Bezobratlí v neuroetologii

Martin Vácha

Bezobratlí v neuroetologii

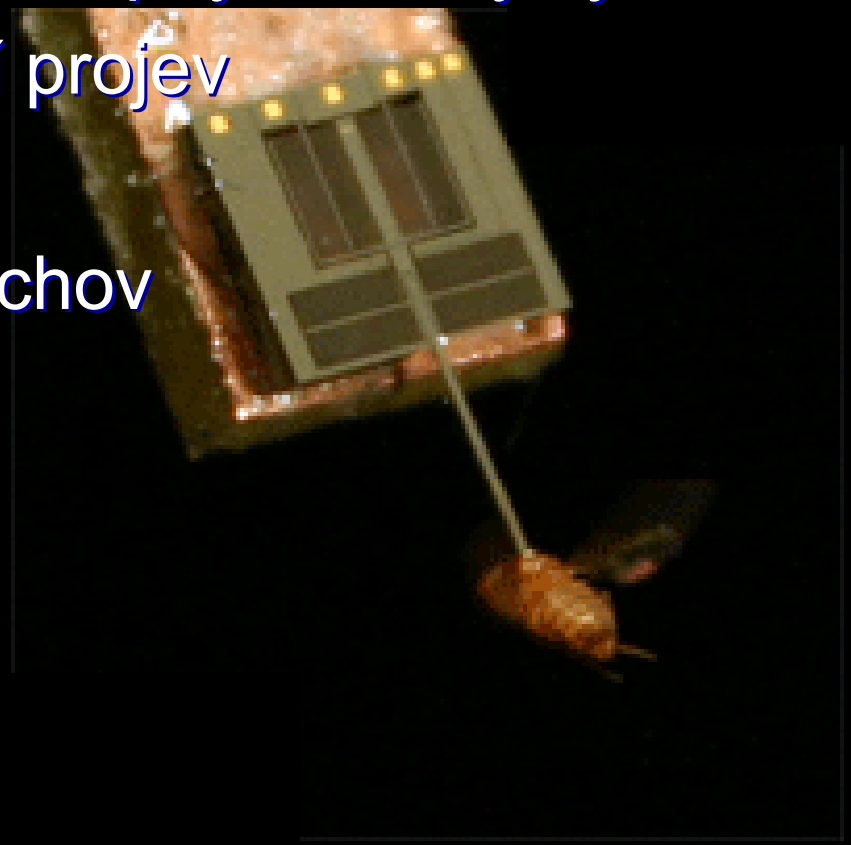
A) Bezobratlí jako model neuroetologických experimentů
B) Podmiňování jako klíč k funkcím NS a smyslů
C) Magnetorecepce hmyzu

Neuroetologie (behaviorální neurobiologie):

- Syntéza etologie a neurobiologie (60.l)
- Neurální podstata chování
- Nástroj řešení otázek neurofyziologie

A) Bezobratlí v neuroetologii:

- Jednoduchý, snadno přístupný nervový systém
- „Robustní“ behaviorální projev
- Laboratorní podmínky
- Snadný, levný a rychlý chov
- Mutantní linie

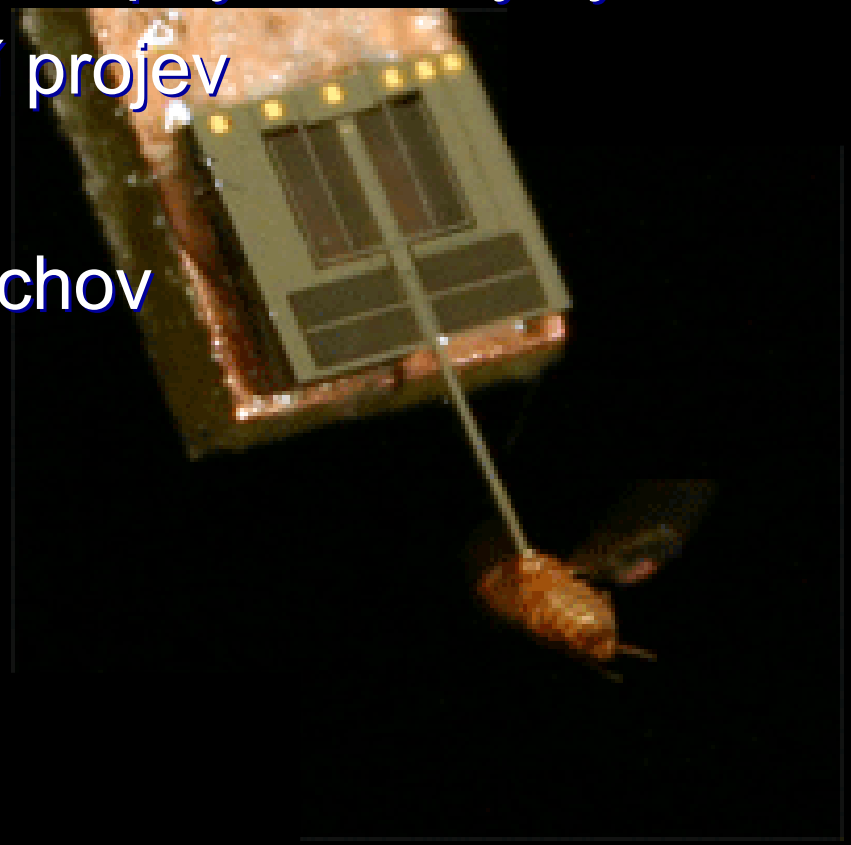


Bezobratlí v neuroetologii:

- Jednoduchý, snadno přístupný nervový systém
- „Robustní“ behaviorální projev
- Laboratorní podmínky
- Snadný, levný a rychlý chov
- Mutantní linie

=

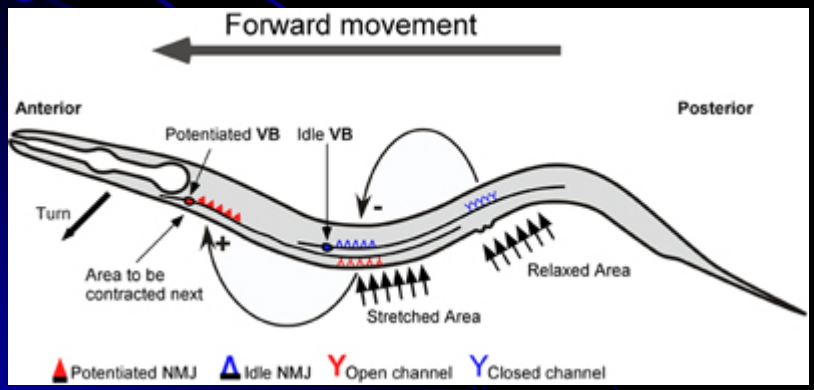
- Mimořádný význam



Bezobratlí v neuroetologii:

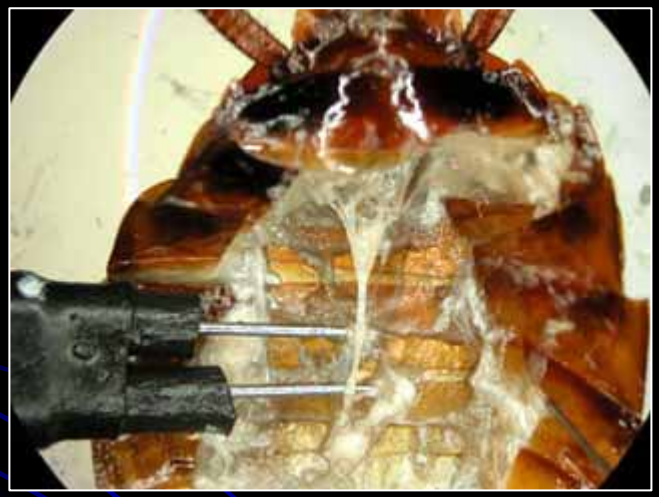
- Sensomotorické reflexy

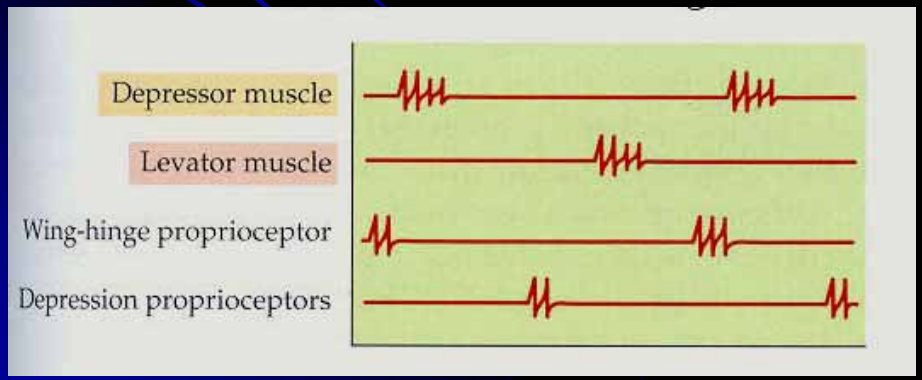
Caenorhabditis elegans (háďátko)



Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence

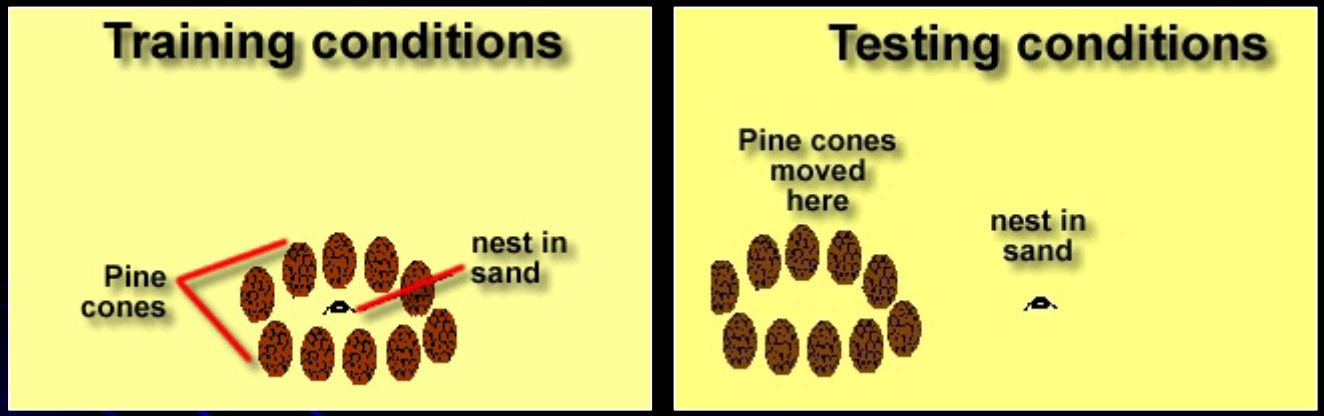




Clione limacina (valovka plžovitá)
„Sea angel“

Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace

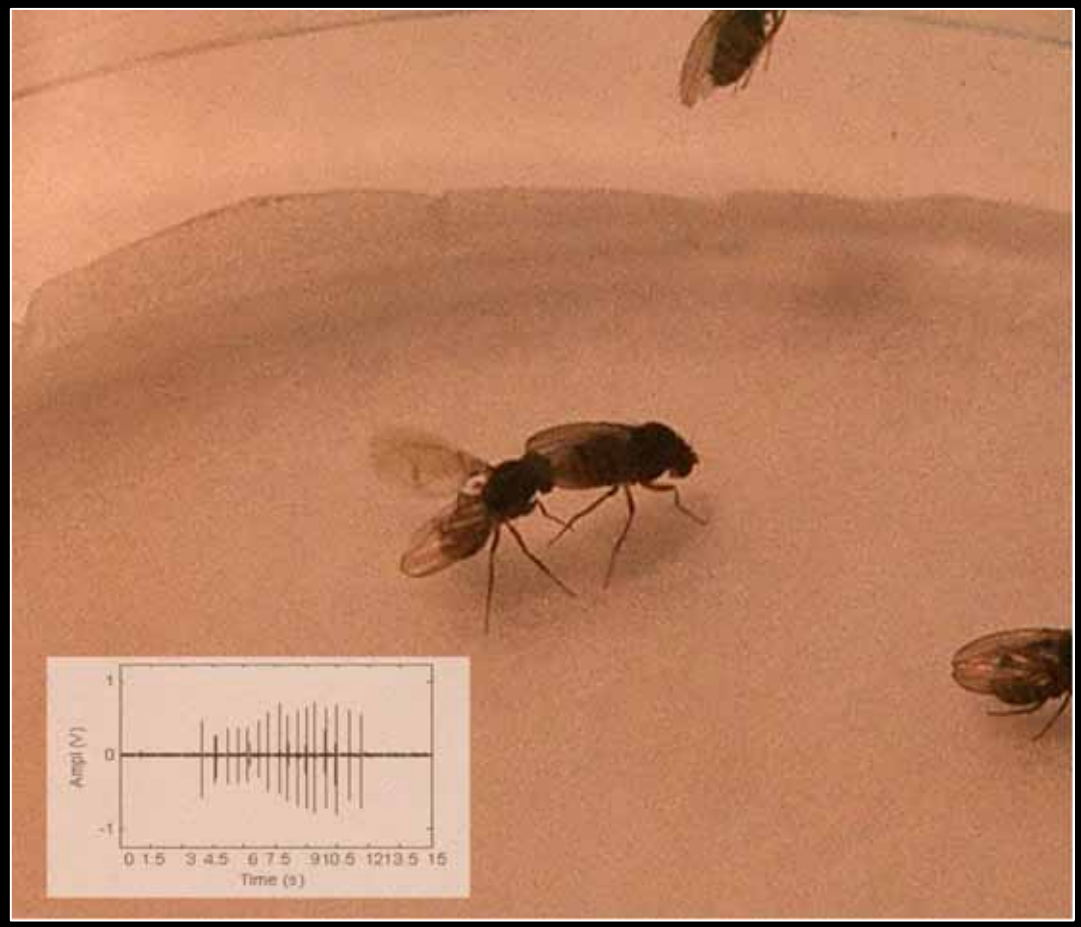


Philanthus triangulum

N. Tinbergen
Nobelova cena 1973

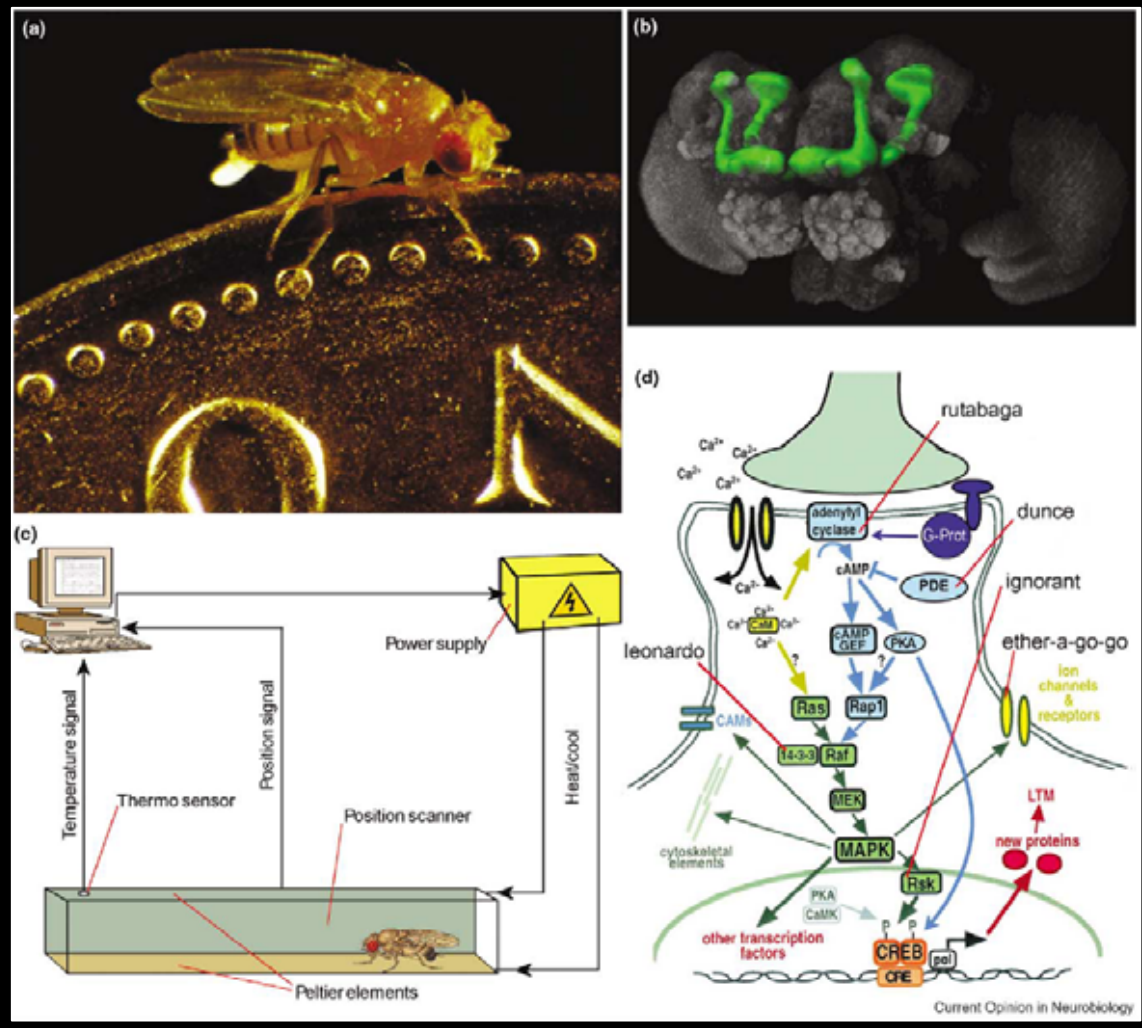
Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace



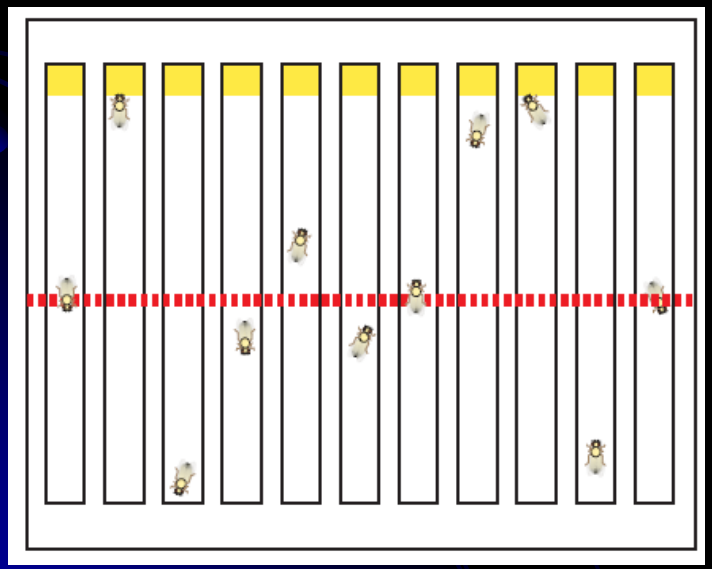
Bezobratlí v neuroetologii:

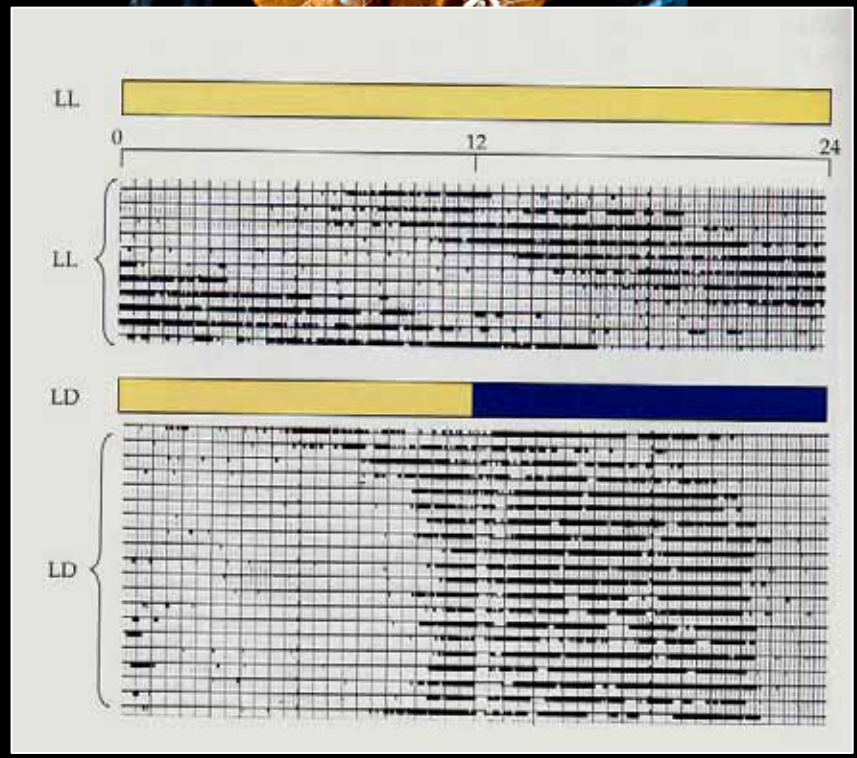
- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť



Bezobratlí v neuroetologii:

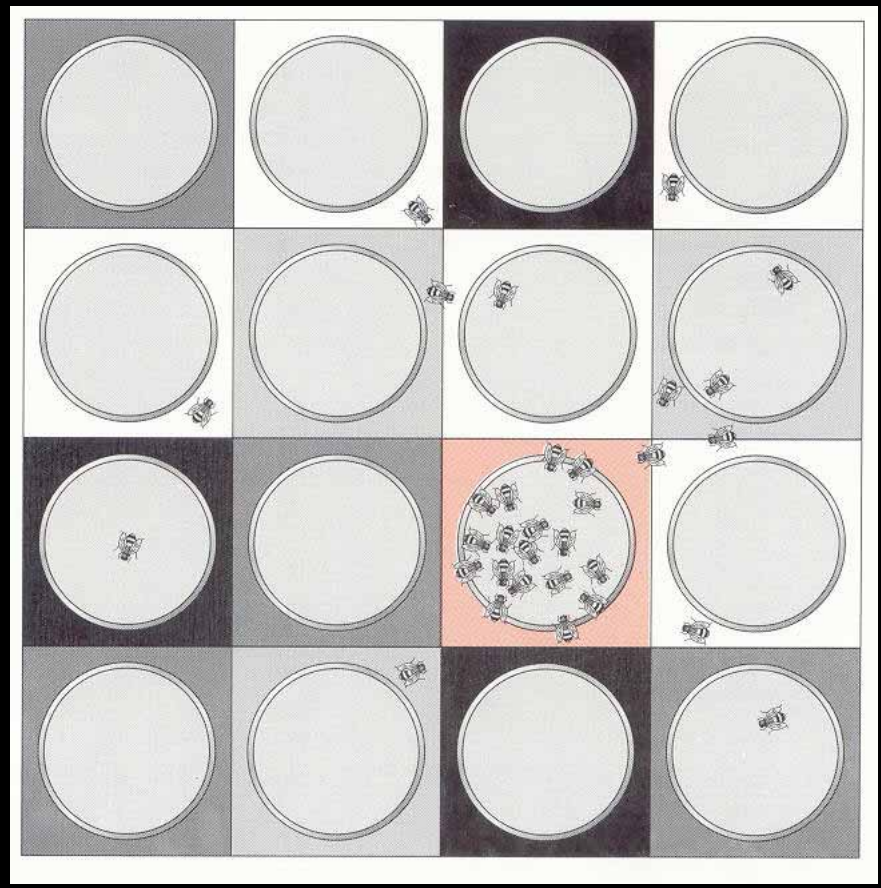
- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy





