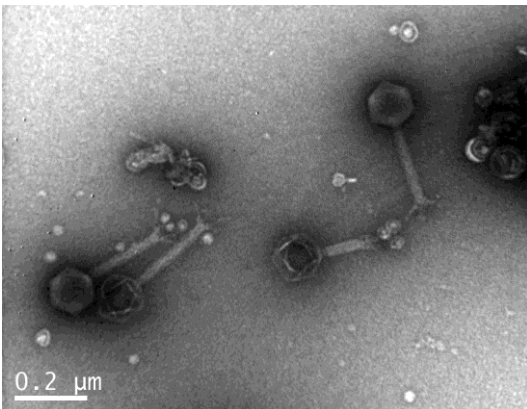
Gilthead seabream (*Sparus aurata*)



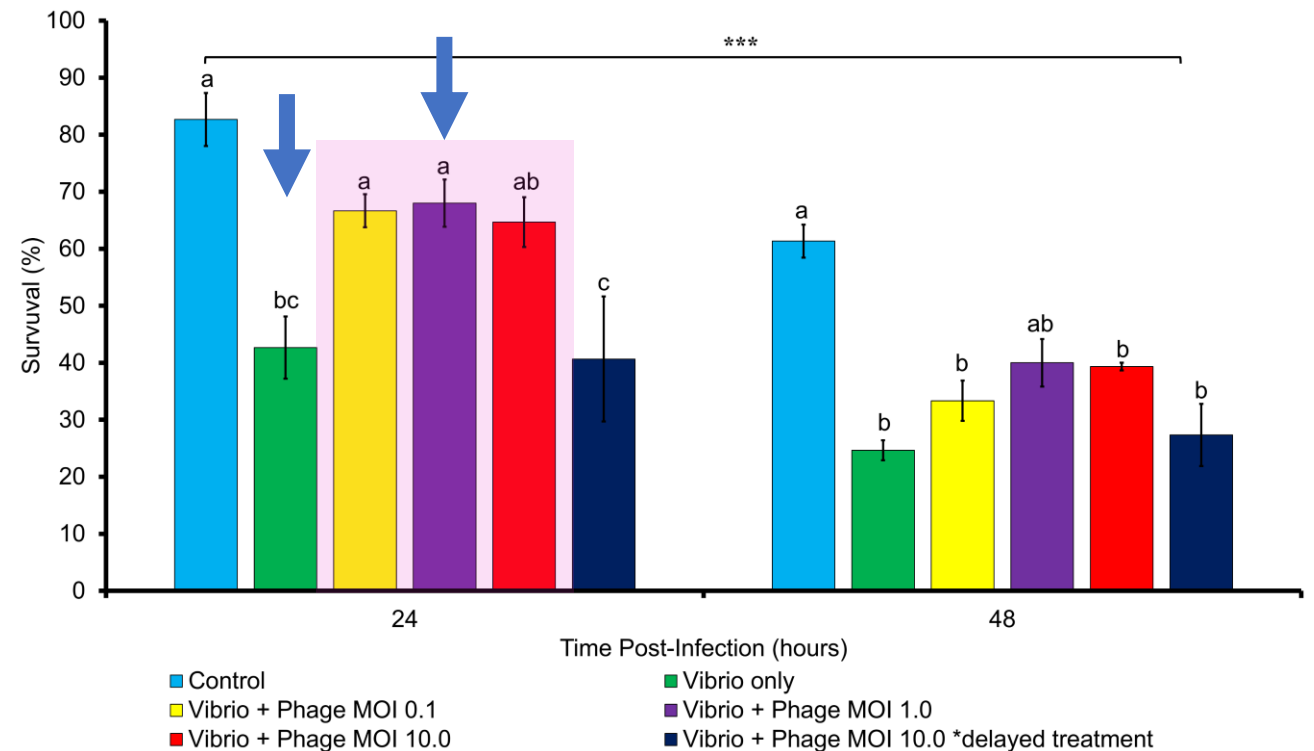
Challenge test with *Vibrio harveyi* VH2



# *In vivo* θεραπεία (ασπόνδυλα) – Φάγος νB\_pir03



Challenge test with *Vibrio harveyi* VH5



---

# Φάγοι ως “έξυπνο” απολυμαντικό για τις ζωντανές τροφές

01

Στοχεύουν τα ευκαιριακά παθογόνα

02

Δεν επηρεάζουν τα ευεργετικά βακτήρια

03

Ρυθμίζουν το μικροβίωμα στις ζωντανές τροφές

A grayscale electron micrograph showing numerous rod-shaped Vibrio bacteria. Some bacteria are in the foreground, appearing as distinct, slightly curved rods with a textured surface. Others are in the background, appearing as a dense field of smaller, less distinct rods. A bright pink horizontal line is located in the upper left corner of the image.

Στοχεύοντας τα vibrio

*Vibrio alginolyticus*

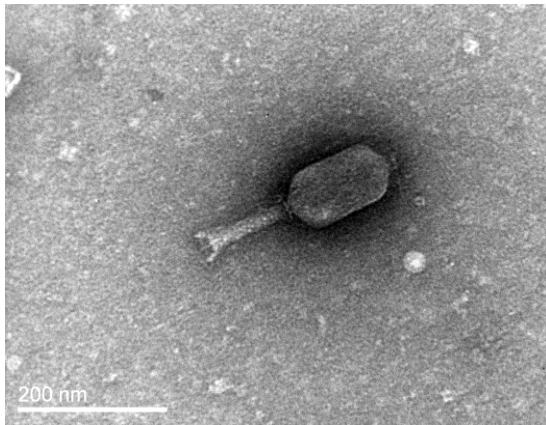
*Vibrio anguillarum*

*Vibrio harveyi*

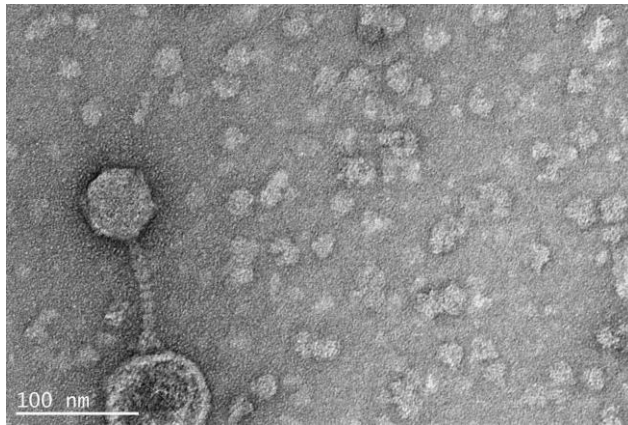
*Vibrio splendidus*

---

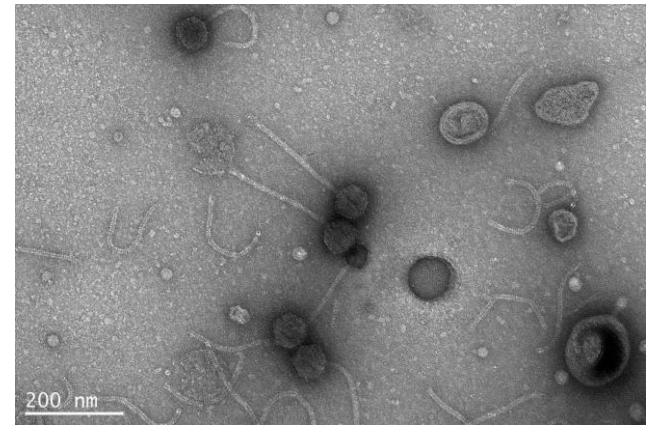
# Φάγοι ευρέως φάσματος



Phage St2  
Myoviridae  
Host: *Vibrio alginolyticus*



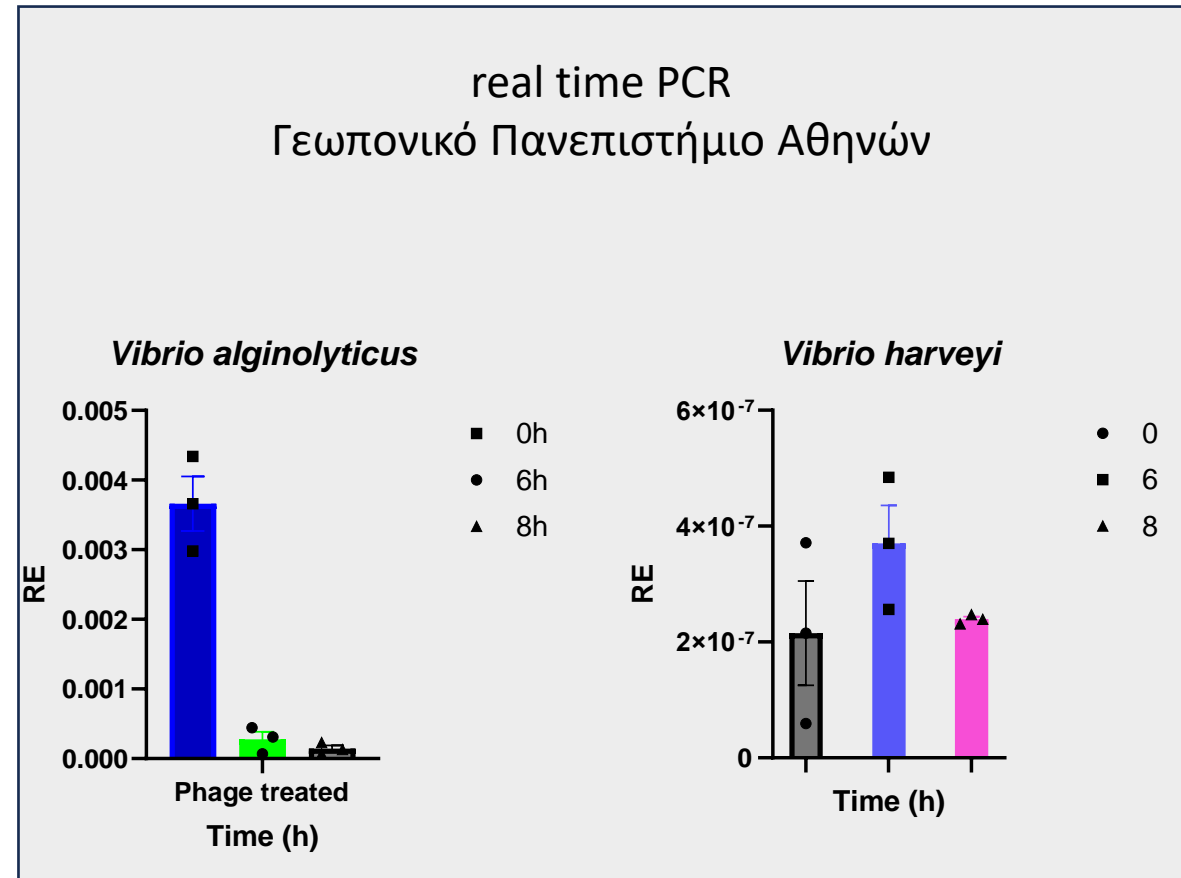
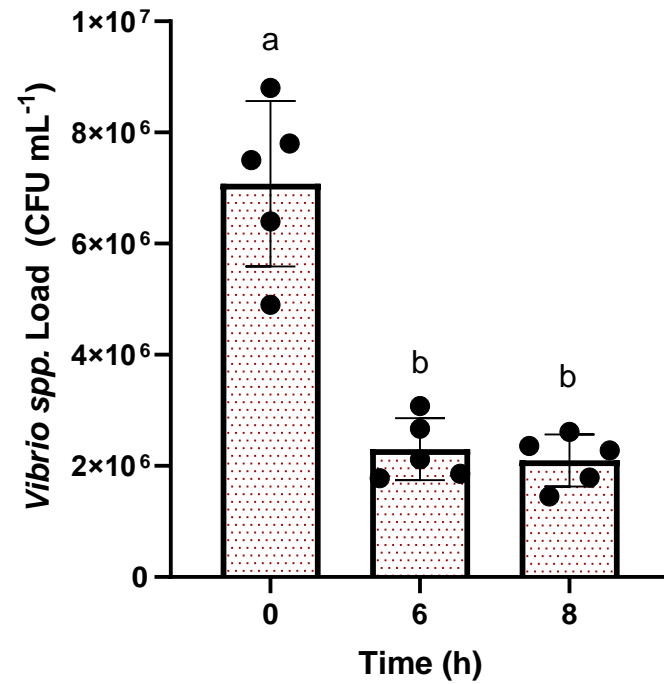
Phage L14  
Siphoviridae  
Host: *Vibrio mediterranei*