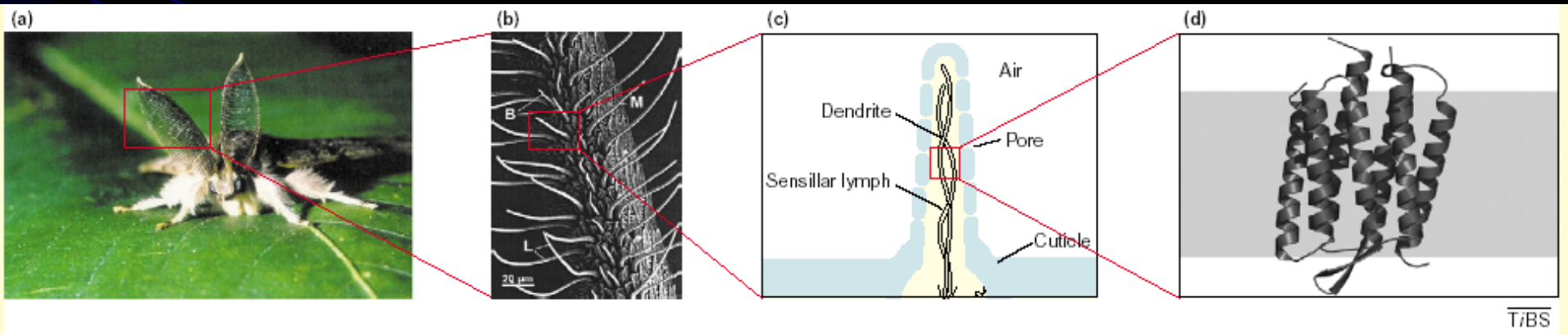
Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti



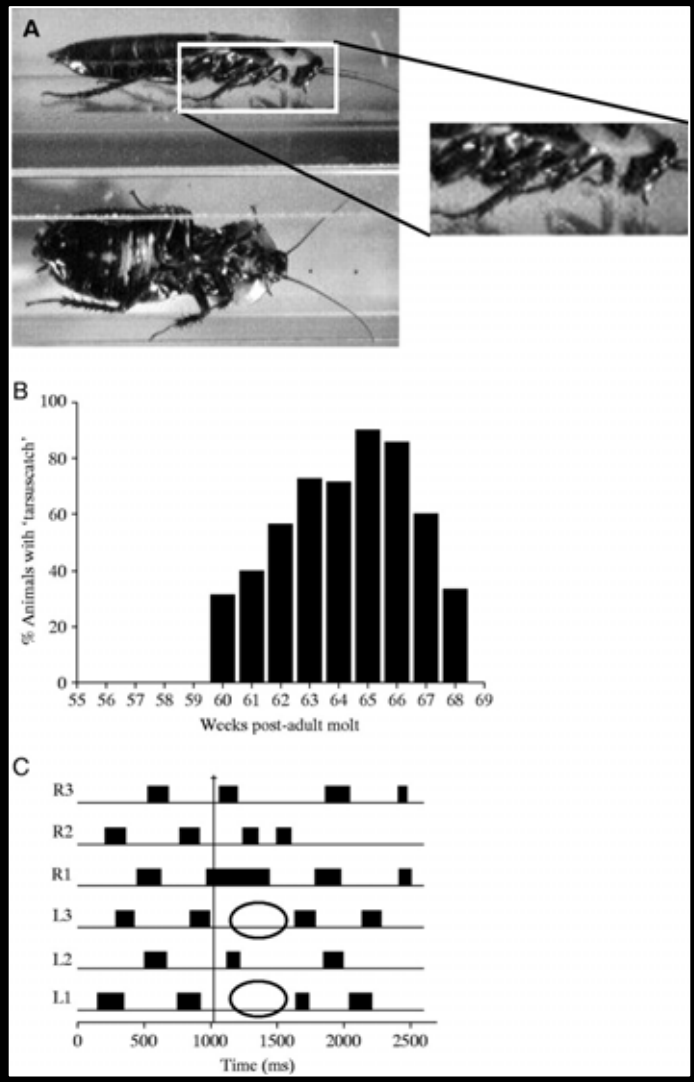
Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti



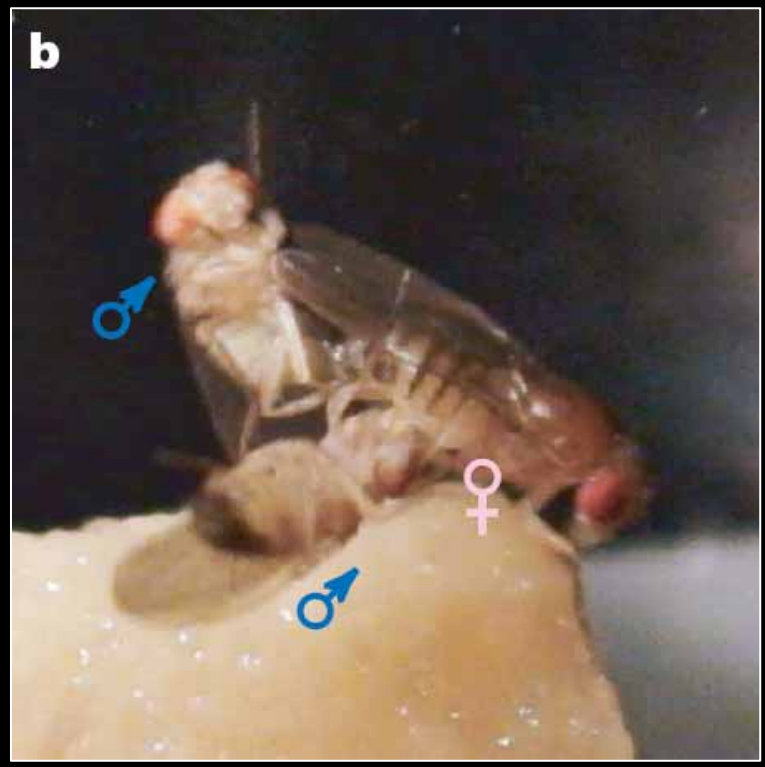
Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti a dráhy
- Stárnutí



Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti
- Stárnutí
- Sexuální orientace



Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti
- Stárnutí
- Sexuální orientace
- Agresivita

Bezobratlí v neuroetologii:

- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti a dráhy
- Stárnutí
- Sexuální orientace
- Agresivita
- Působení drog a farmak

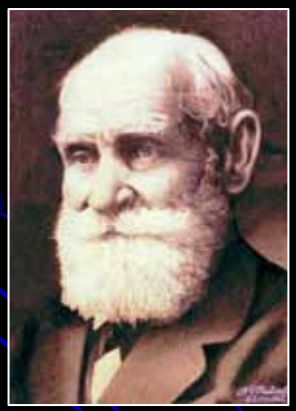
Bezobratlí v neuroetologii:

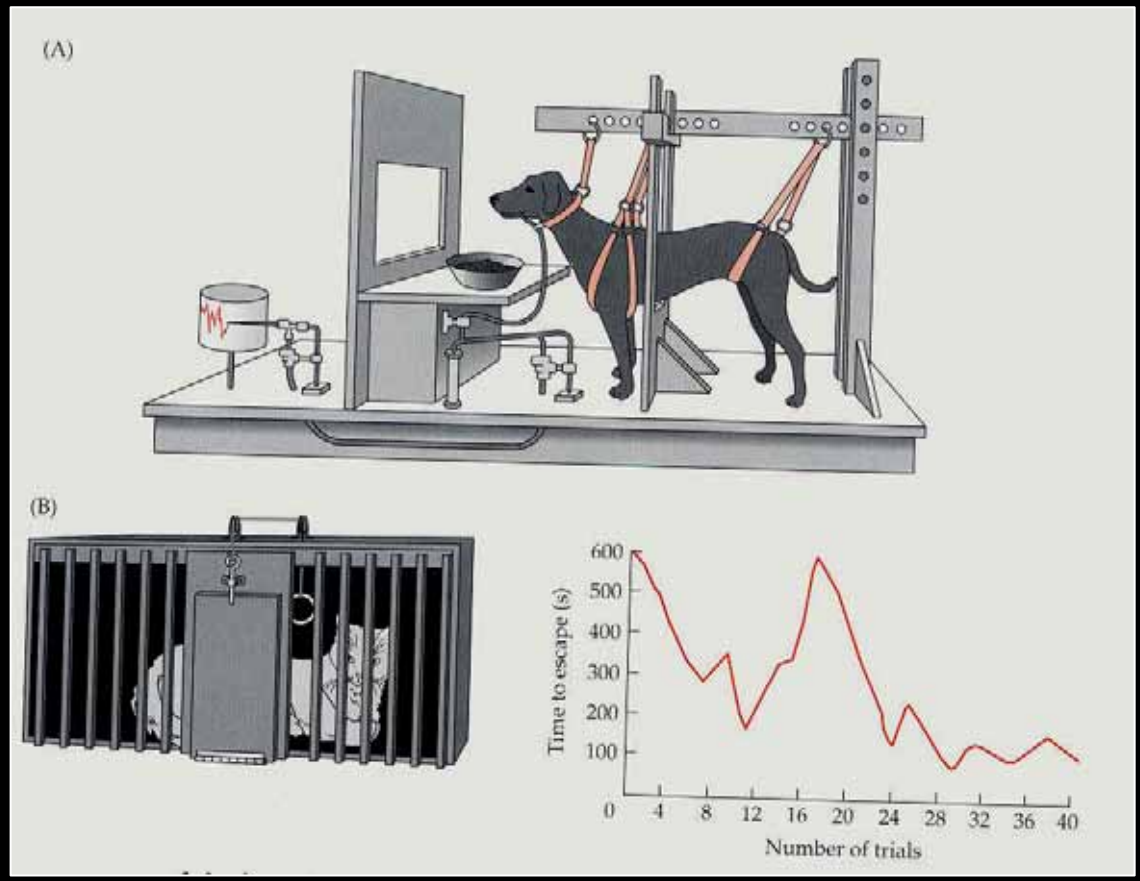
- Sensomotorické reflexy
- Motorické sekvence
- Orientace
- Komunikace
- Učení a paměť
- Circadiánní rymy
- Smyslové schopnosti
- Stárnutí
- Sexuální orientace
- Agresivita
- Působení drog a farmak
- Ochota riskovat, emoce atd…

B) Podmiňování jako klíč k funkci NS a smyslů

Vytvoření podmíněného spojení je důkazem plasticity NS a základem paměti a učení.

Pavlov

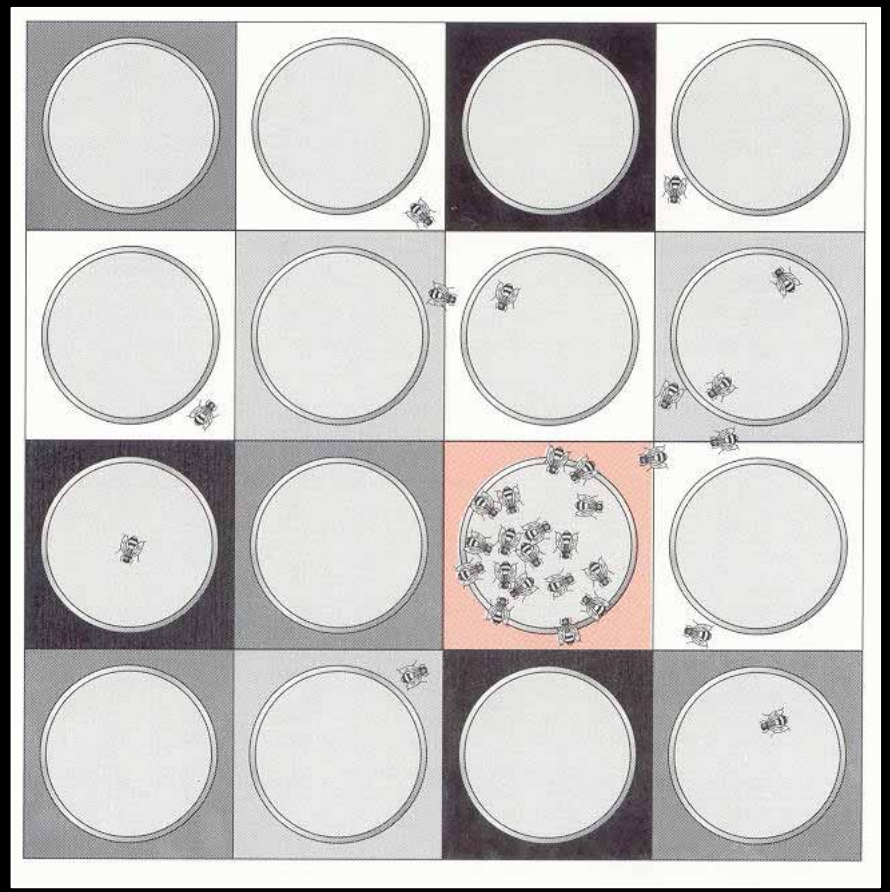




Podmiňování jako klíč k funkci NS a smyslů

Vytvoření podmíněného spojení je důkazem plasticity NS a základem paměti a učení.

von Frish

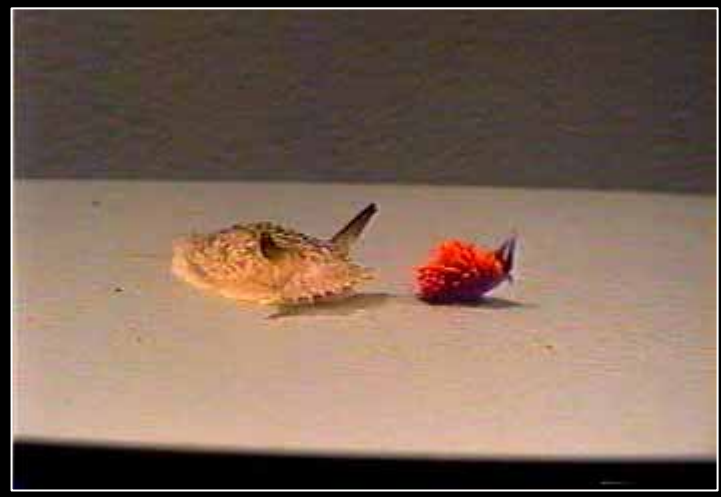


Vytvoření podmíněného spojení může být:

cílem výzkumu paměti a učení

Tritonia diomedea

I měkkýši se učí



Vytvoření podmíněného spojení může být:
cílem výzkumu paměti a učení

Aplysia – zej
„mořský zajíc“

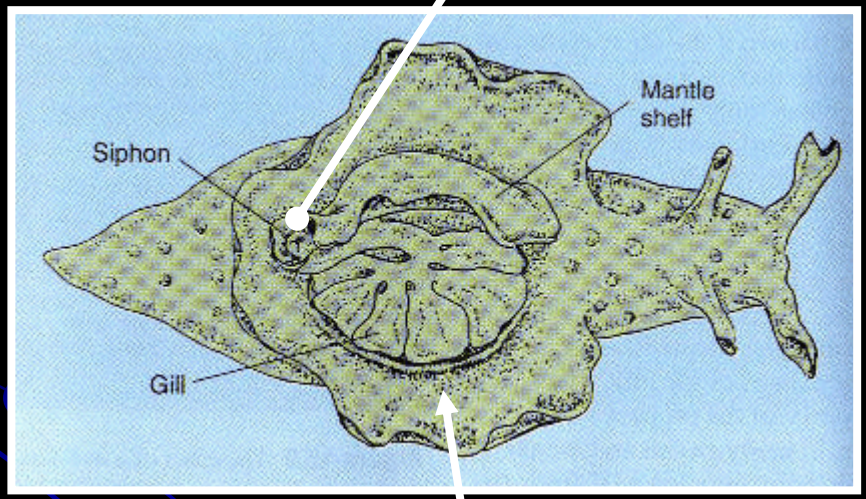
Aplysia

Eric Kandel
Nobelova cena 2000

Vytvoření podmíněného spojení může být:

cílem výzkumu paměti a učení

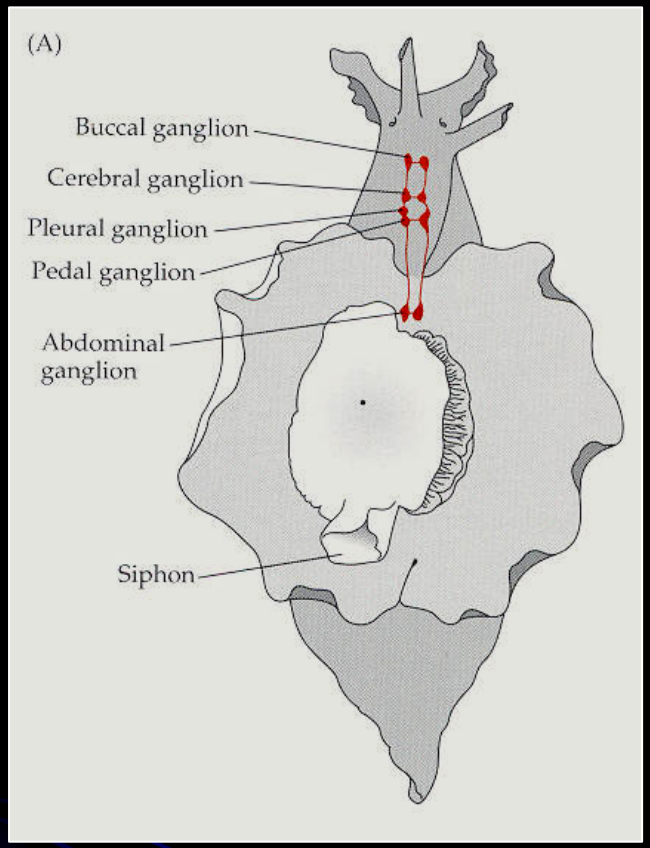
Dotek na sifon...

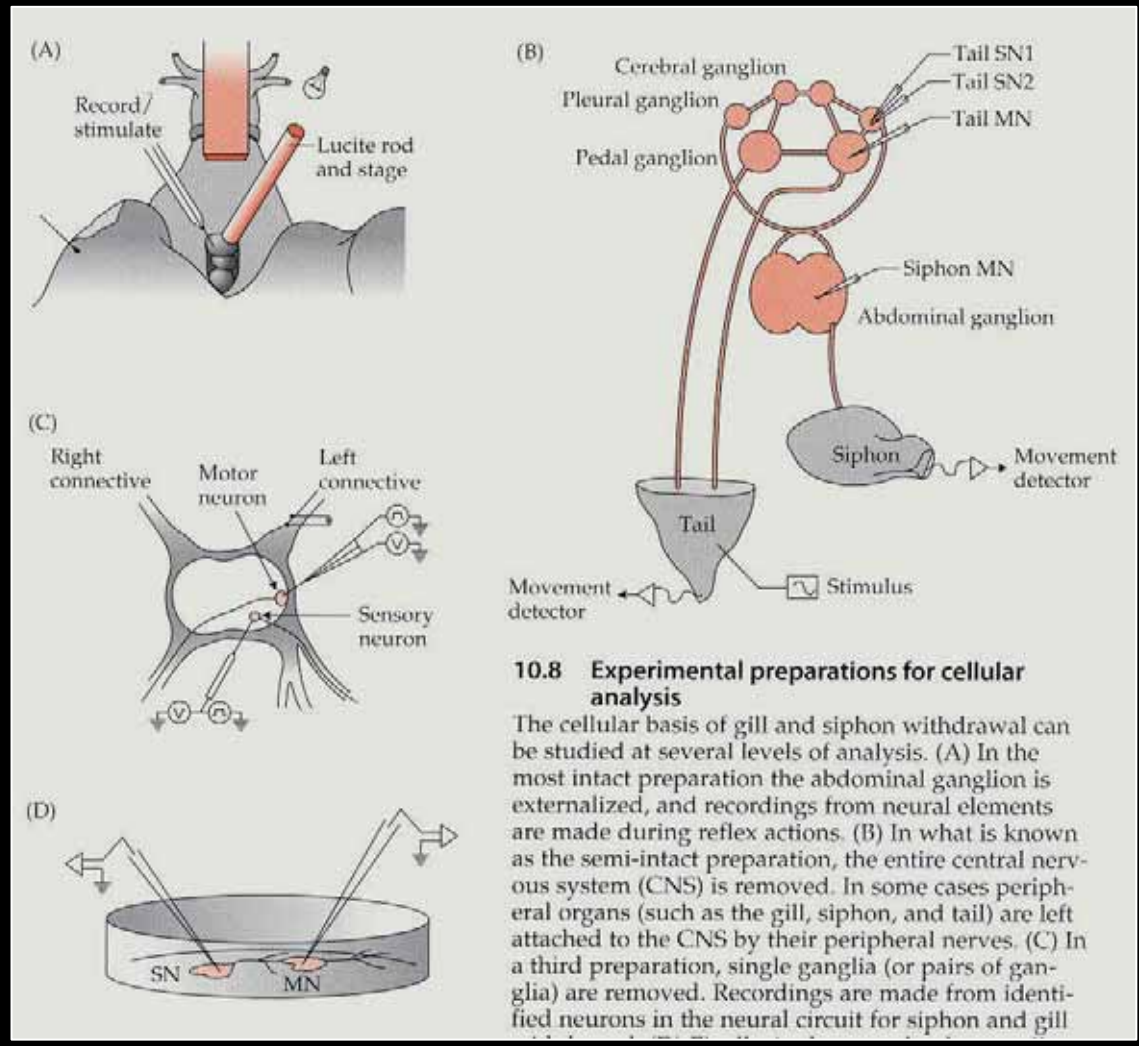


...a žábra se stáhnou

Habituace u *Aplysia*

Plasticita nervového spojení i na izolovaných gangliích





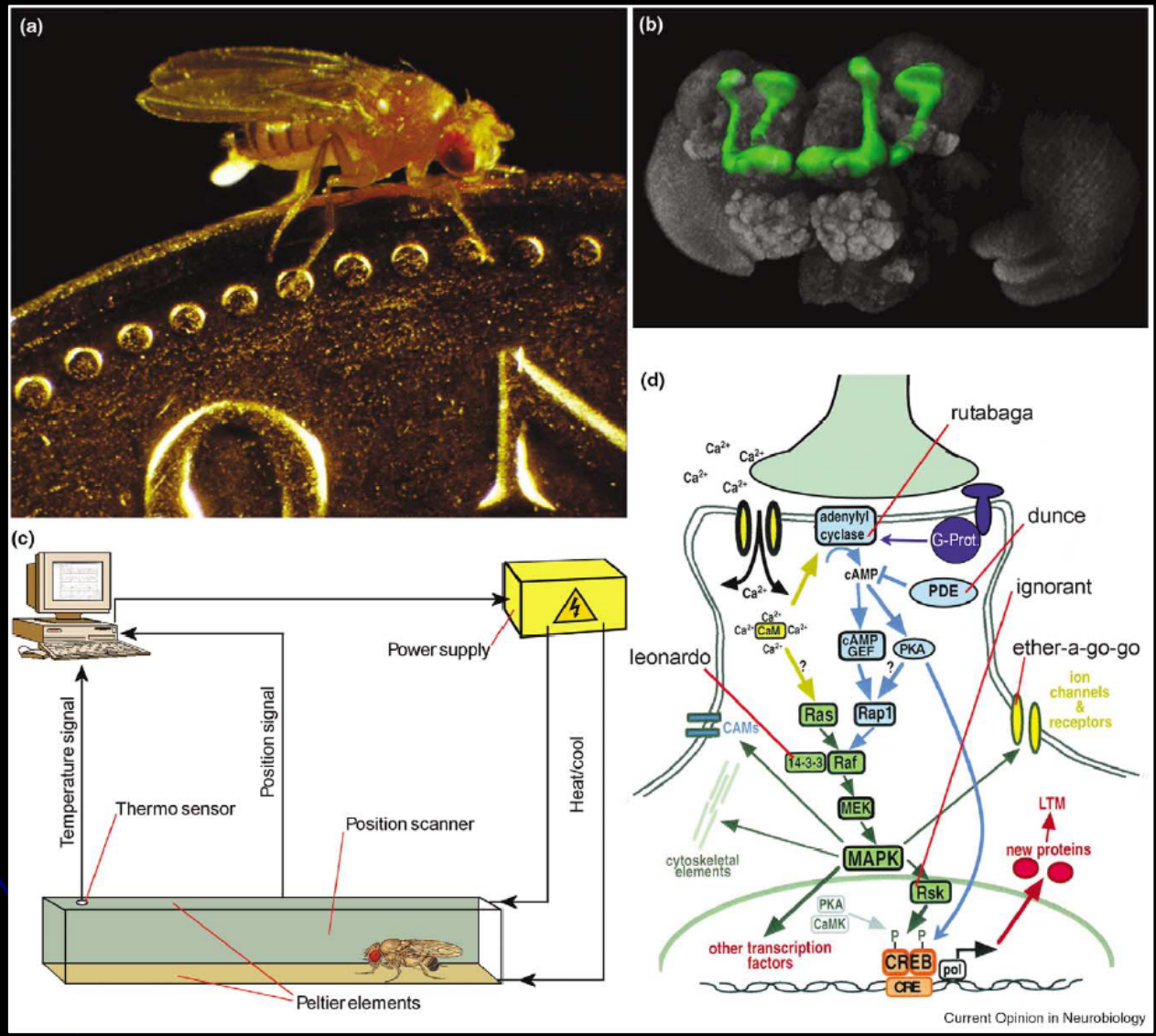
10.8 Experimental preparations for cellular analysis

The cellular basis of gill and siphon withdrawal can be studied at several levels of analysis. (A) In the most intact preparation the abdominal ganglion is externalized, and recordings from neural elements are made during reflex actions. (B) In what is known as the semi-intact preparation, the entire central nervous system (CNS) is removed. In some cases peripheral organs (such as the gill, siphon, and tail) are left attached to the CNS by their peripheral nerves. (C) In a third preparation, single ganglia (or pairs of ganglia) are removed. Recordings are made from identified neurons in the neural circuit for siphon and gill

Vytvoření podmíněného spojení může být:

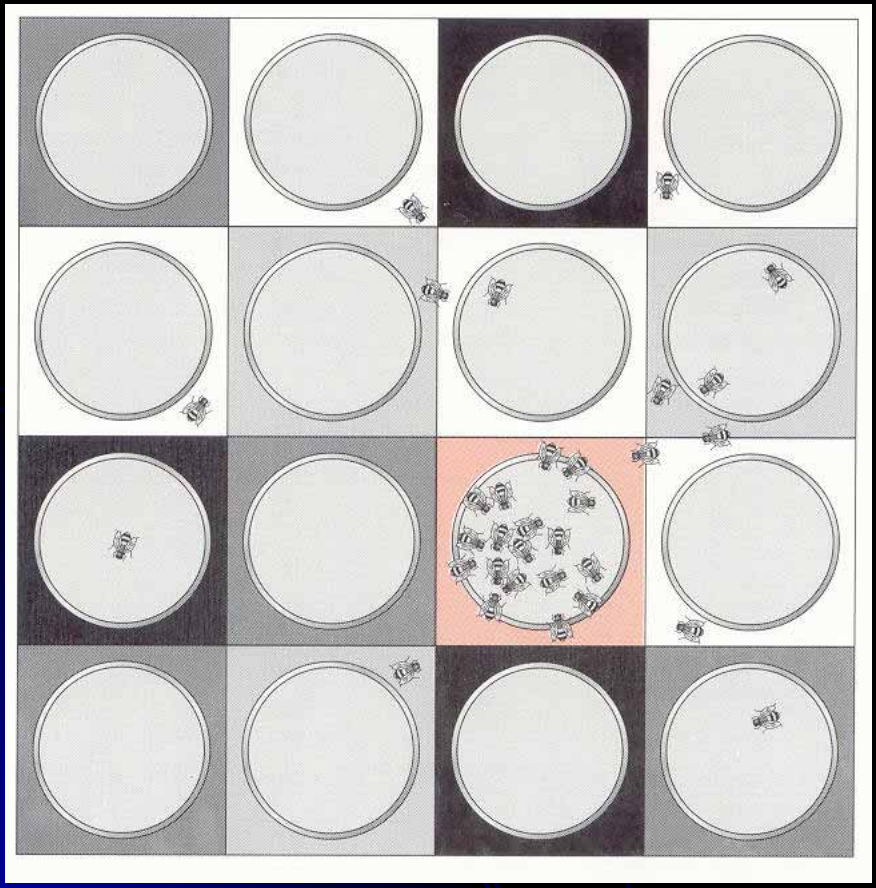
cílem výzkumu paměti a učení

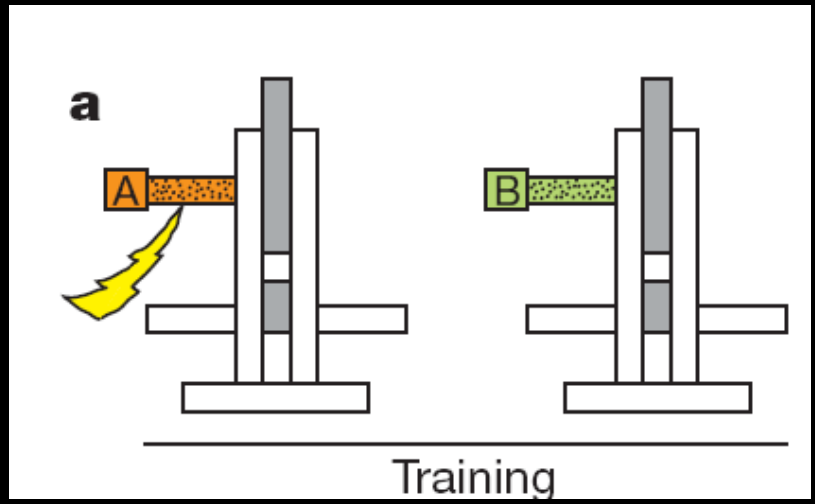
Trénink a test



Vytvoření podmíněného spojení může být:
nástrojem výzkumu smyslových schopností

Odměna nebo trest při tréninku



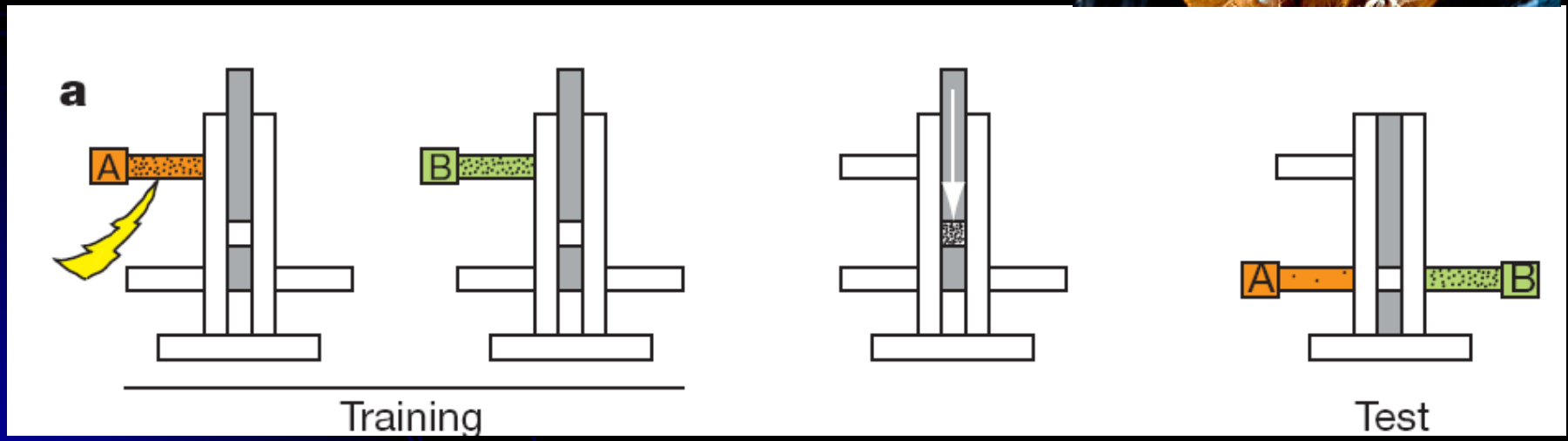


Vytvoření podmíněného spojení může být: nástrojem výzkumu smyslových schopností

Richard Axel
Nobelova cena 2004 za objevy podstaty čichu

Vytvoření podmíněného spojení může být: nástrojem výzkumu smyslových schopností

Richard Axel
Nobelova cena 2004 za objevy podstaty čichu



Podmiňování jako klíč k funkci NS a smyslů

Vytvoření podmíněného spojení může být:

- cílem výzkumu paměti a učení

Podmiňování jako klíč k funkci NS a smyslů

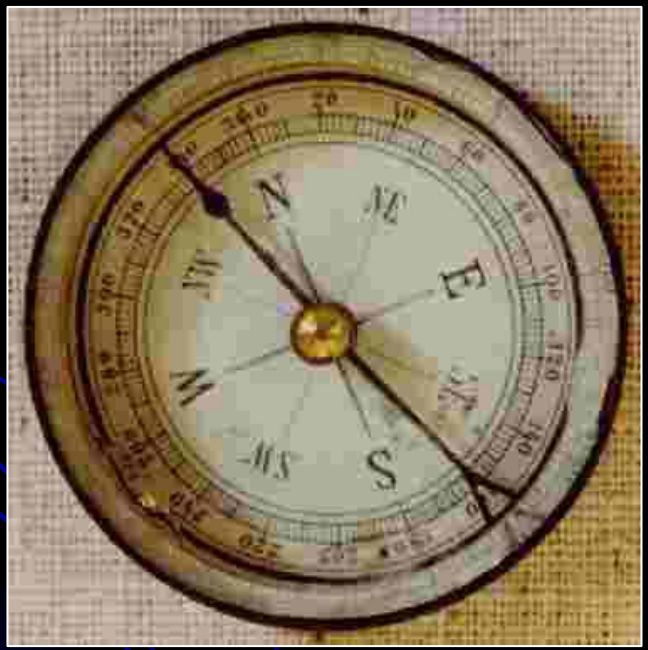
Vytvoření podmíněného spojení může být:

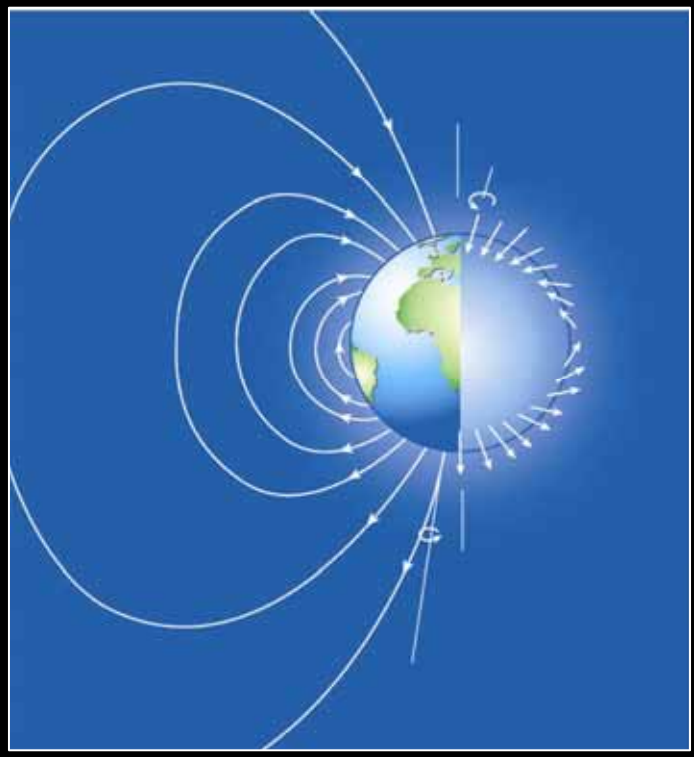
- nebo nástrojem výzkumu smyslových schopností

C) Magnetorecepce – výzva smyslové fyziologii

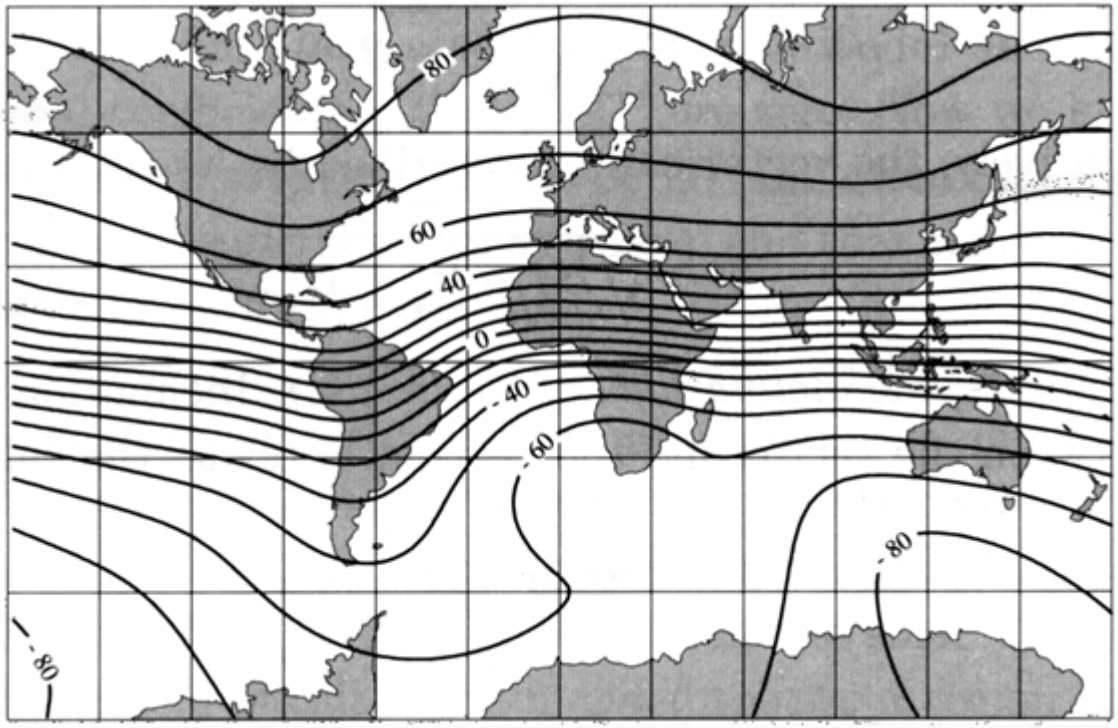
Kompas:

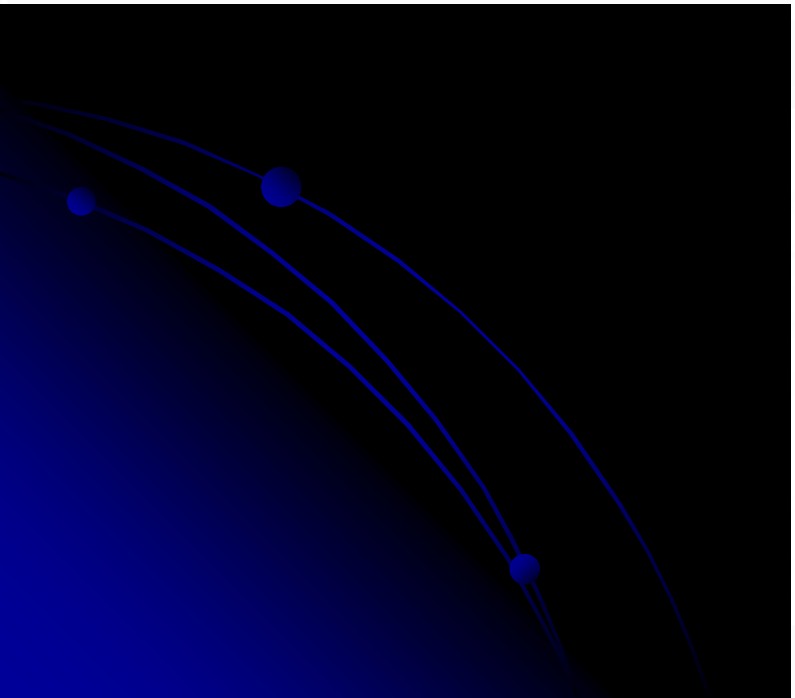
Všudypřítomné vodítko

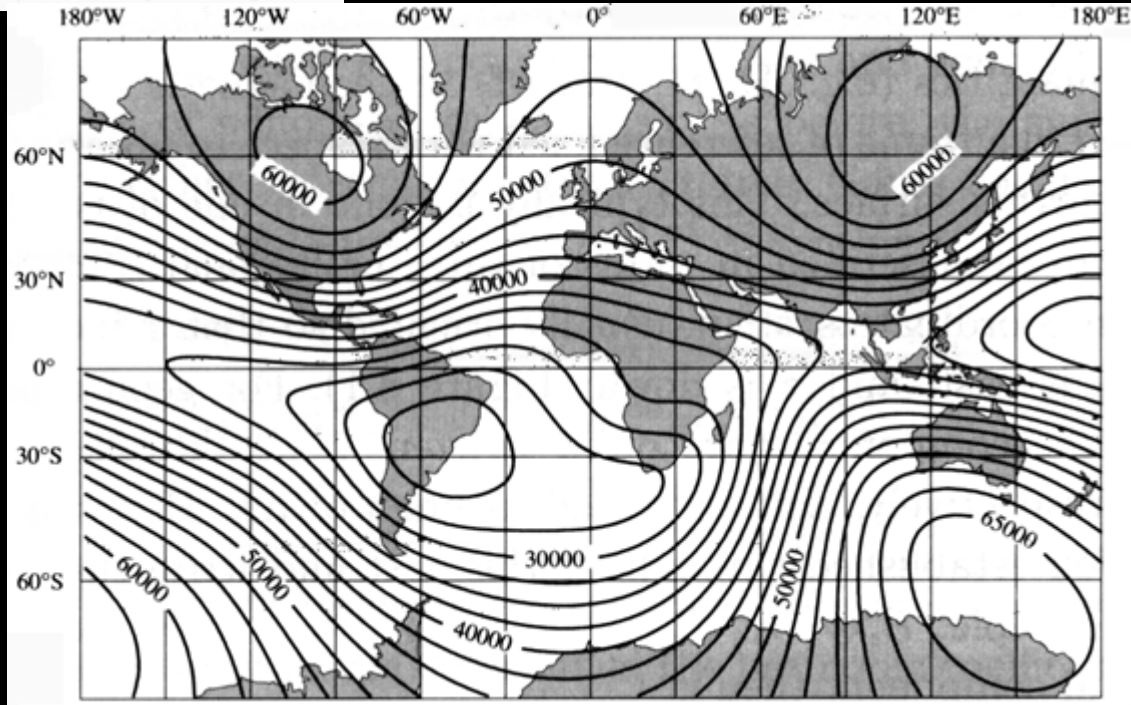




Mapa – „GPS“


80
60
40
0
-40
-60
-80
-80

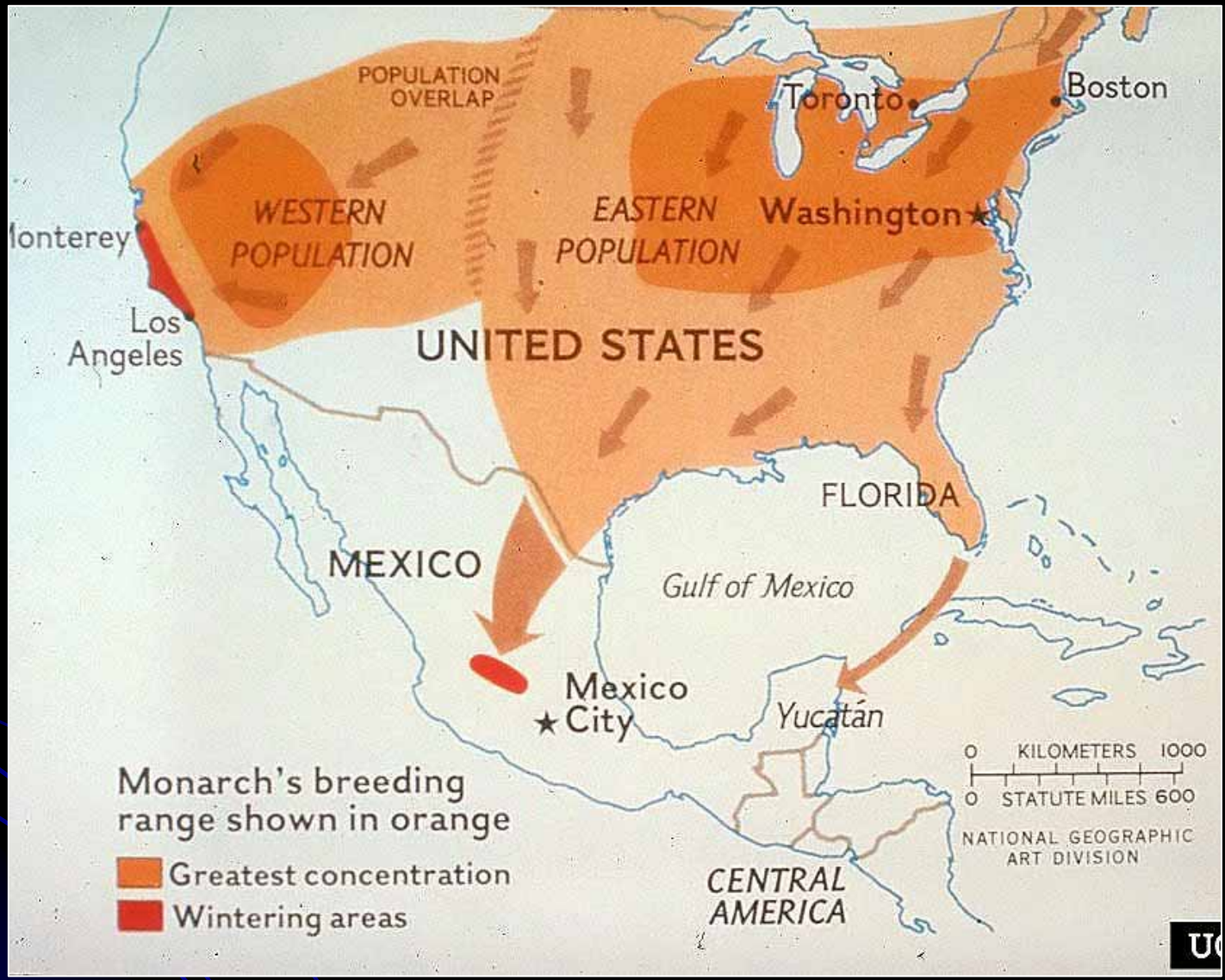



180°W
120°W
60°W
0°
60°E
120°E
180°E
60°N
30°N
0°
30°S
60°S
60000
50000
40000
60000
30000
60000
50000
40000
50000
65000

Orientace hmyzu

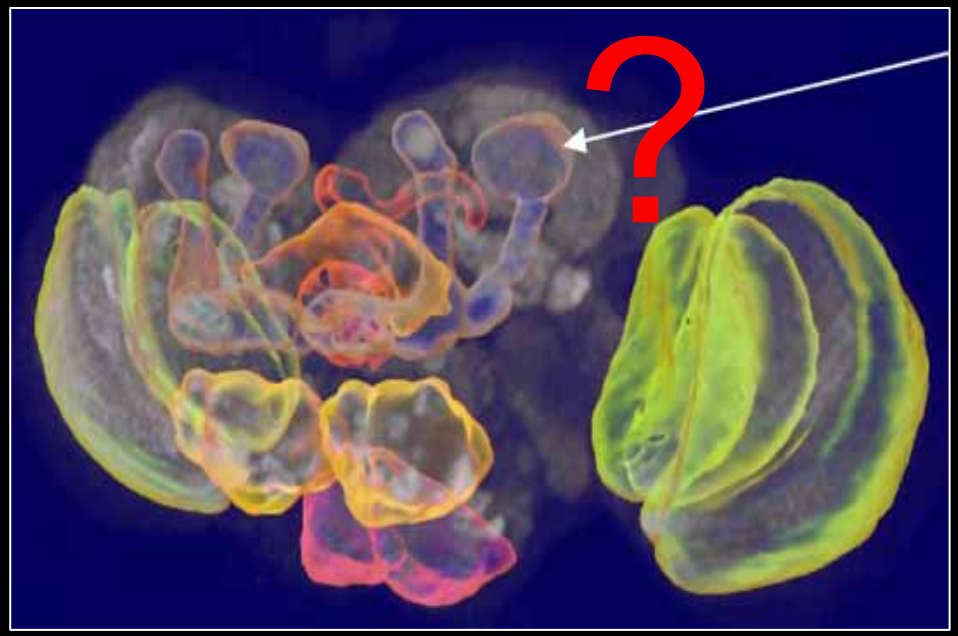
Migrující hmyz:

monarcha stěhovavý

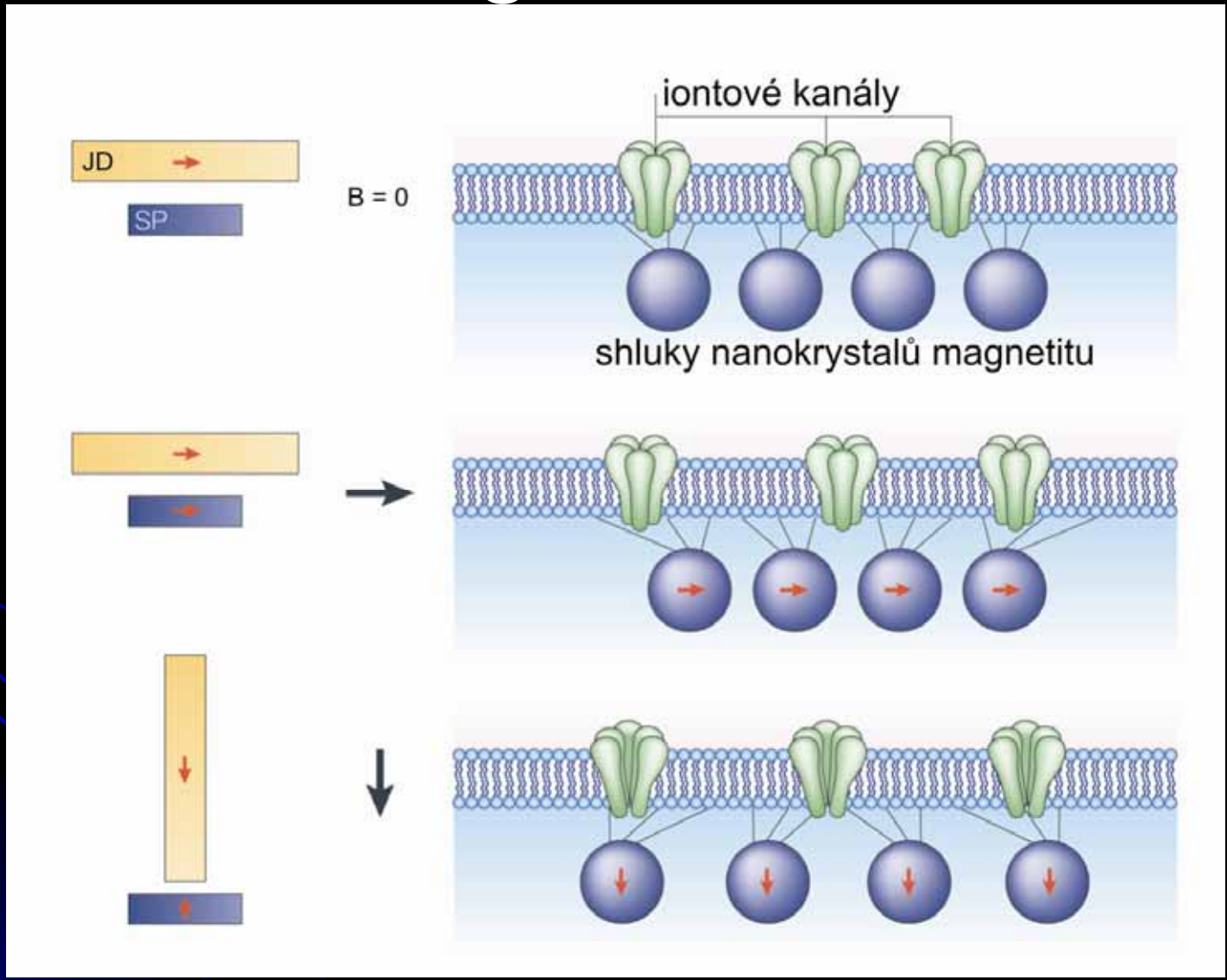

POPULATION OVERLAP
Toronto
Boston
WESTERN POPULATION
EASTERN POPULATION
Washington
lonterey
Los Angeles
UNITED STATES
FLORIDA
MEXICO
Gulf of Mexico
Mexico City
Yucatán
Monarch's breeding range shown in orange
Greatest concentration
Wintering areas
CENTRAL AMERICA
0 KILOMETERS 1000
0 STATUTE MILES 600
NATIONAL GEOGRAPHIC ART DIVISION

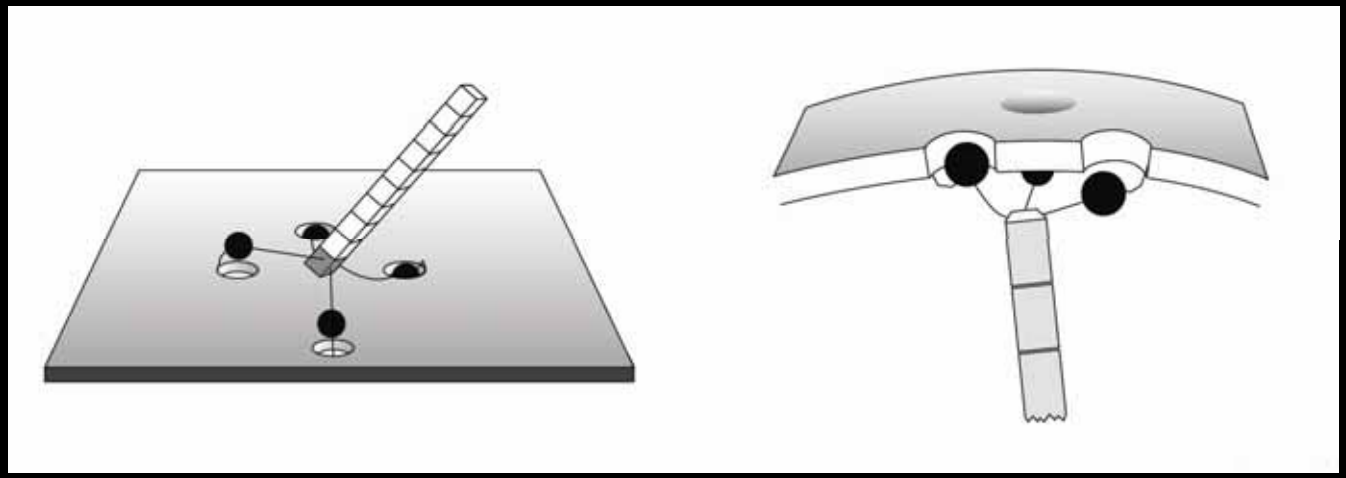
Neznáme:

- Mechanismus recepce
- Lokalizaci receptoru
- Adaptivní význam

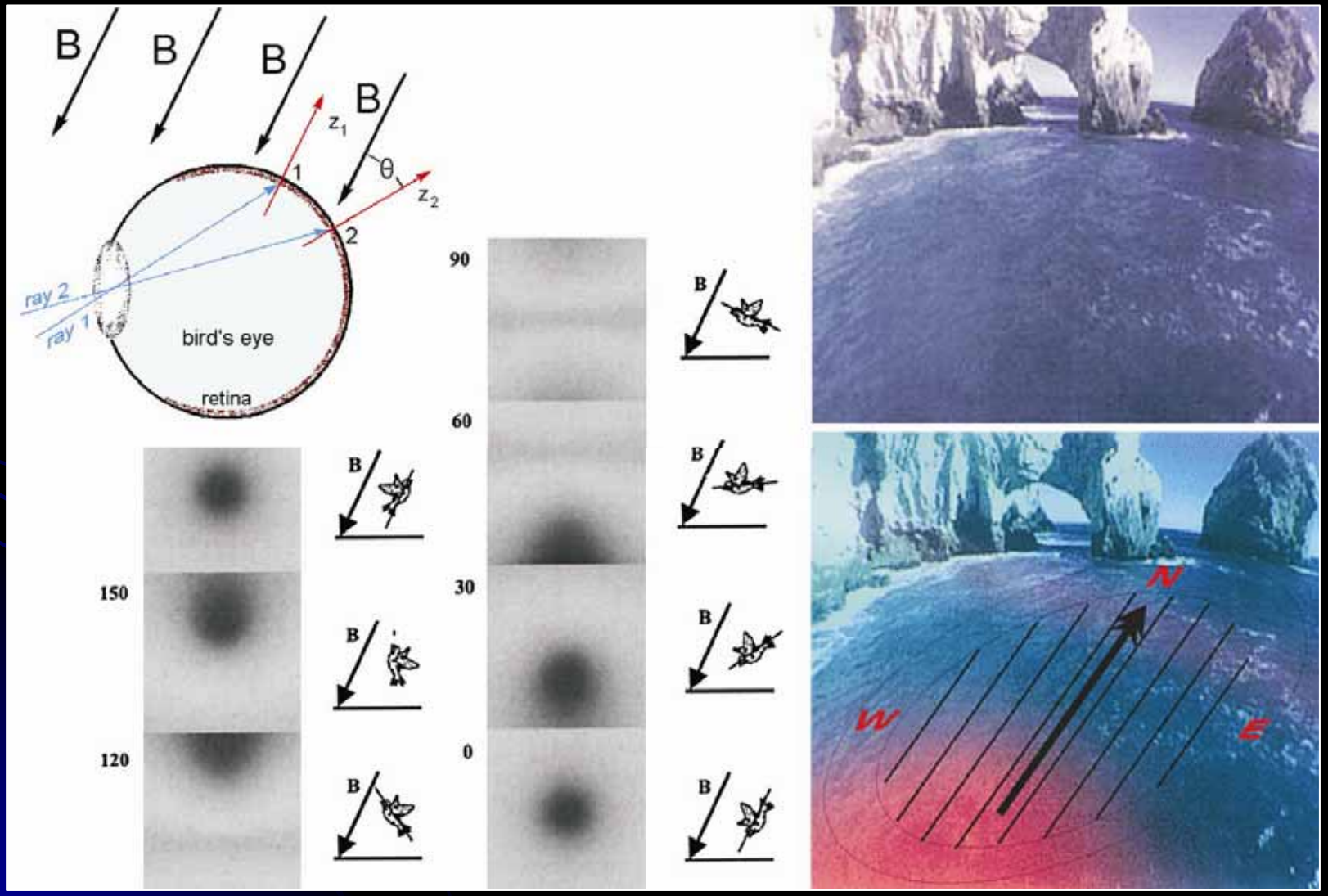


Magnetit?





Modifikace zraku?



Neuroetologické metody smyslové fyziologie

Podmiňování versus spontánní reakce

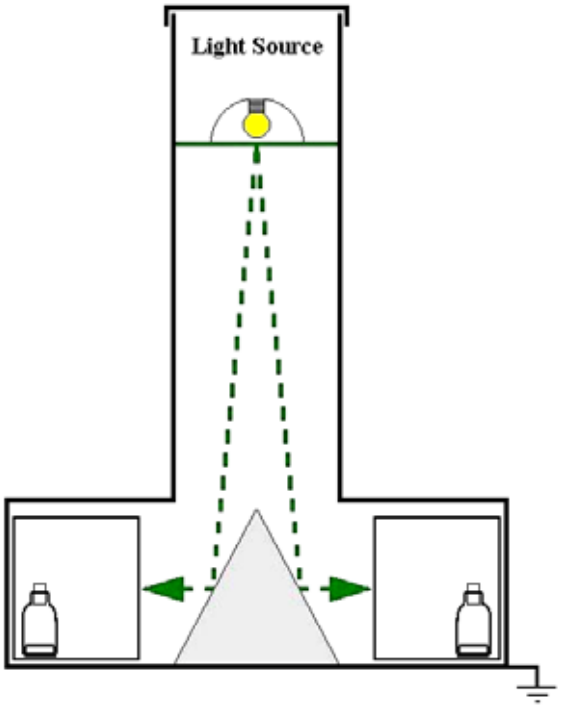
Neuroetologické metody smyslové fyziologie