Phage Virtus  
Siphoviridae  
Host: *Vibrio harveyi*



# Αποτελέσματα φαγοθεραπείας σε *Artemia* (ΕΛΚΕΘΕ)



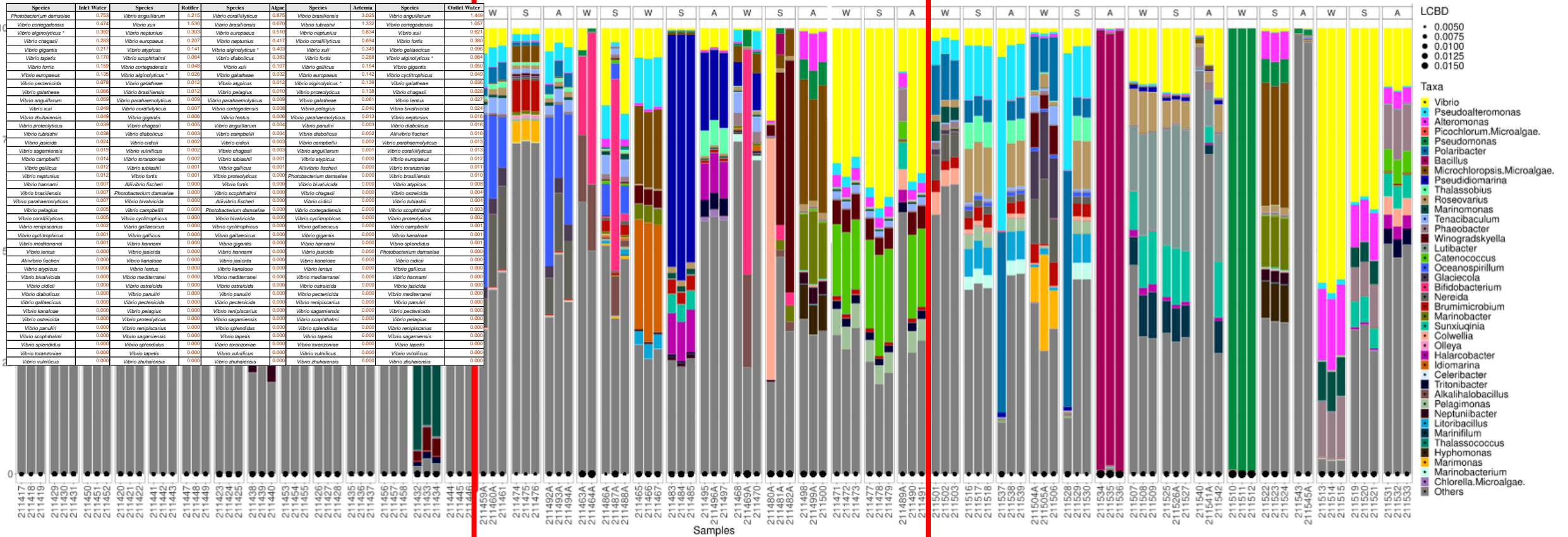
# Mapping the microbiome of Mediterranean hatcheries

Research hatchery

Commercial hatchery 1

Commercial hatchery 2


Inlet outlet rotifers algae artemia Inlet outlet rotifers algae artemia Inlet outlet rotifers algae artemia



Samples

Species	Inlet Water		Rotifer		Algae		Artemia		Outlet Water	
	Species	Value	Species	Value	Species	Value	Species	Value	Species	Value
<i>Photobacterium damsela</i>	0.753	<i>Vibrio anguillarum</i>	4.215	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.875	<i>Vibrio brasiliensis</i>	3.025	<i>Vibrio anguillarum</i>	1.449	
<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.474	<i>Vibrio xuii</i>	1.530	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.670	<i>Vibrio tubiashii</i>	1.332	<i>Vibrio cortegadensis</i>	1.057	
<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.392	<i>Vibrio neptunius</i>	0.303	<i>Vibrio europaeus</i>	0.510	<i>Vibrio neptunius</i>	0.834	<i>Vibrio xuii</i>	0.621	
<i>Vibrio chagasii</i>	0.283	<i>Vibrio europaeus</i>	0.207	<i>Vibrio neptunius</i>	0.417	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.694	<i>Vibrio fortis</i>	0.380	
<i>Vibrio gigantis</i>	0.217	<i>Vibrio atypicus</i>	0.141	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.403	<i>Vibrio xuii</i>	0.349	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.096	
<i>Vibrio tapetis</i>	0.170	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.064	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.383	<i>Vibrio fortis</i>	0.268	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.064	
<i>Vibrio fortis</i>	0.159	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.048	<i>Vibrio xuii</i>	0.107	<i>Vibrio gallicus</i>	0.154	<i>Vibrio gigantis</i>	0.050	
<i>Vibrio europaeus</i>	0.135	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.026	<i>Vibrio galathea</i>	0.032	<i>Vibrio europaeus</i>	0.142	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.049	
<i>Vibrio pectenica</i>	0.078	<i>Vibrio galathea</i>	0.012	<i>Vibrio atypicus</i>	0.012	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.139	<i>Vibrio galathea</i>	0.036	
<i>Vibrio galathea</i>	0.066	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.012	<i>Vibrio pelagius</i>	0.010	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.138	<i>Vibrio chagasii</i>	0.028	
<i>Vibrio anguillarum</i>	0.059	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.009	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.009	<i>Vibrio galathea</i>	0.061	<i>Vibrio lentus</i>	0.027	
<i>Vibrio xuii</i>	0.049	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.007	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.008	<i>Vibrio pelagius</i>	0.040	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.024	
<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.049	<i>Vibrio gigantis</i>	0.006	<i>Vibrio lentus</i>	0.006	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.013	<i>Vibrio neptunius</i>	0.016	
<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.039	<i>Vibrio chagasii</i>	0.005	<i>Vibrio anguillarum</i>	0.004	<i>Vibrio panuliri</i>	0.003	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.016	
<i>Vibrio tubiashii</i>	0.038	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.003	<i>Vibrio campbellii</i>	0.004	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.002	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.016	
<i>Vibrio jasicida</i>	0.024	<i>Vibrio cidicii</i>	0.002	<i>Vibrio cidicii</i>	0.003	<i>Vibrio campbellii</i>	0.002	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.013	
<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.019	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.002	<i>Vibrio chagasii</i>	0.003	<i>Vibrio anguillarum</i>	0.001	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.013	
<i>Vibrio campbellii</i>	0.014	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.002	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.001	<i>Vibrio atypicus</i>	0.000	<i>Vibrio europaeus</i>	0.012	
<i>Vibrio gallicus</i>	0.012	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.001	<i>Vibrio gallicus</i>	0.001	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.011	
<i>Vibrio neptunius</i>	0.012	<i>Vibrio fortis</i>	0.001	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.010	
<i>Vibrio hannami</i>	0.007	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio fortis</i>	0.000	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio atypicus</i>	0.008	
<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.007	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio chagasii</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.004	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.007	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio cidicii</i>	0.000	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.004	
<i>Vibrio pelagius</i>	0.005	<i>Vibrio campbellii</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.003	
<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.005	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.002	
<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.002	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio campbellii</i>	0.001	
<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.001	<i>Vibrio gallicus</i>	0.000	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio gigantis</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.001	
<i>Vibrio mediterranei</i>	0.001	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio gigantis</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.001	
<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	
<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio cidicii</i>	0.000	
<i>Vibrio atypicus</i>	0.000	<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio gallicus</i>	0.000	
<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	
<i>Vibrio cidicii</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	
<i>Vibrio diabolicus</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio pectenica</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	
<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio pectenica</i>	0.000	<i>Vibrio pectenica</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	
<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio pelagius</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio pectenica</i>	0.000	
<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio pelagius</i>	0.000	
<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	
<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	
<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	
<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	
<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	