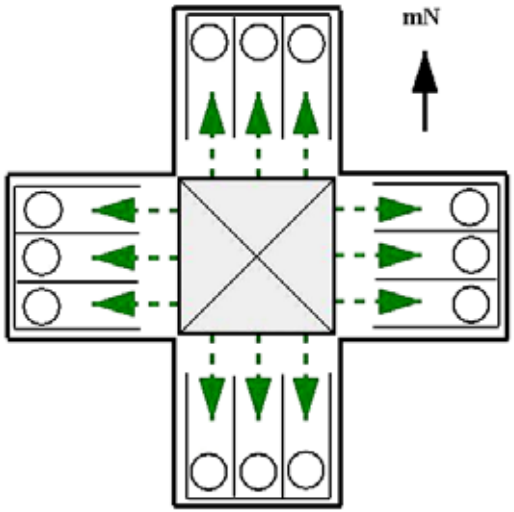
Podmiňování: Trénink a test

Neuroetologické metody smyslové fyziologie

Podmiňování: Trénink a test

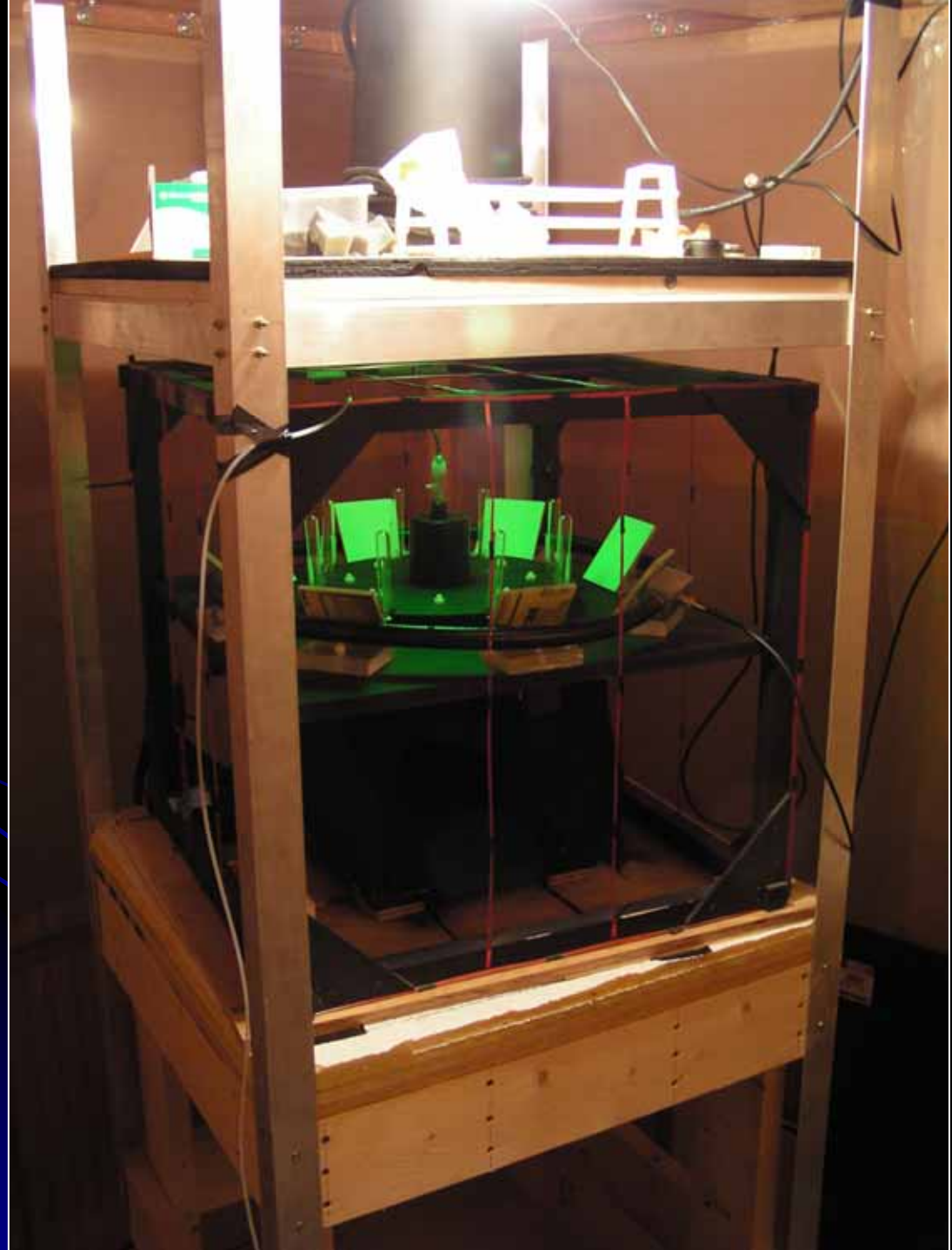
Trénink: Odměna nebo trest



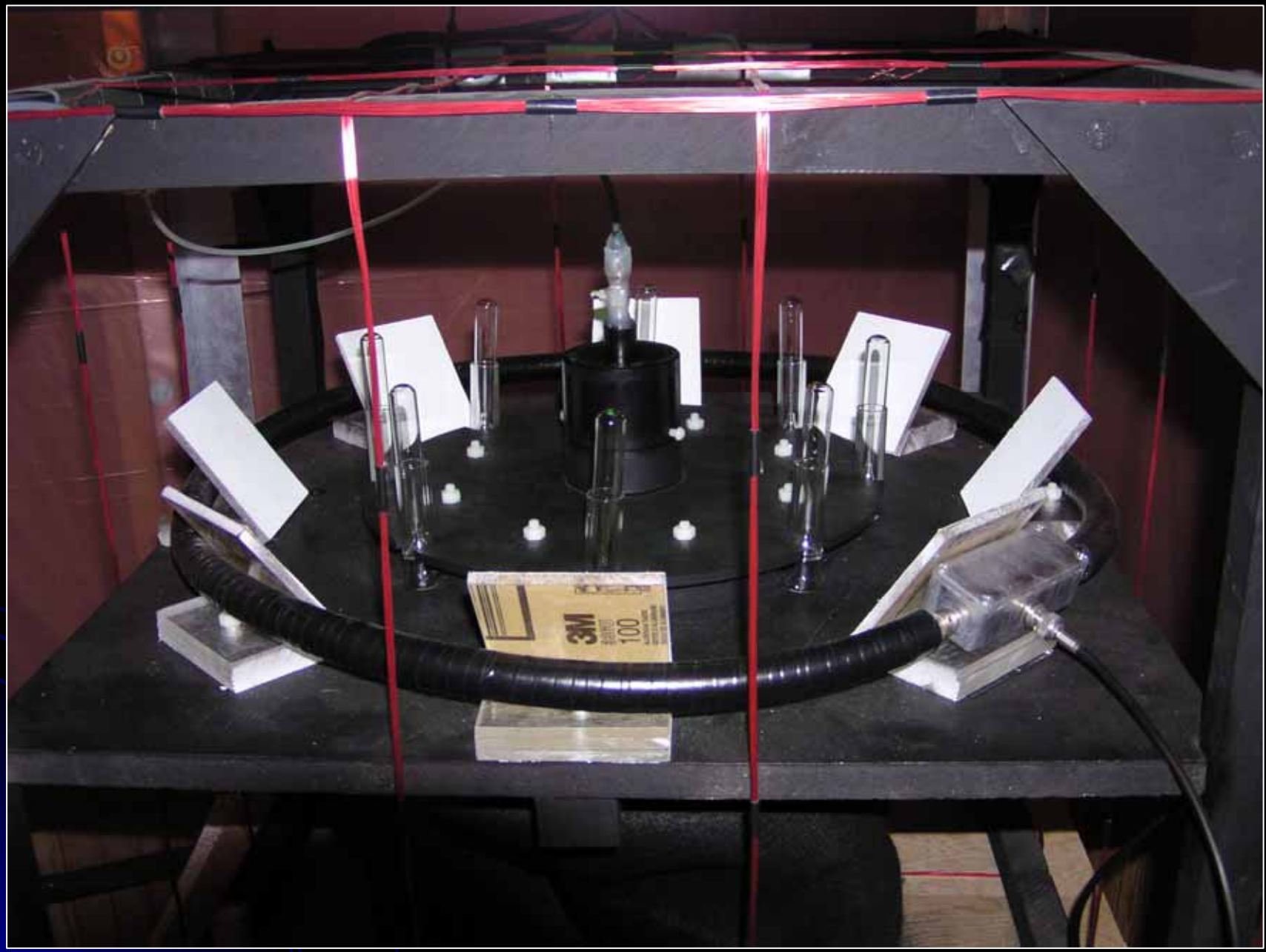


Trénink Drosophila

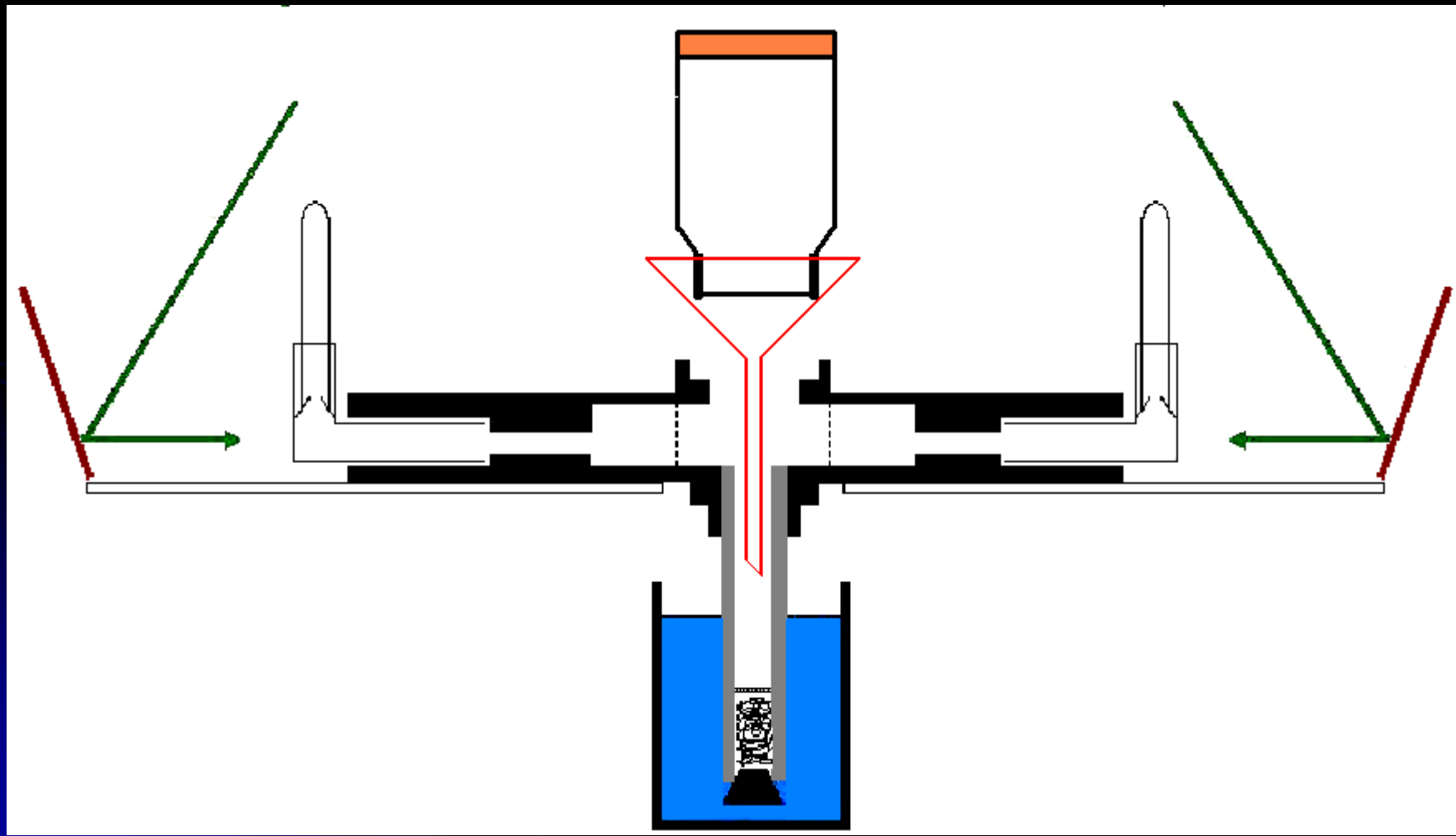
Světlo jako atraktivní stimul



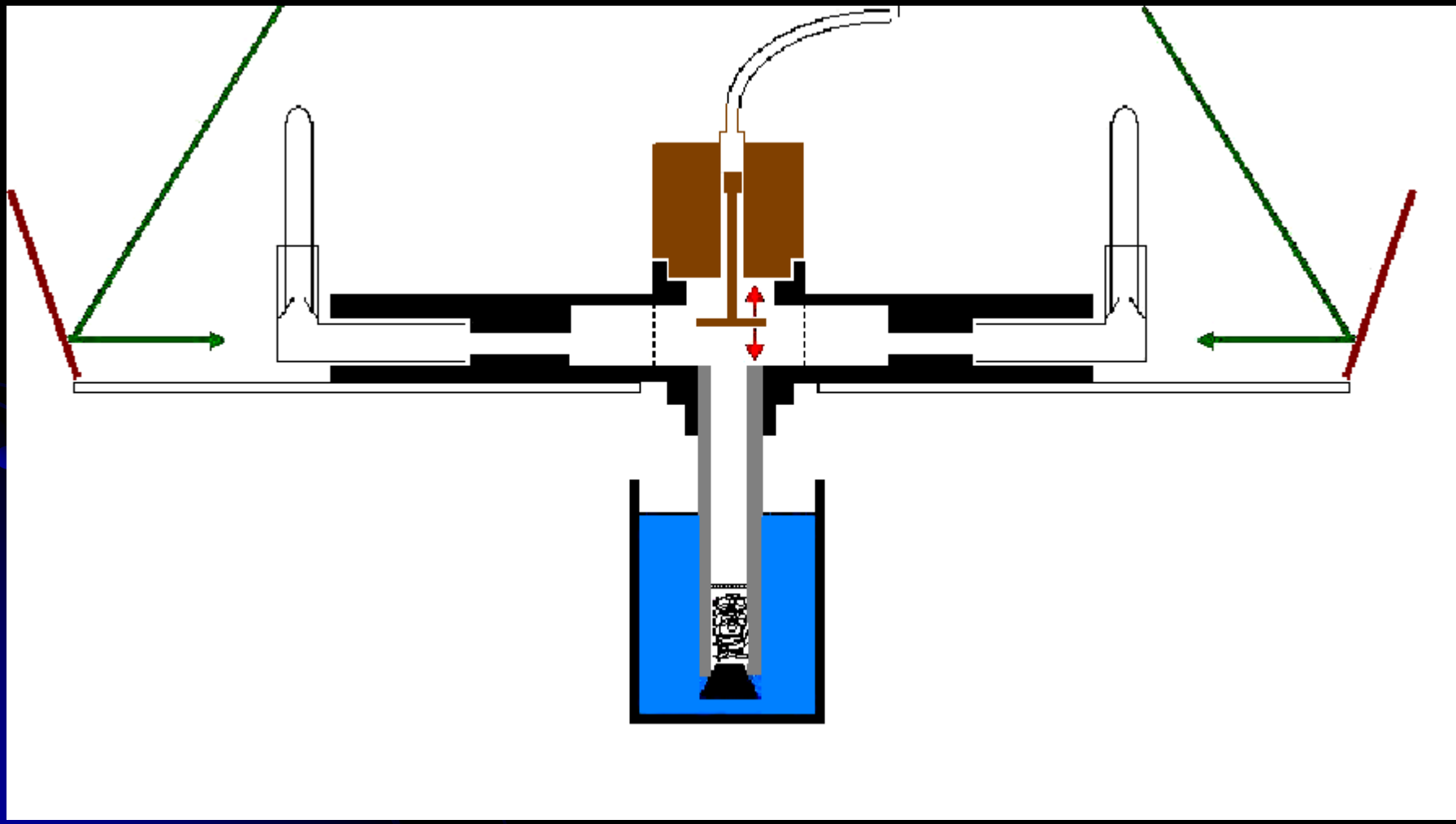
Test


3M
100

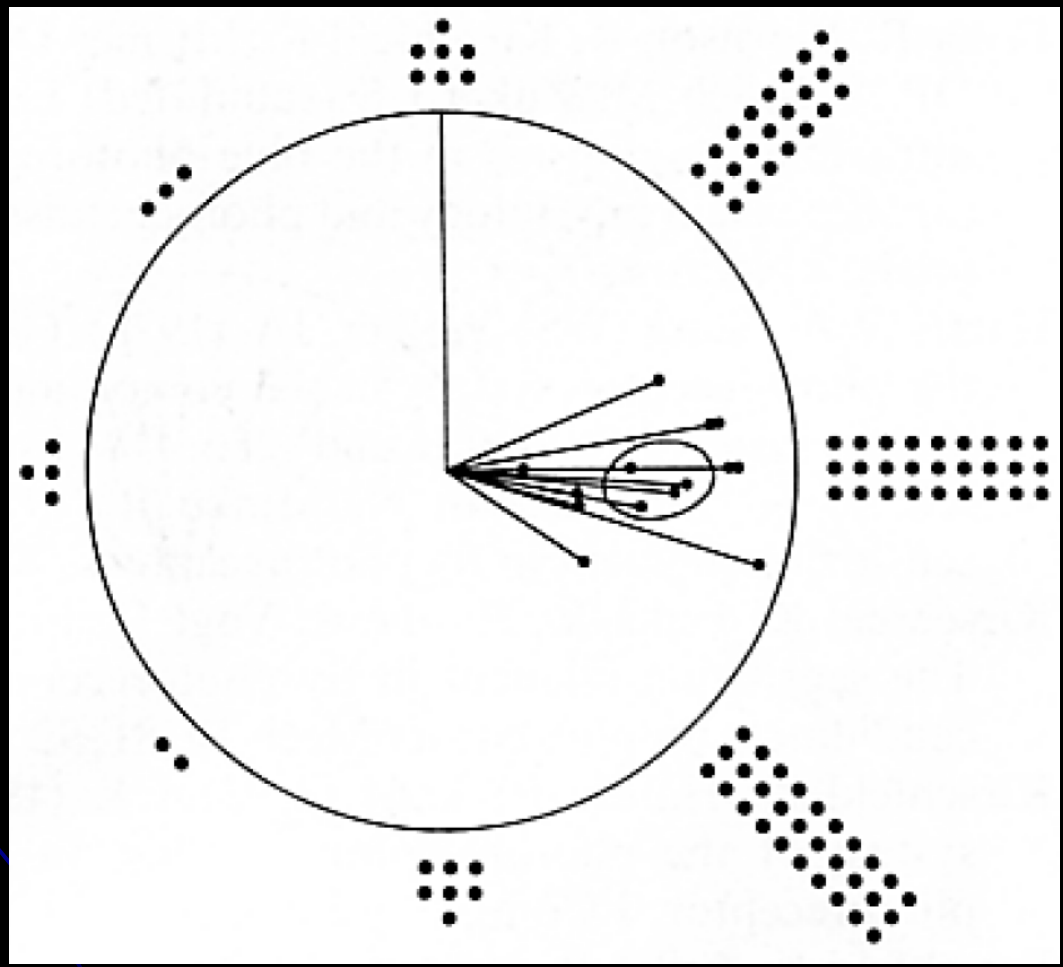
Test Drosophila



Test Drosophila

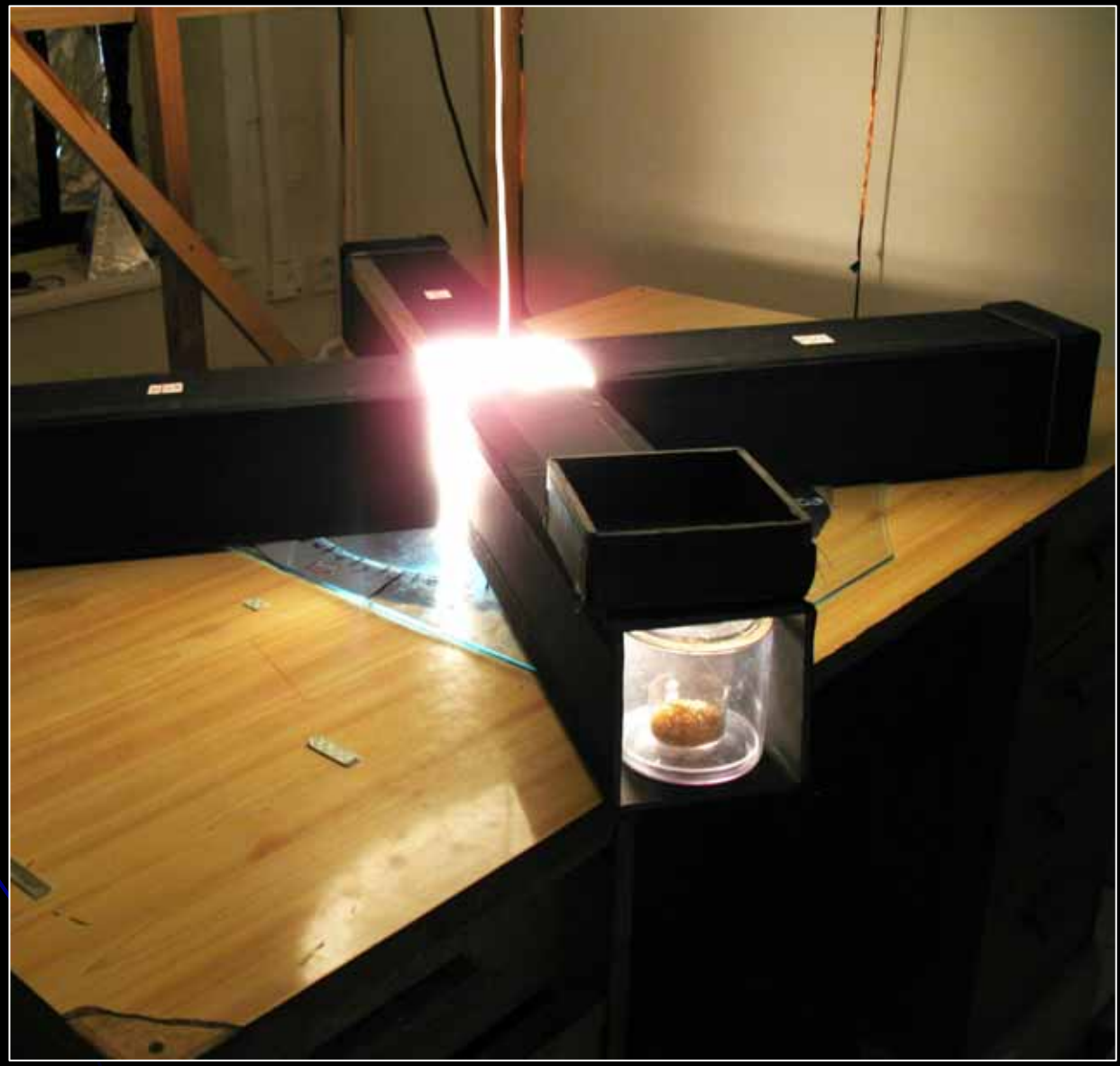


Cirkulární diagramy orientace



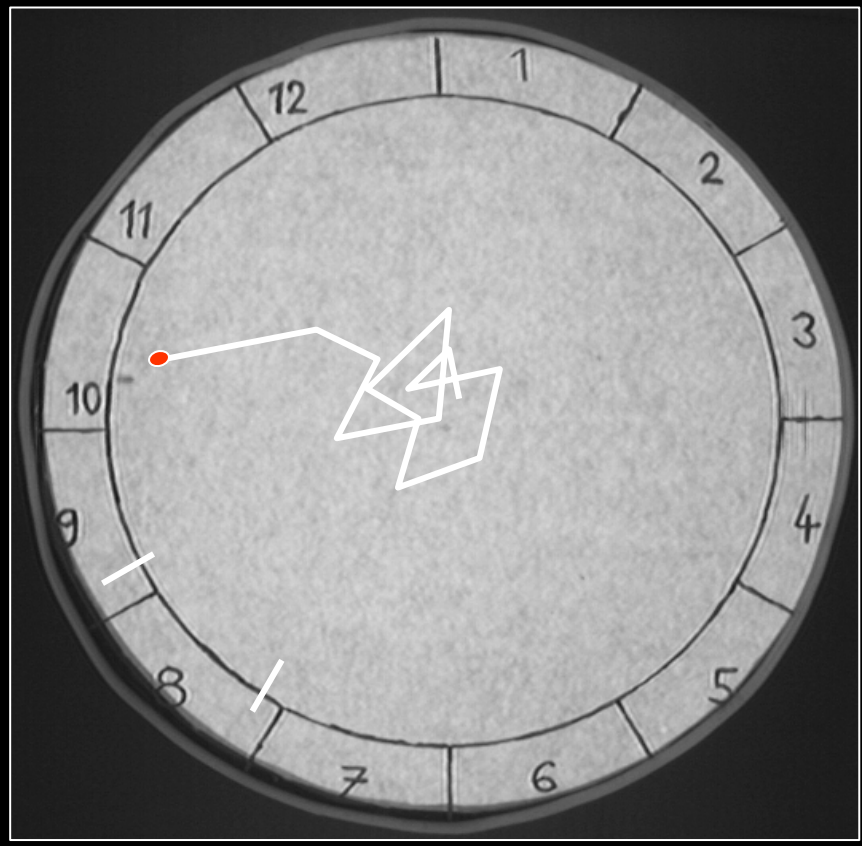
Tenebrio molitor

Trénink



Test

Pohled kamery

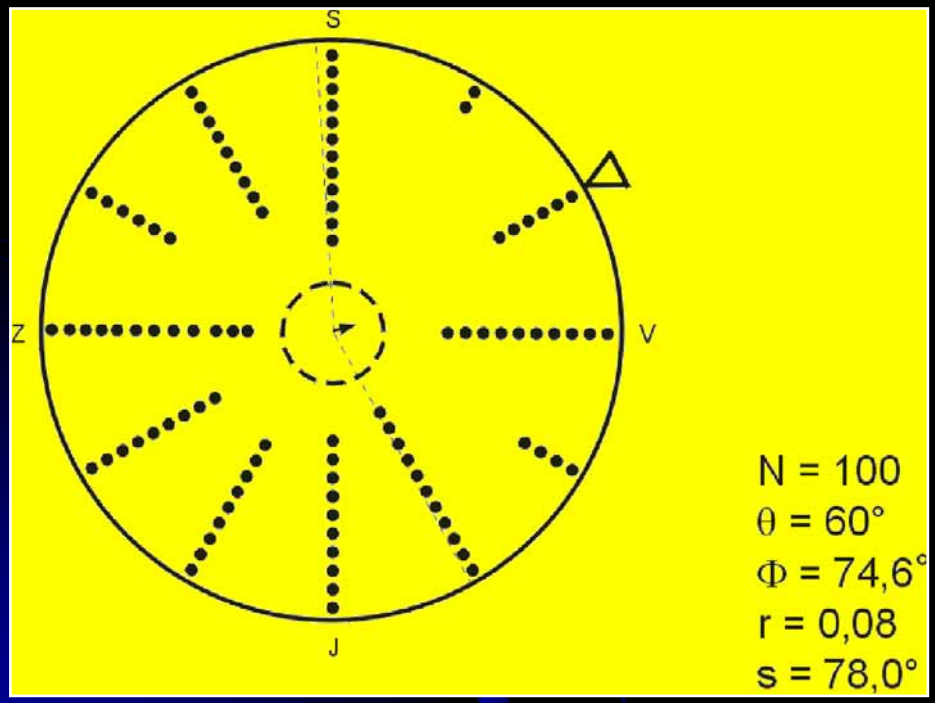


Problémy:

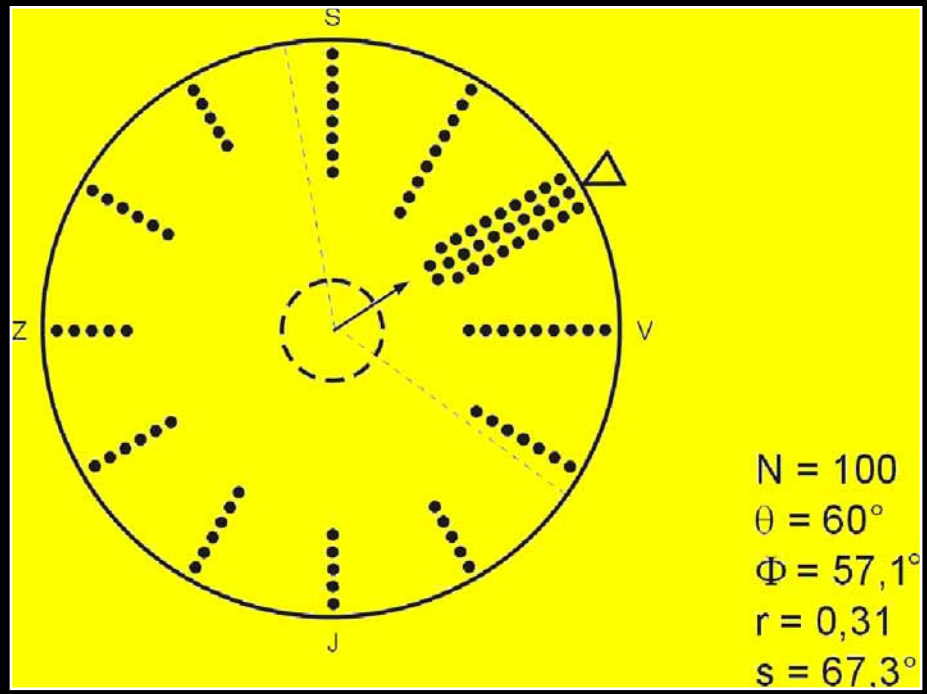
- Je magnetorecepce závislá na světle?
- Dokáže kompas rozlišit polaritu pole?

Ve tmě kompas potemníka nefunguje

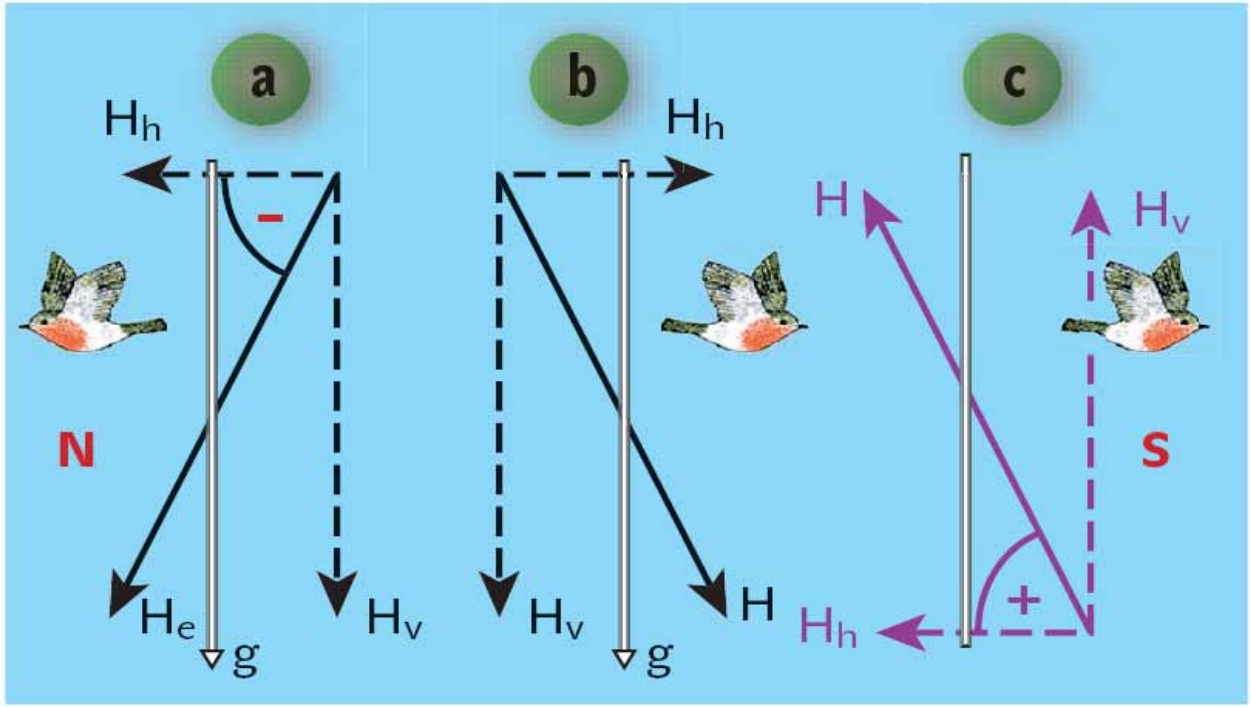
Tma
0% RH



Světlo
0% RH



Rozlišení inklinační a polaritní reakce ukazuje na typ recepce

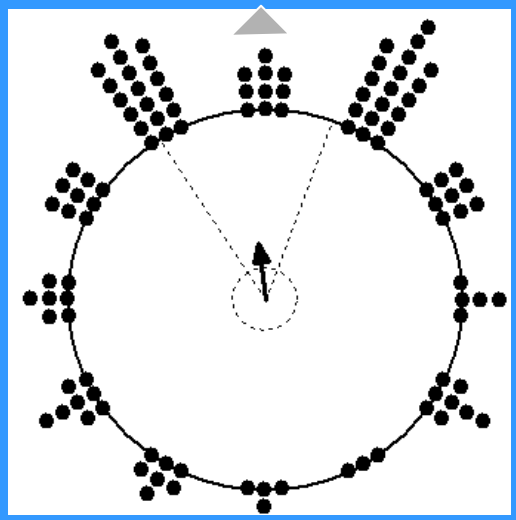


9. Inklinační kompas ptáků. Normální orientace (a). Otočíme-li experimentálně vertikální složku geomagnetického pole (b), má to stejný účinek jako otočení složky horizontální (c). Ptáci (ale také čolci a želvy) odvozují tedy polaritu pole ze znaménka sklonu pole (inklinace). (Podle: Wiltschko W., Wiltschko R.: J. Comp. Physiol. A 191, 675–693, 2005)