	Species	Inlet Water	Species	Rotifer	Species	Algae	Species	Artemia	Species	Outlet Water
	<i>Photobacterium damsela</i>	0.753	<i>Vibrio anguillarum</i>	4.215	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.875	<i>Vibrio brasiliensis</i>	3.025	<i>Vibrio anguillarum</i>	1.449
	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.474	<i>Vibrio xuii</i>	1.530	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.670	<i>Vibrio tubiashii</i>	1.332	<i>Vibrio cortegadensis</i>	1.057
	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.392	<i>Vibrio neptunius</i>	0.303	<i>Vibrio europaeus</i>	0.510	<i>Vibrio neptunius</i>	0.834	<i>Vibrio xuii</i>	0.621
	<i>Vibrio chagasii</i>	0.283	<i>Vibrio europaeus</i>	0.207	<i>Vibrio neptunius</i>	0.417	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.694	<i>Vibrio fortis</i>	0.380
	<i>Vibrio gigantis</i>	0.217	<i>Vibrio atypicus</i>	0.141	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.403	<i>Vibrio xuii</i>	0.349	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.096
	<i>Vibrio tapetis</i>	0.170	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.064	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.383	<i>Vibrio fortis</i>	0.268	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.064
	<i>Vibrio fortis</i>	0.159	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.048	<i>Vibrio xuii</i>	0.107	<i>Vibrio gallicus</i>	0.154	<i>Vibrio gigantis</i>	0.050
	<i>Vibrio europaeus</i>	0.135	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.026	<i>Vibrio galathea</i>	0.032	<i>Vibrio europaeus</i>	0.142	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.049
	<i>Vibrio pectenida</i>	0.078	<i>Vibrio galathea</i>	0.012	<i>Vibrio atypicus</i>	0.012	<i>Vibrio alginolyticus</i> *	0.139	<i>Vibrio galathea</i>	0.036
	<i>Vibrio galathea</i>	0.066	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.012	<i>Vibrio pelagius</i>	0.010	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.138	<i>Vibrio chagasii</i>	0.028
	<i>Vibrio anguillarum</i>	0.059	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.009	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.009	<i>Vibrio galathea</i>	0.061	<i>Vibrio lentus</i>	0.027
	<i>Vibrio xuii</i>	0.049	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.007	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.008	<i>Vibrio pelagius</i>	0.040	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.024
	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.049	<i>Vibrio gigantis</i>	0.006	<i>Vibrio lentus</i>	0.006	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.013	<i>Vibrio neptunius</i>	0.016
	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.039	<i>Vibrio chagasii</i>	0.005	<i>Vibrio anguillarum</i>	0.004	<i>Vibrio panuliri</i>	0.003	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.016
	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.038	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.003	<i>Vibrio campbellii</i>	0.004	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.002	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.016
	<i>Vibrio jasicida</i>	0.024	<i>Vibrio cidicii</i>	0.002	<i>Vibrio cidicii</i>	0.003	<i>Vibrio campbellii</i>	0.002	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.013
	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.019	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.002	<i>Vibrio chagasii</i>	0.003	<i>Vibrio anguillarum</i>	0.001	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.013
	<i>Vibrio campbellii</i>	0.014	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.002	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.001	<i>Vibrio atypicus</i>	0.000	<i>Vibrio europaeus</i>	0.012
	<i>Vibrio gallicus</i>	0.012	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.001	<i>Vibrio gallicus</i>	0.001	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.011
	<i>Vibrio neptunius</i>	0.012	<i>Vibrio fortis</i>	0.001	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.010
	<i>Vibrio hannami</i>	0.007	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio fortis</i>	0.000	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio atypicus</i>	0.008
	<i>Vibrio brasiliensis</i>	0.007	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio chagasii</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.004
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.007	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio cidicii</i>	0.000	<i>Vibrio tubiashii</i>	0.004
	<i>Vibrio pelagius</i>	0.005	<i>Vibrio campbellii</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000	<i>Vibrio cortegadensis</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.003
	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	0.005	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.002
	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.002	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.000	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio campbellii</i>	0.001
	<i>Vibrio cyclitrophicus</i>	0.001	<i>Vibrio gallicus</i>	0.000	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio gigantis</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.001
	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.001	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio gigantis</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.001
	<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Photobacterium damsela</i>	0.000
	<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio cidicii</i>	0.000
	<i>Vibrio atypicus</i>	0.000	<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio lentus</i>	0.000	<i>Vibrio gallicus</i>	0.000
	<i>Vibrio bivalvicida</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000	<i>Vibrio hannami</i>	0.000
	<i>Vibrio cidicii</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio jasicida</i>	0.000
	<i>Vibrio diabolicus</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio pectenida</i>	0.000	<i>Vibrio mediterranei</i>	0.000
	<i>Vibrio gallaecicus</i>	0.000	<i>Vibrio pectenida</i>	0.000	<i>Vibrio pectenida</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000
	<i>Vibrio kanaloae</i>	0.000	<i>Vibrio pelagius</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio pectenida</i>	0.000
	<i>Vibrio ostreicida</i>	0.000	<i>Vibrio proteolyticus</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio pelagius</i>	0.000
	<i>Vibrio panuliri</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio renipiscarius</i>	0.000
	<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio sagamiensis</i>	0.000
	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000
	<i>Vibrio toranzoniae</i>	0.000	<i>Vibrio tapetis</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000
	<i>Vibrio vulnificus</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000	<i>Vibrio zhuhaiensis</i>	0.000



Hatchery type	Research					Commercial 1					Commercial 2				
water source	borehole					borehole					seawater				
treatment	none					UV-treated					UV-treated				
Fish pathogens	inlet	microalgae	rotifers	artemia	outlet	inlet	microalgae	rotifers	artemia	outlet	inlet	microalgae	rotifers	artemia	outlet
<i>Vibrio anguillarum</i>	0.059	0.004	4.241	0.001	1.449	0.003	0.000	0.002	0.000	0.006	0.007	0.001	0.006	0.005	0.016
<i>Vibrio alginolyticus</i>	0.392	0.403	0.026	0.139	0.064	0.236	0.031	0.138	14.365	0.307	1.972	0.083	1.194	16.607	0.397
<i>Photobacterium damsela</i>	0.753	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.002	0.000	0.093	-	-	-	-	-
<i>Vibrio scophthalmi</i>	0.000	0.000	0.064	0.000	0.003	0.090	0.000	0.000	0.000	0.107	0.000	0.000	0.061	0.000	0.000
<i>Vibrio campbellii</i>	0.014	0.004	0.000	0.002	0.001	0.004	0.000	0.000	0.006	0.002	0.000	0.000	0.107	0.993	0.000
<i>Aliivibrio fischeri</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-
<i>Vibrio splendidus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Vibrios are typically between  $10^3$ - $10^7$  cfu mL<sup>-1</sup> in the live feeds  
 They become problematic  $>10^5$  cfu mL<sup>-1</sup>

# Συμπεράσματα

01

Η φαγοθεραπεία μπορεί να αποτελέσει ένα εναλλακτικό «όπλο» για την καταπολέμηση του *Vibrio harveyi*

02

Το *Vibrio harveyi* δεν φαίνεται να προέρχεται από τις ζωντανές τροφές στα εκκολαπτήρια

03

Μελλοντικές προσπάθειες θα εστιαστούν στην θεραπευτική/προληπτική χορήγηση φάγων μέσω της τροφής σε μεγαλύτερα ψάρια