Obrácení inklinace otočí orientaci potemníka – kompas není polaritní

Training ↙ Test ↙

A

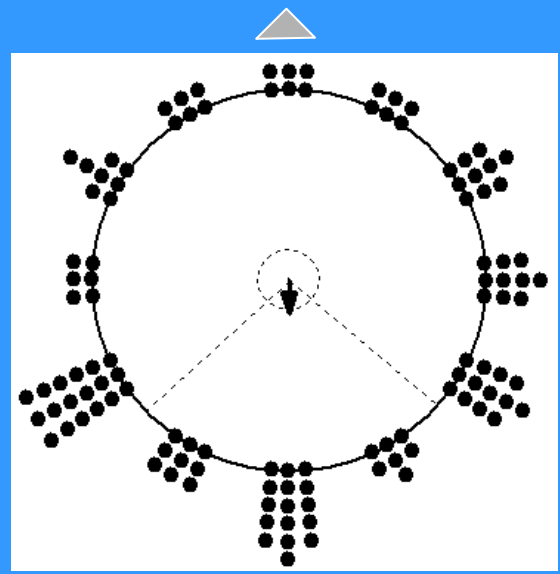


N = 109
MVB = 354°
P < 0.001

P < 0.001

Training ↙ Test ↖

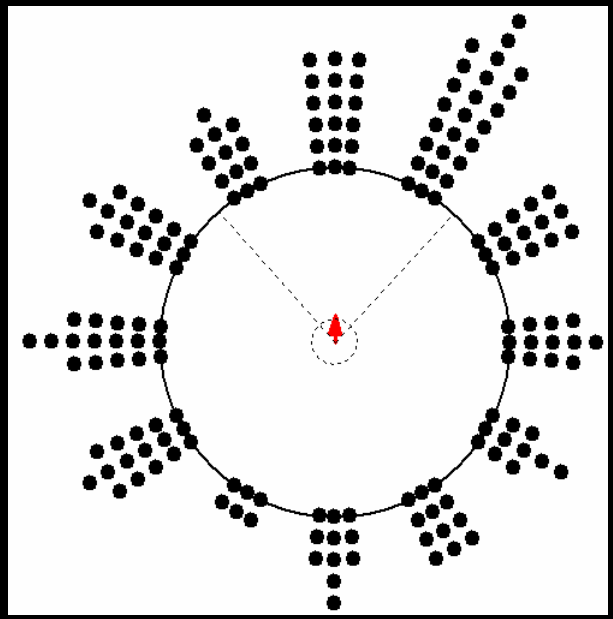
B



N = 115
MVB = 179°
P = 0.03

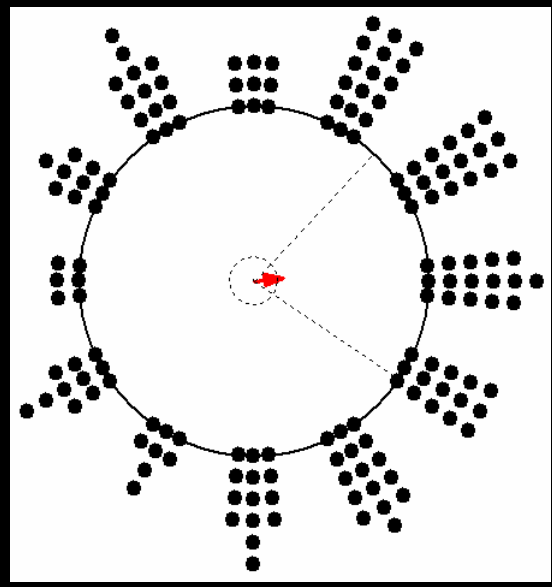
Změna barvy světla způsobí posun orientace

UV/UV



n=174
MVB=1
r=0.16
P=0.0143

UV/Green



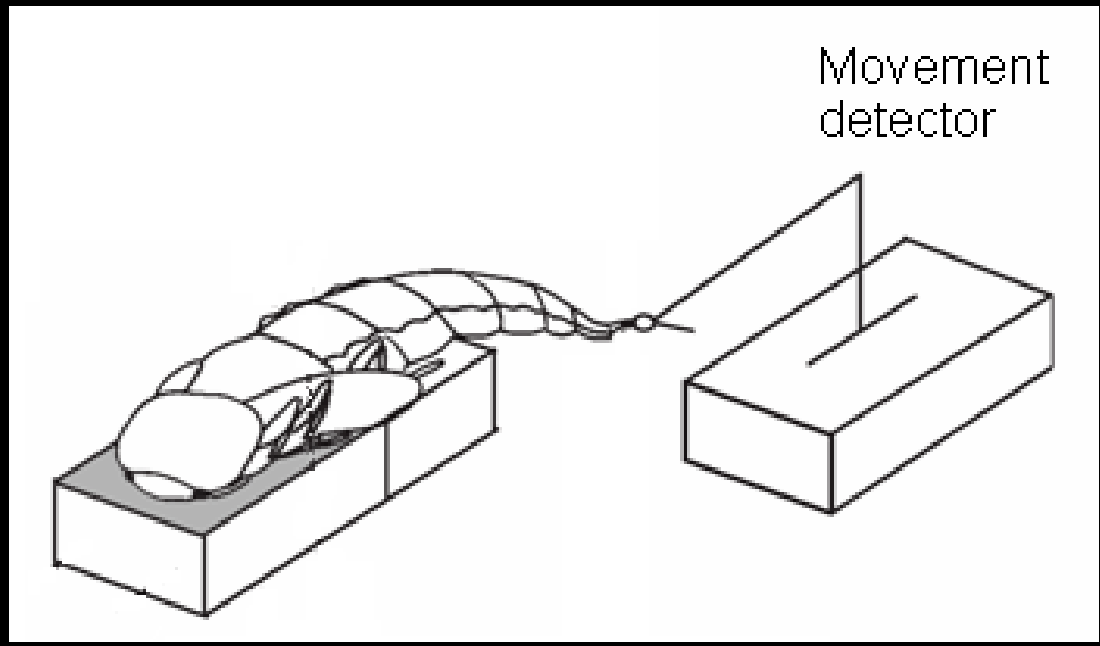
n=155
MVB=84
r=0.17
P=0.0106

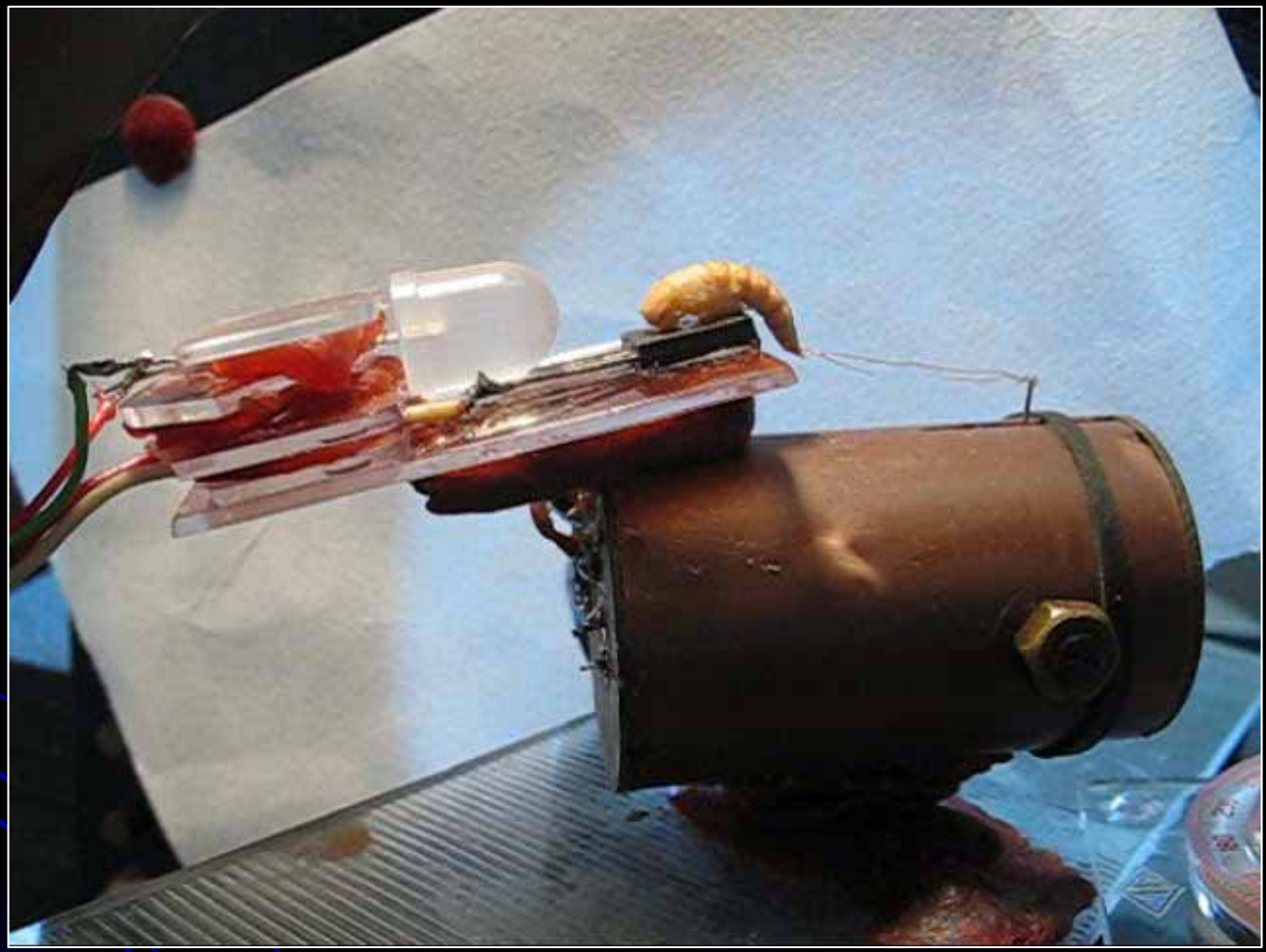
Kompas potemníka Tenebrio má znaky na světle závislého mechanismu.

Kukla?

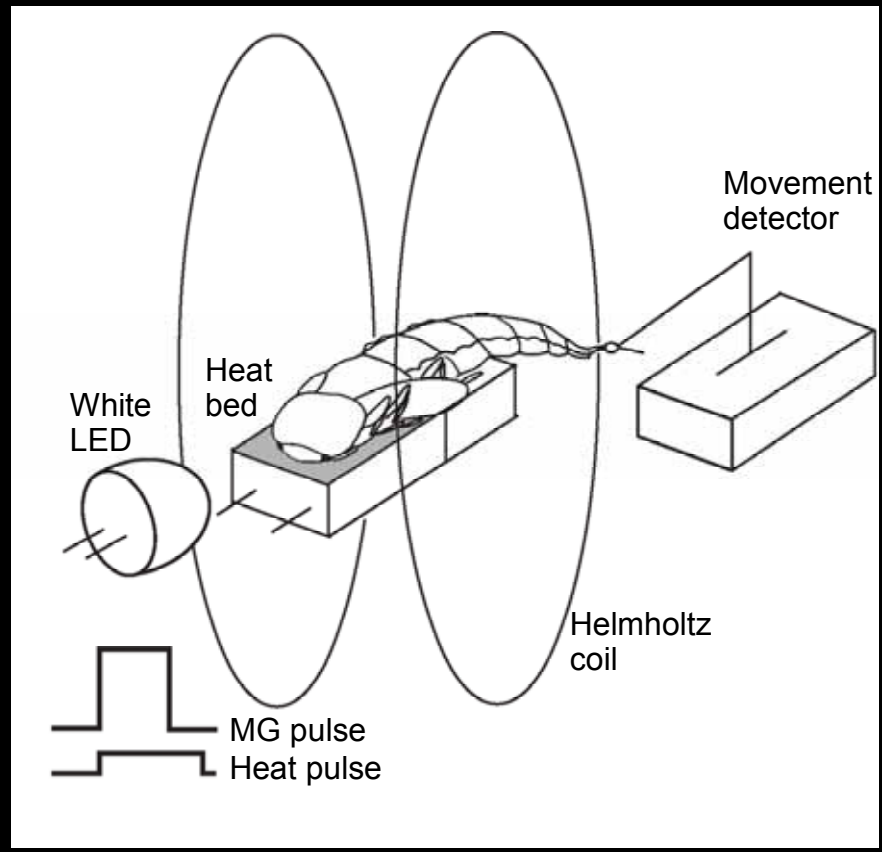
Kukla jako neuroetologický model

Etologie v jediném parametru
Nestresována fixací
Citlivá na vnější podněty

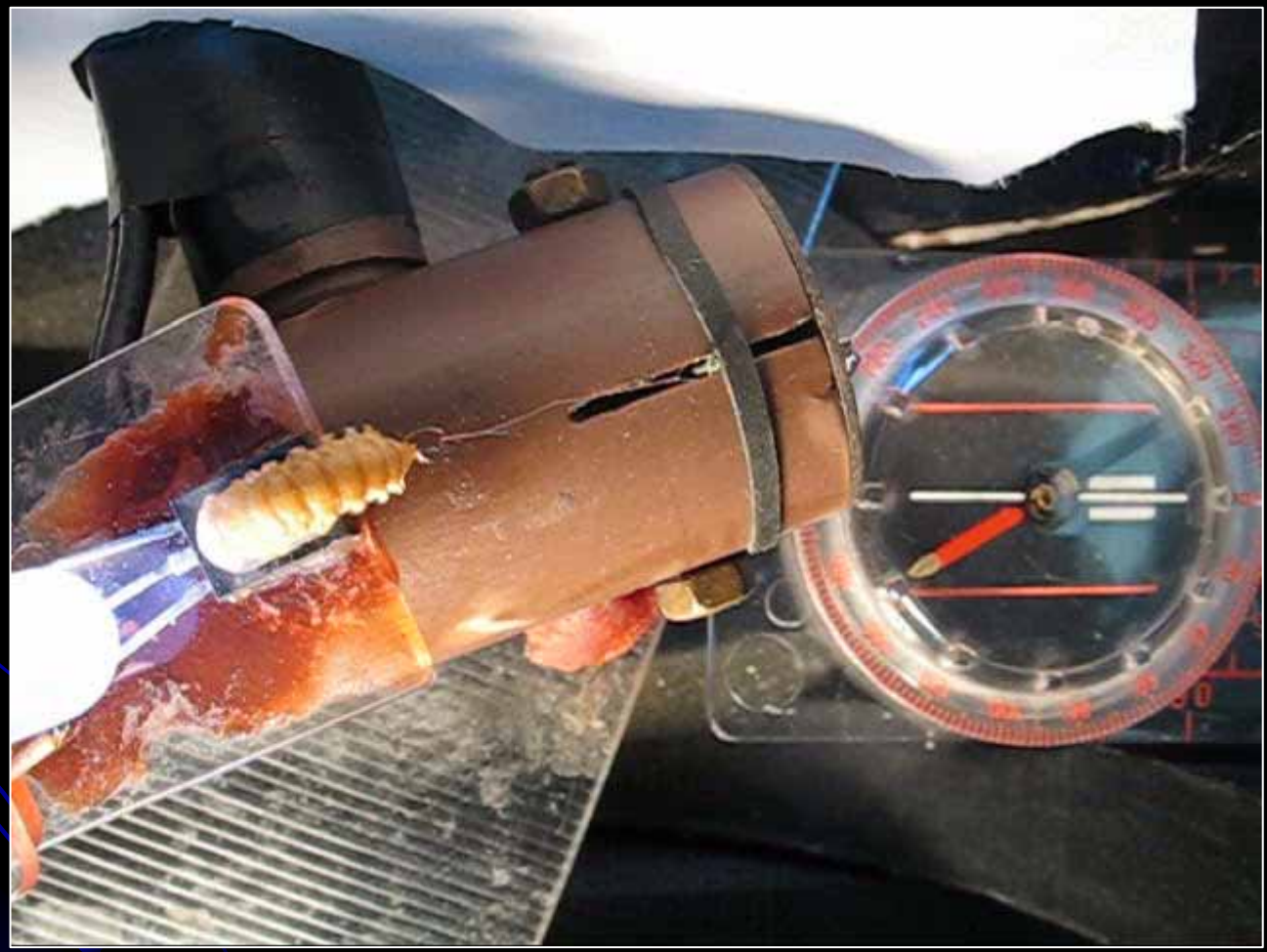




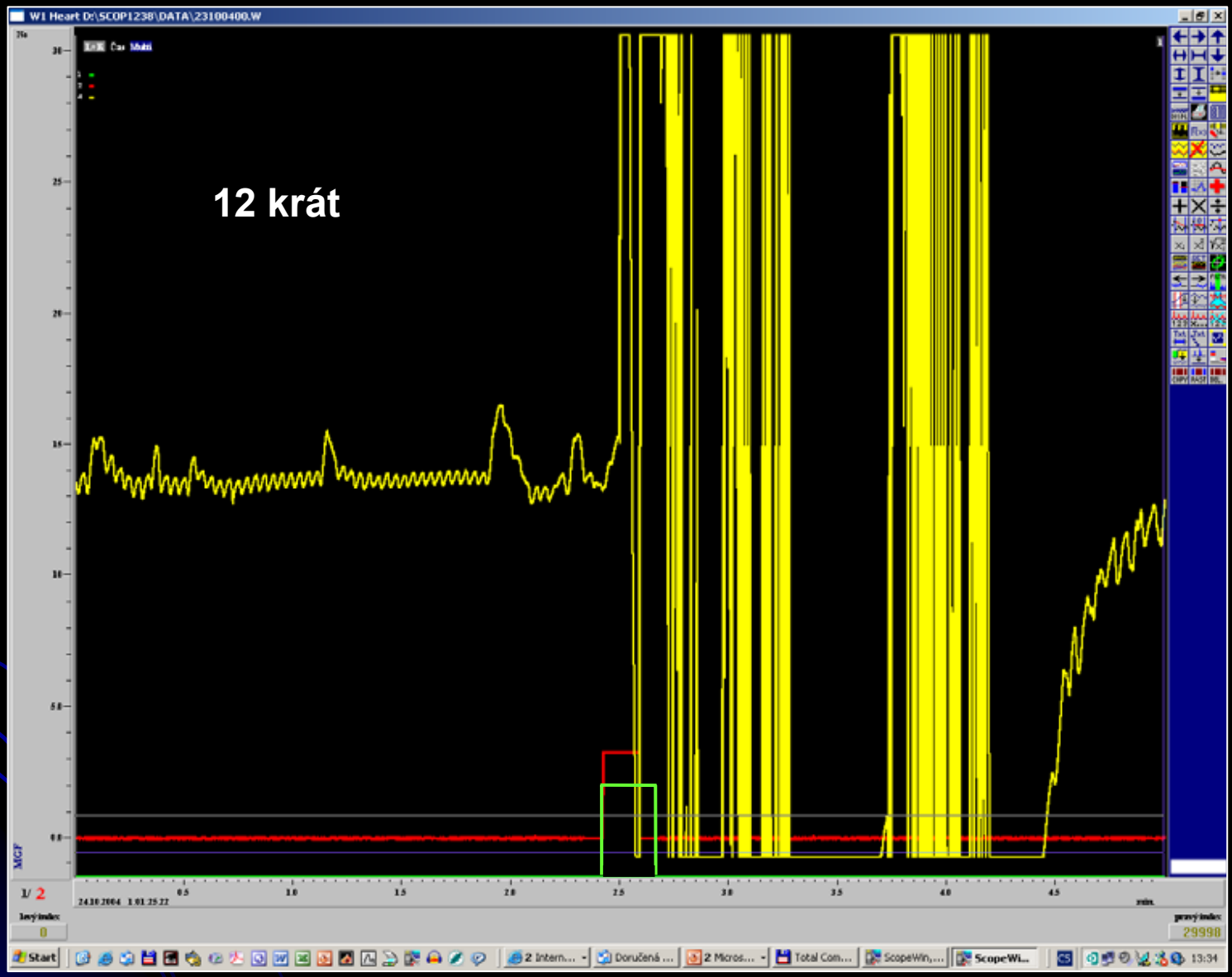
Podmiňování: magnetický stimul předchází tepelný „trest“



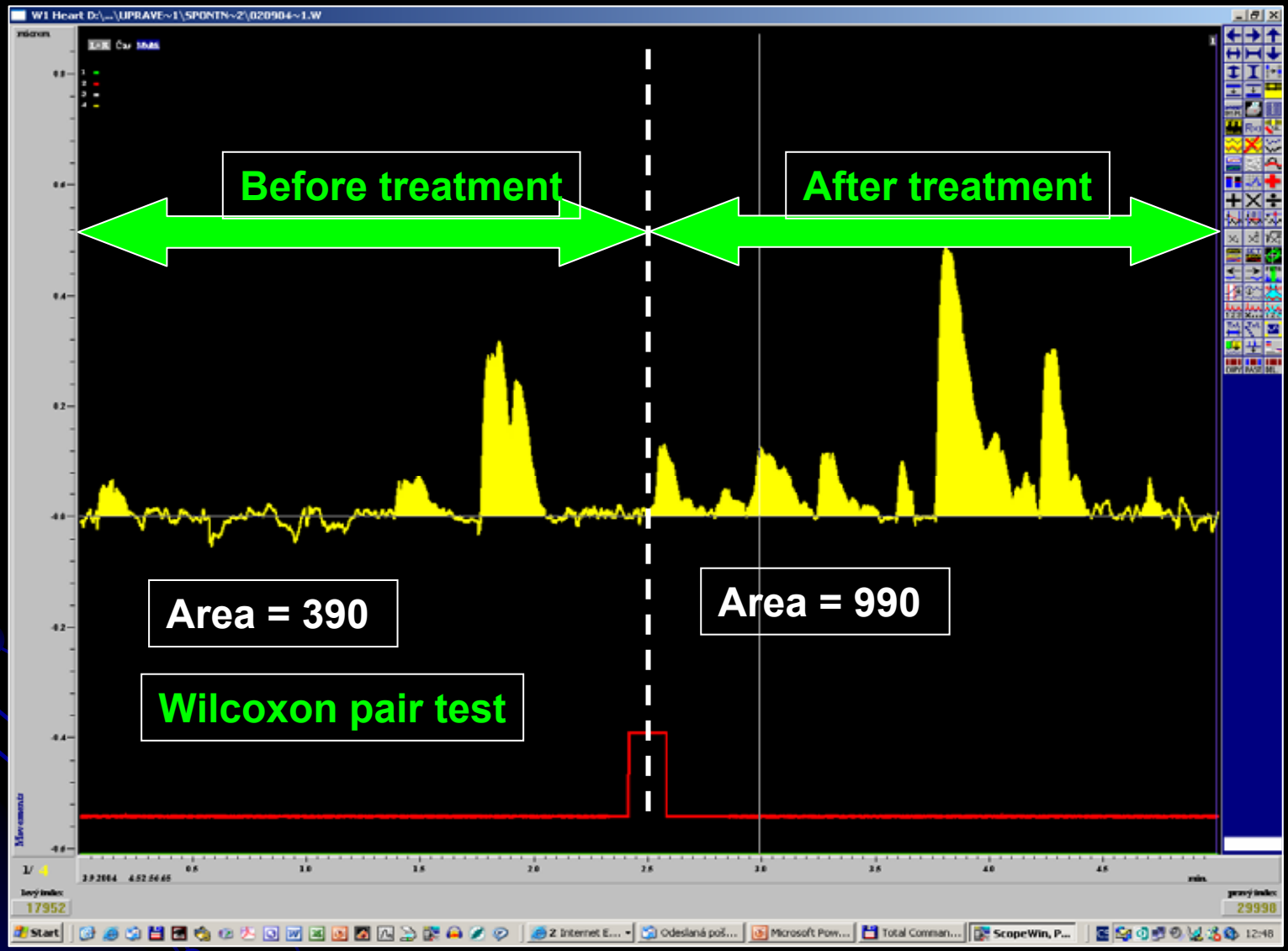
Podmiňování: magnetický stimul předchází tepelný „trest“

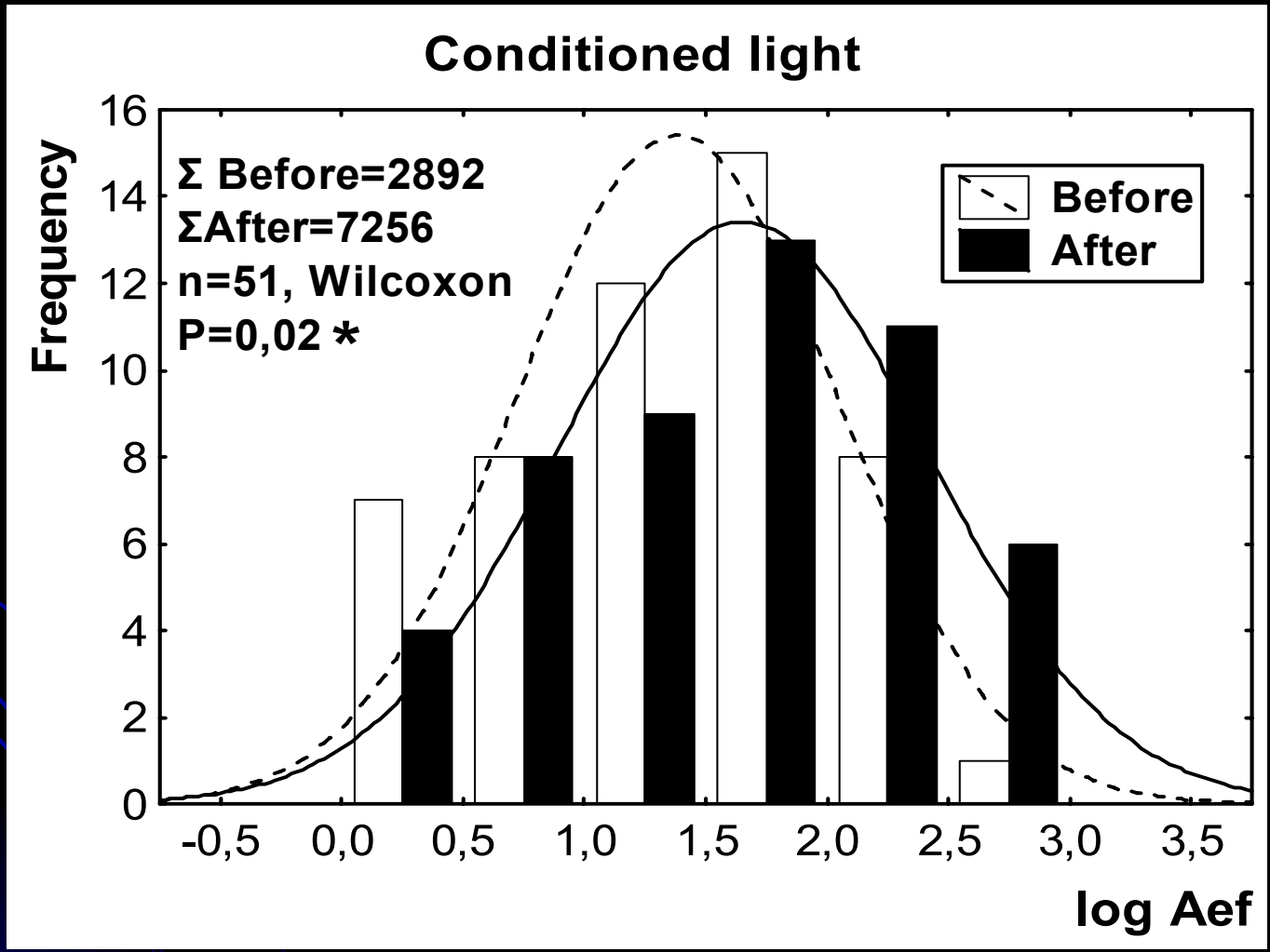


Trénink:



Test:


Before treatment
After treatment
Area = 390
Area = 990
Wilcoxon pair test

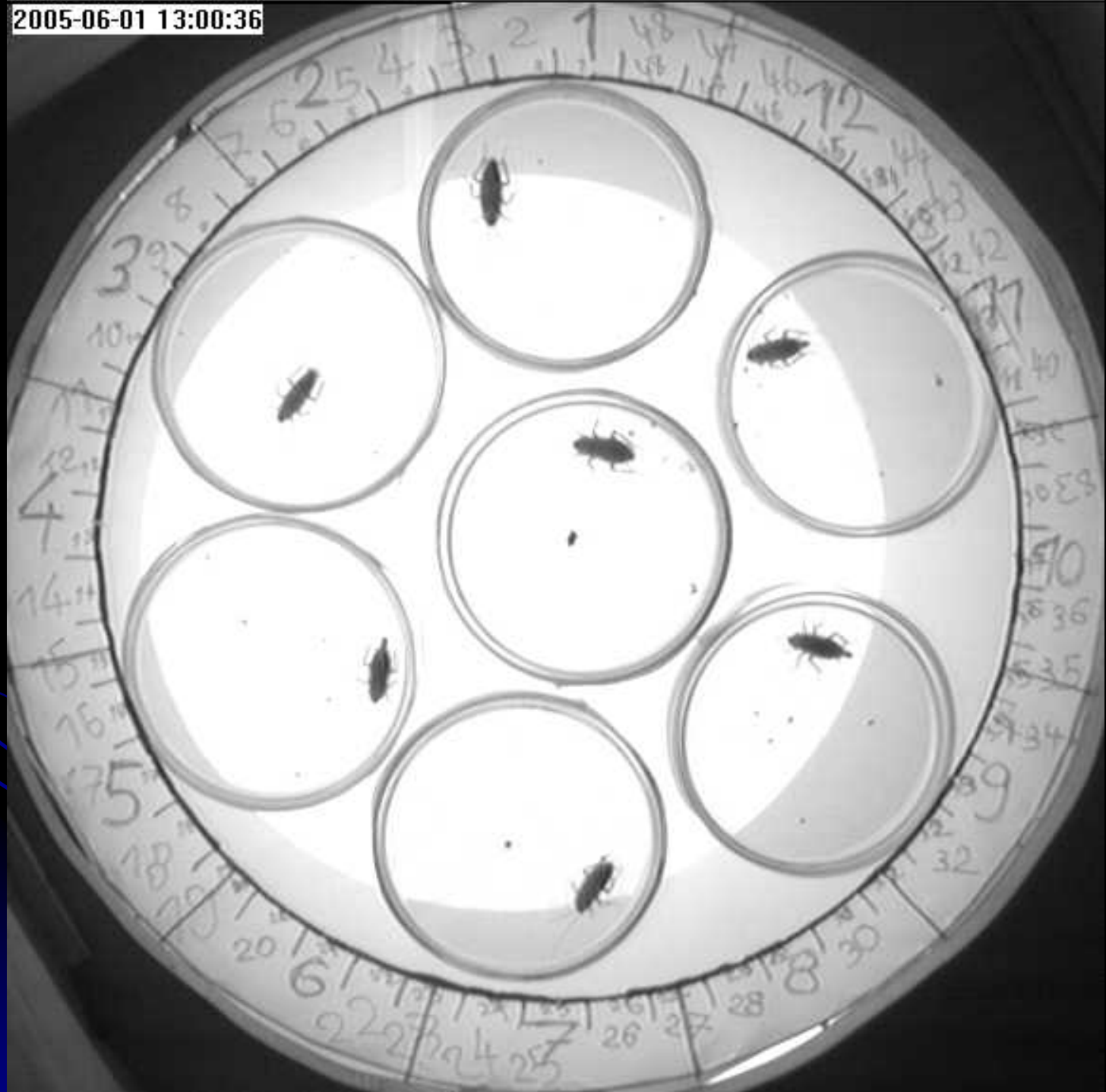

Conditioned light
Frequency
Σ Before=2892
ΣAfter=7256
n=51, Wilcoxon
P=0,02 *
Before
After
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-0,5
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
log Aef

ZÁVĚR:

- Bezobratlí jsou vděčným neuroetologickým modelem.
- Podmiňování je užitečným nástrojem smyslové fyziologie a neurofyziologie.
- Bezobratlí pomáhají odhalit tajemství magnetorecepce

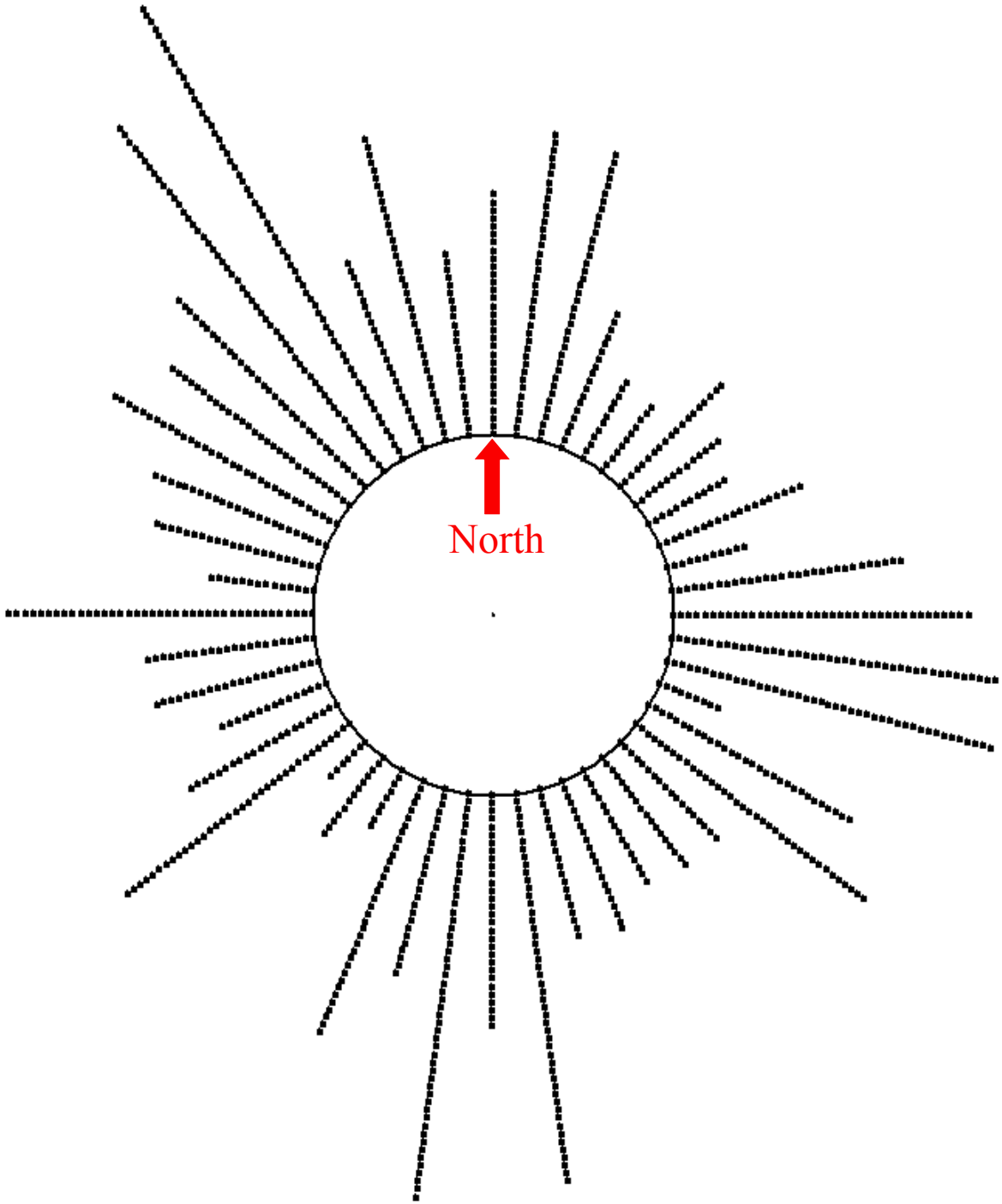
Nepodmíněná reakce?

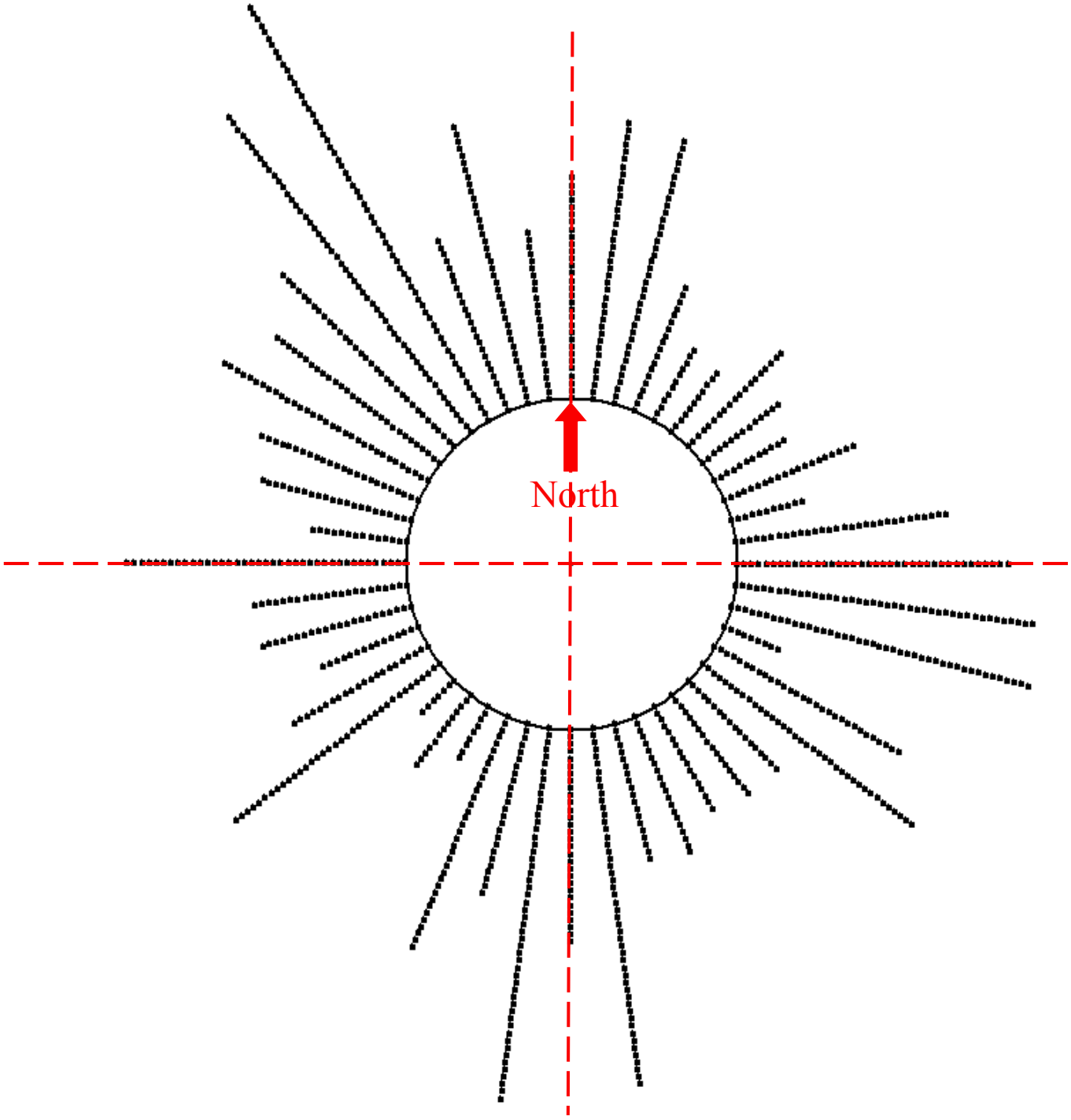
- Poziční chování

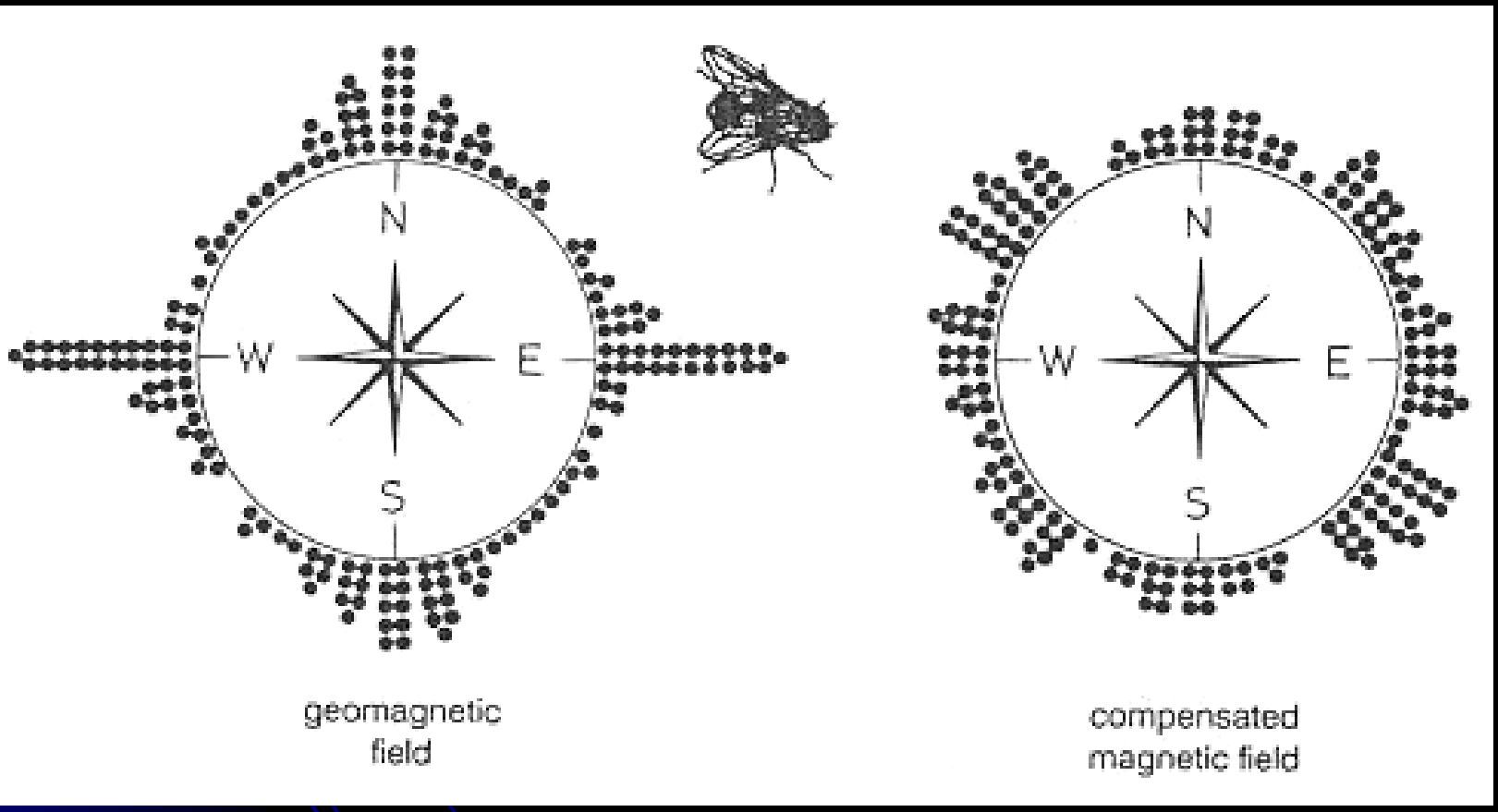

2005-06-01 13:00:36

Methods:

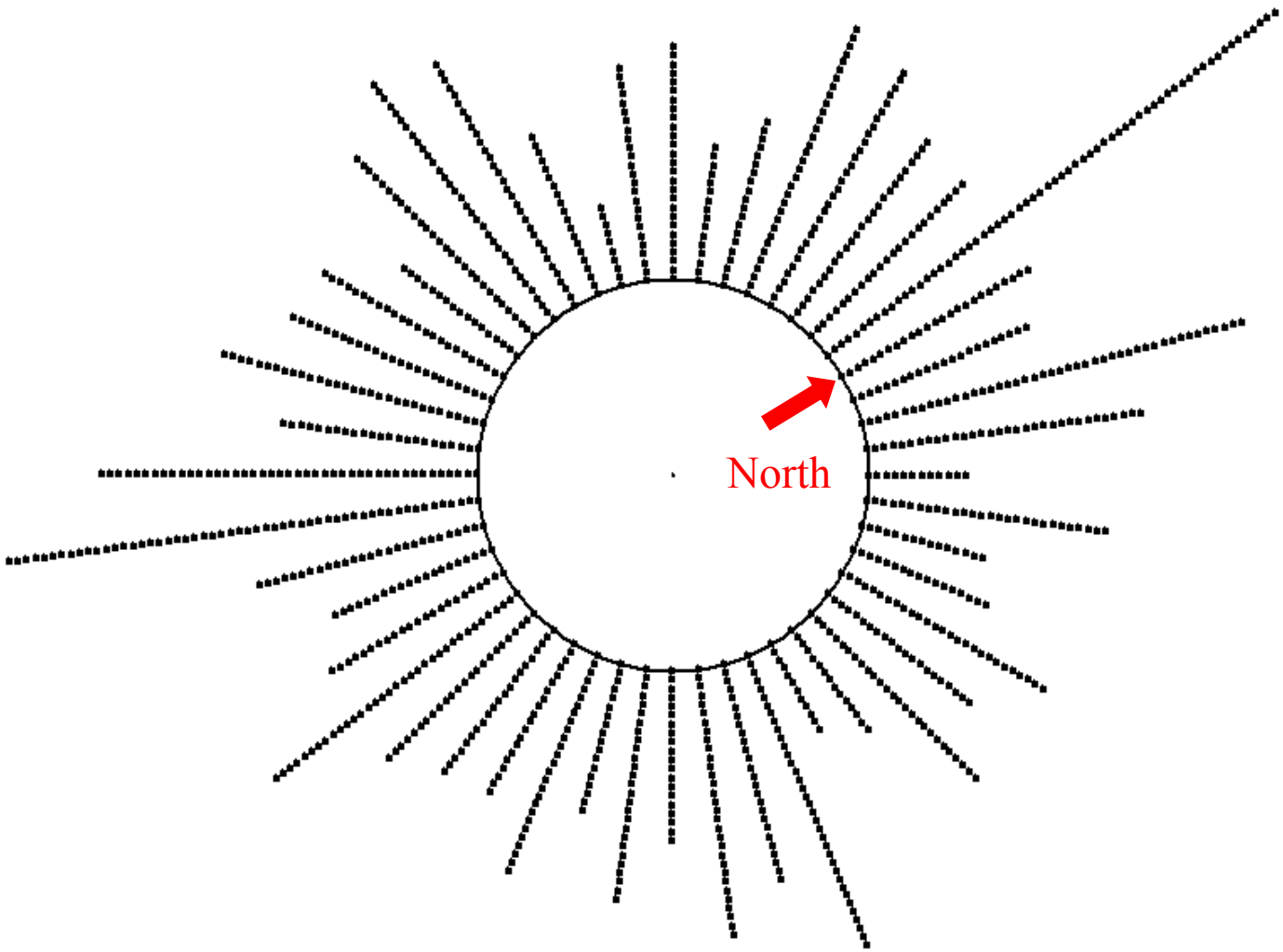
2x4 Helmholtz coil system
rotating GMF 60°CW

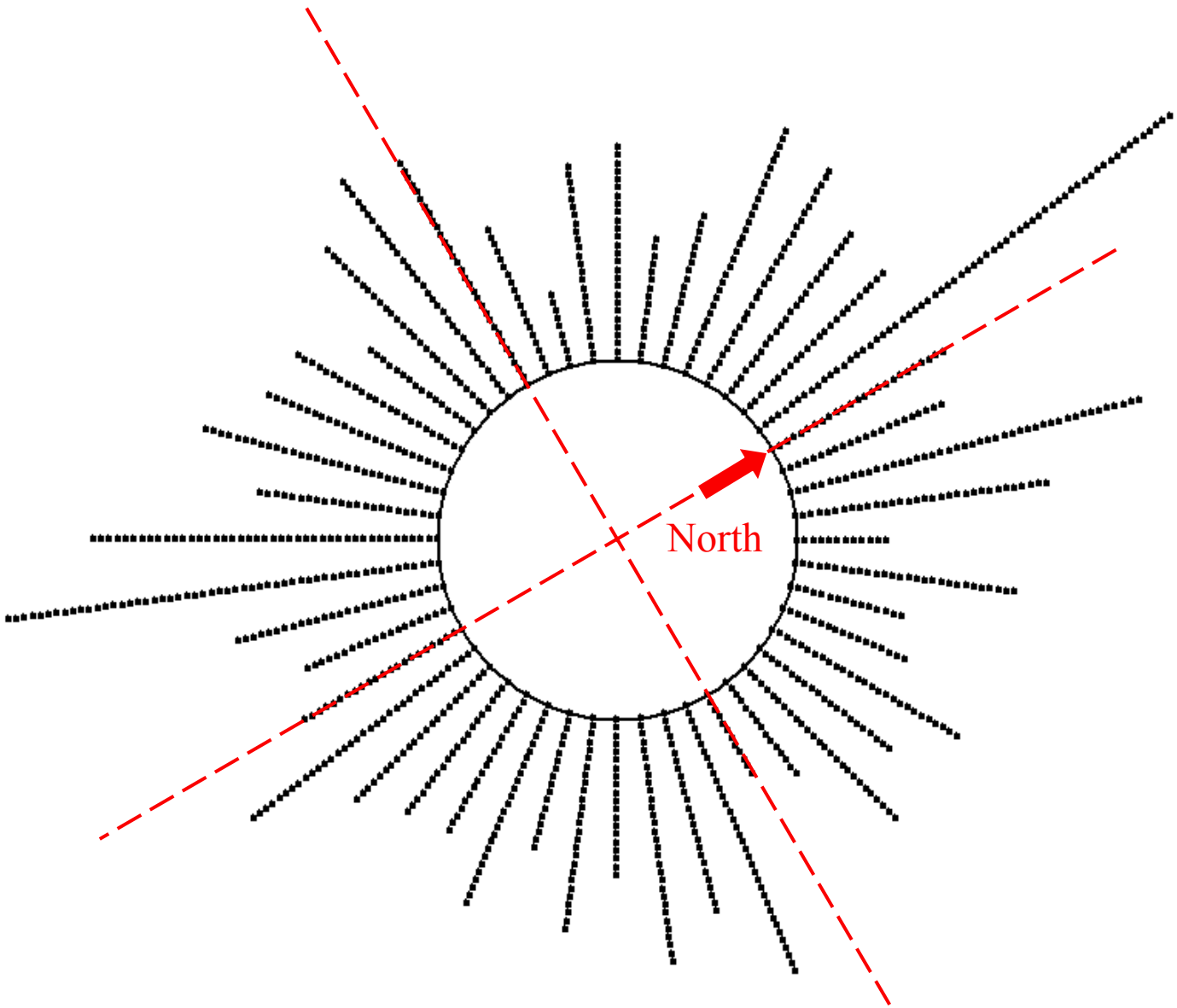

North

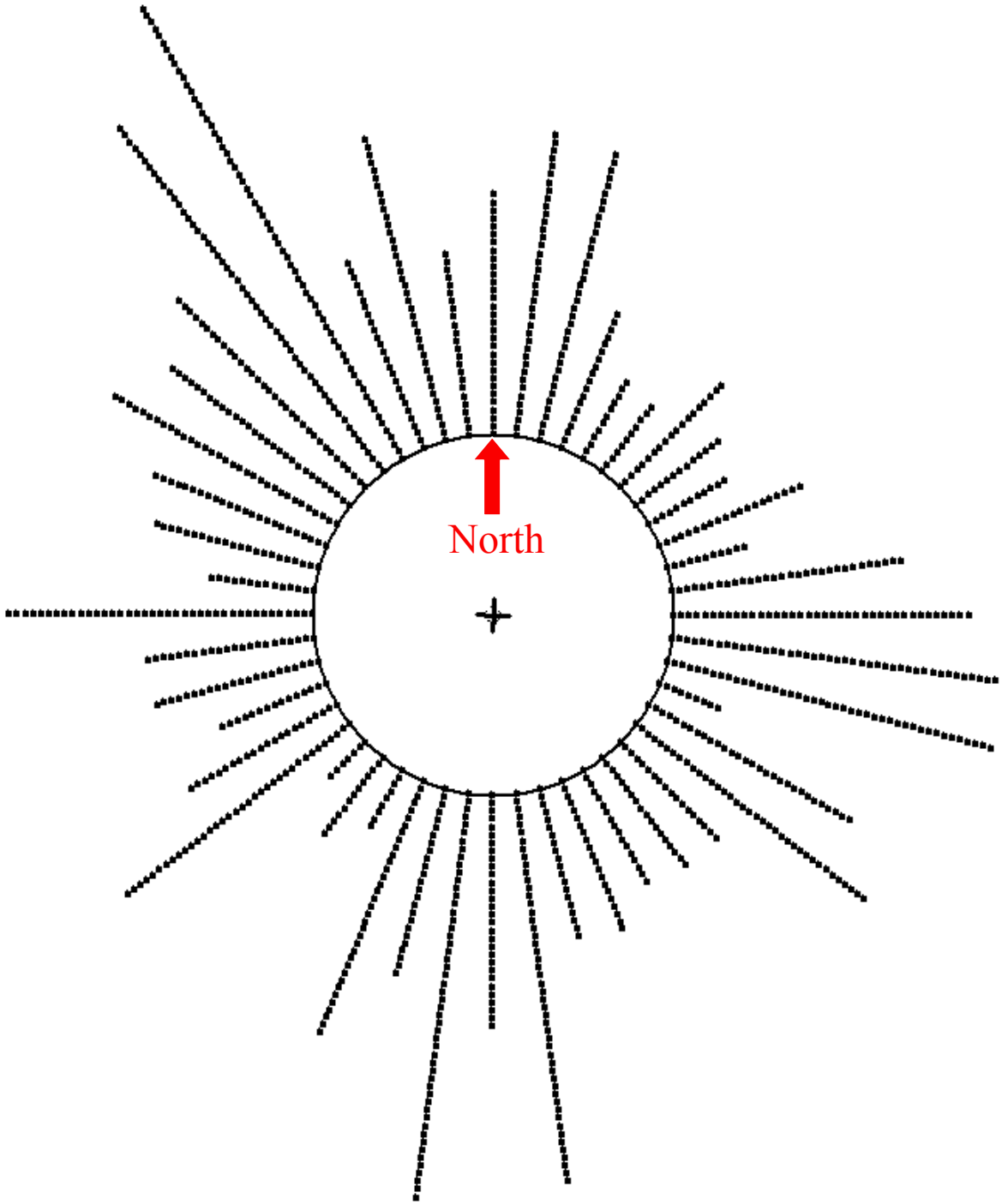

North

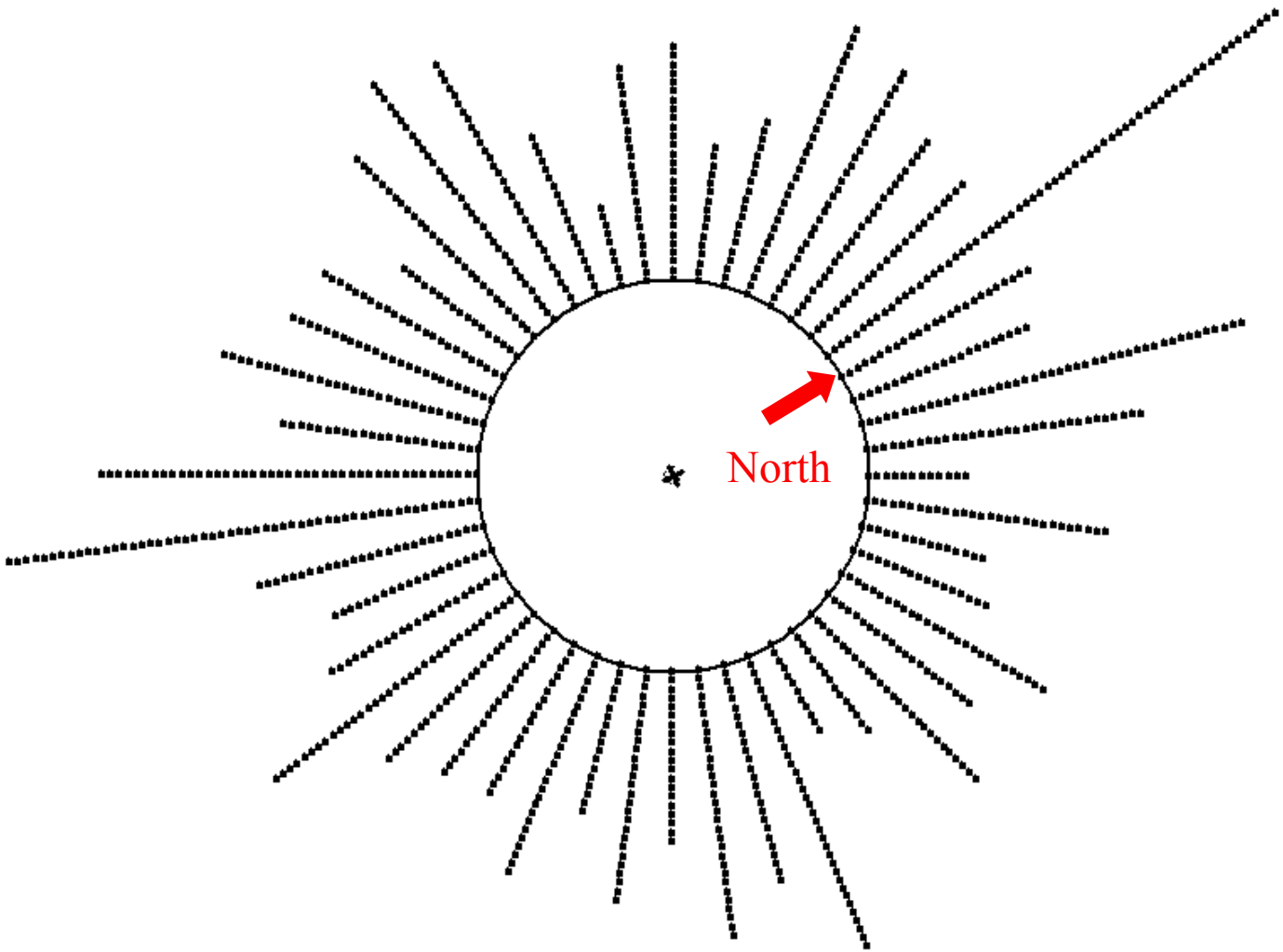


Becker, (1965)


North


North

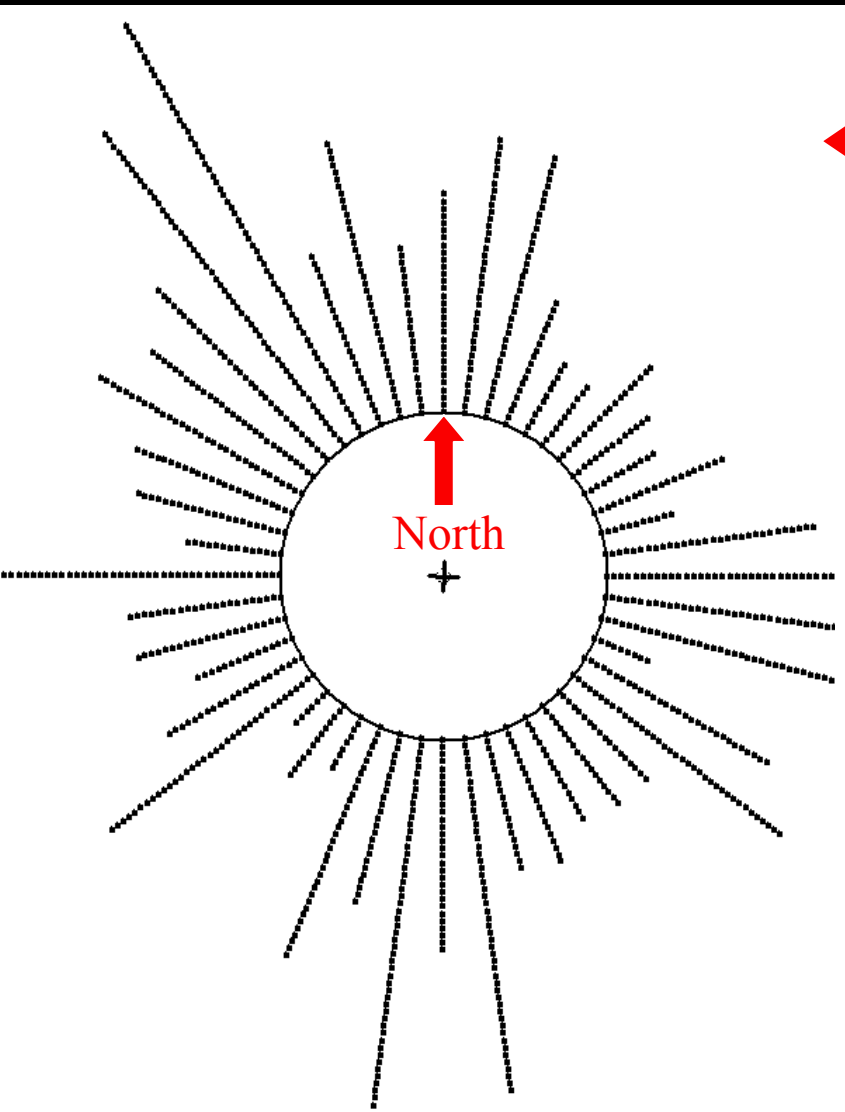

North

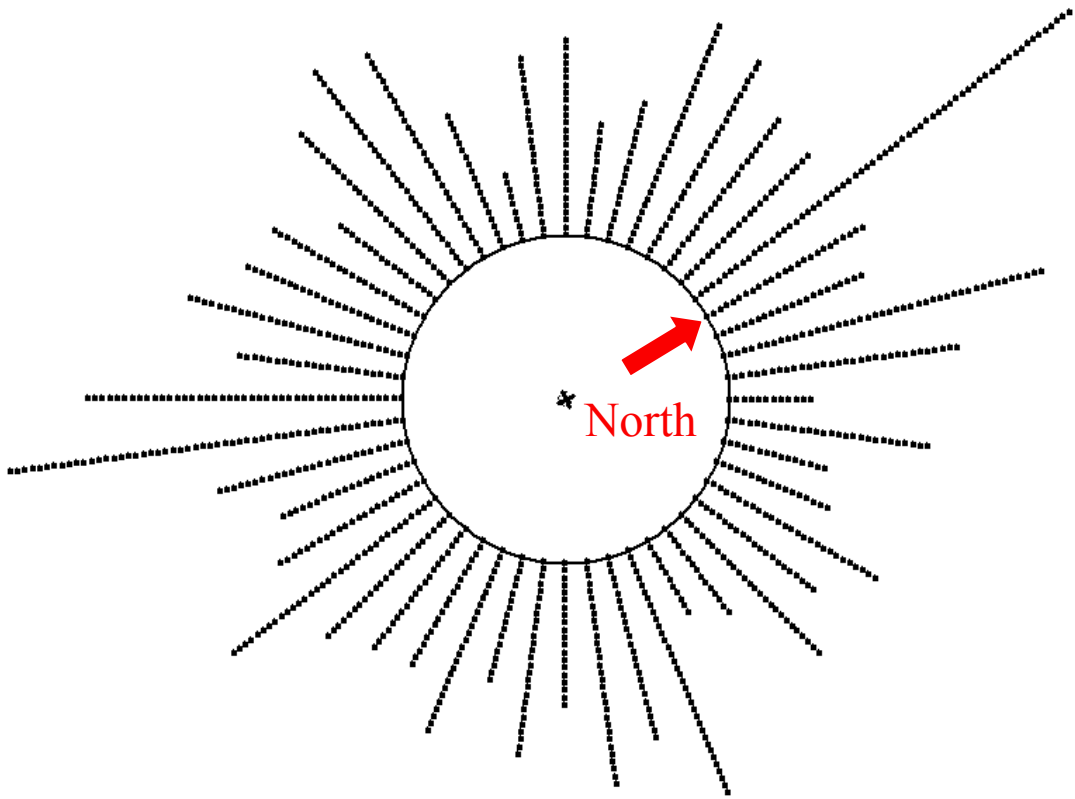

North

Natural Field

Field Rot. 60° CW

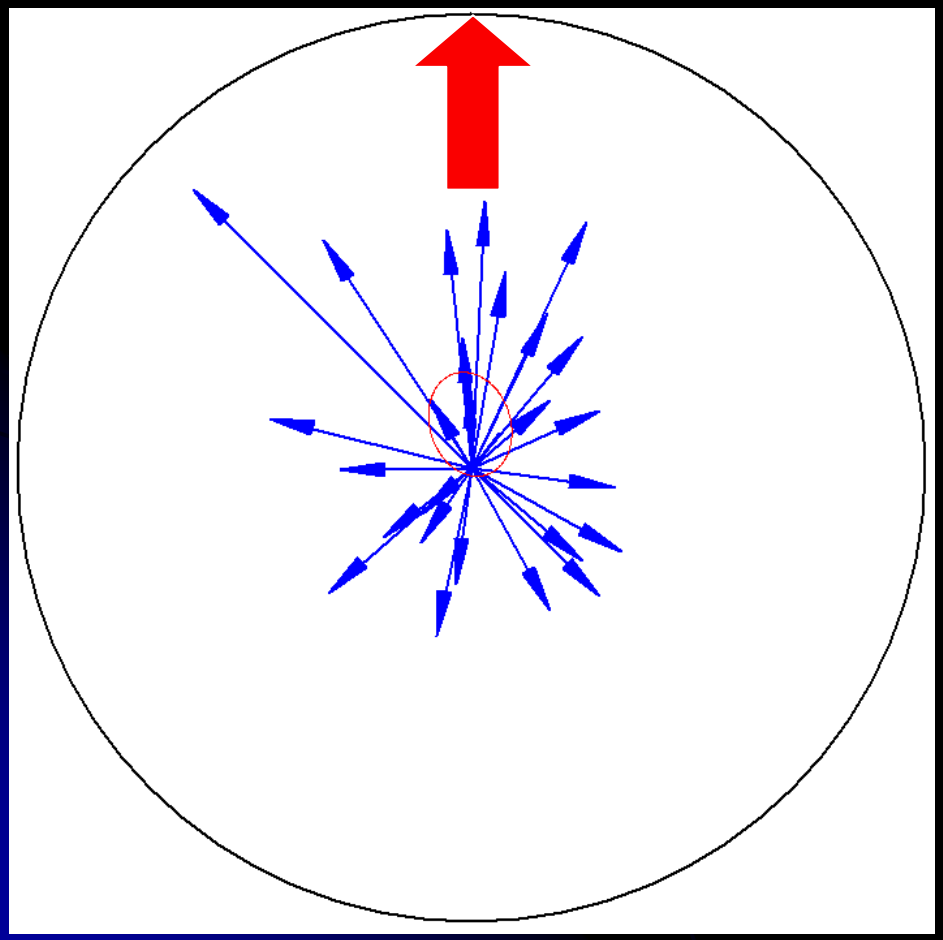
Mardia-Watson-Wheeler
00001



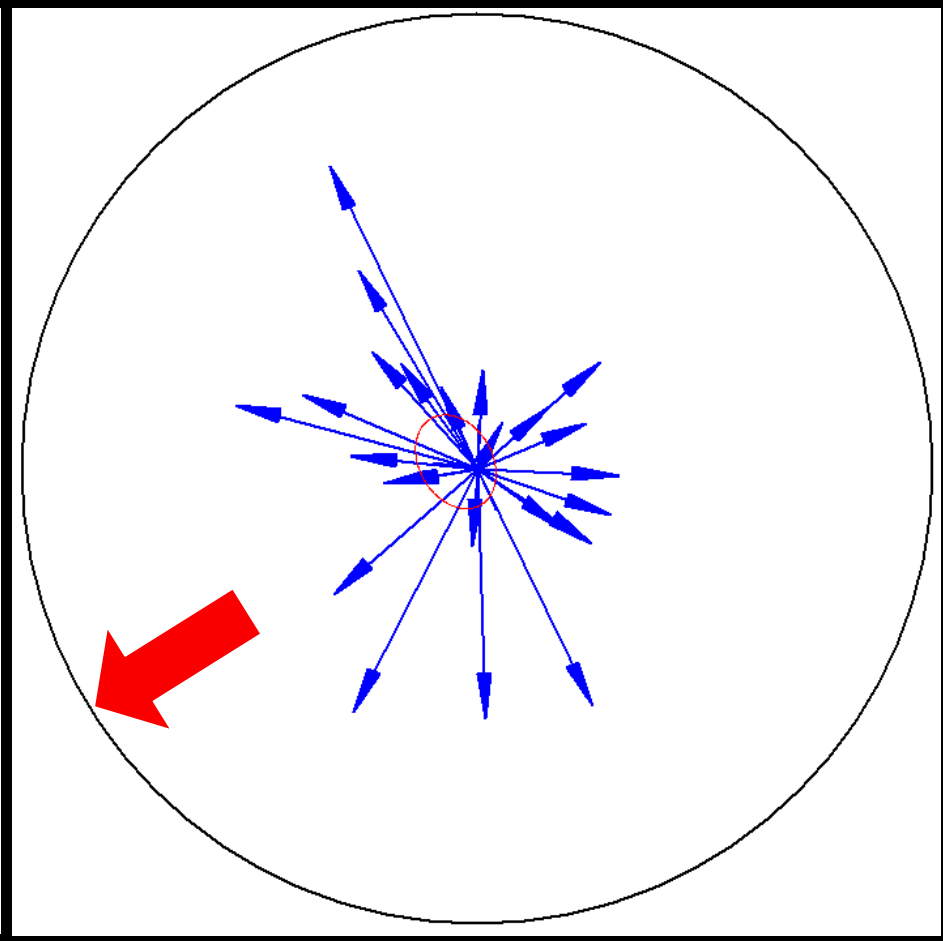


Quadrimodal orientation
Mean vectors distribution

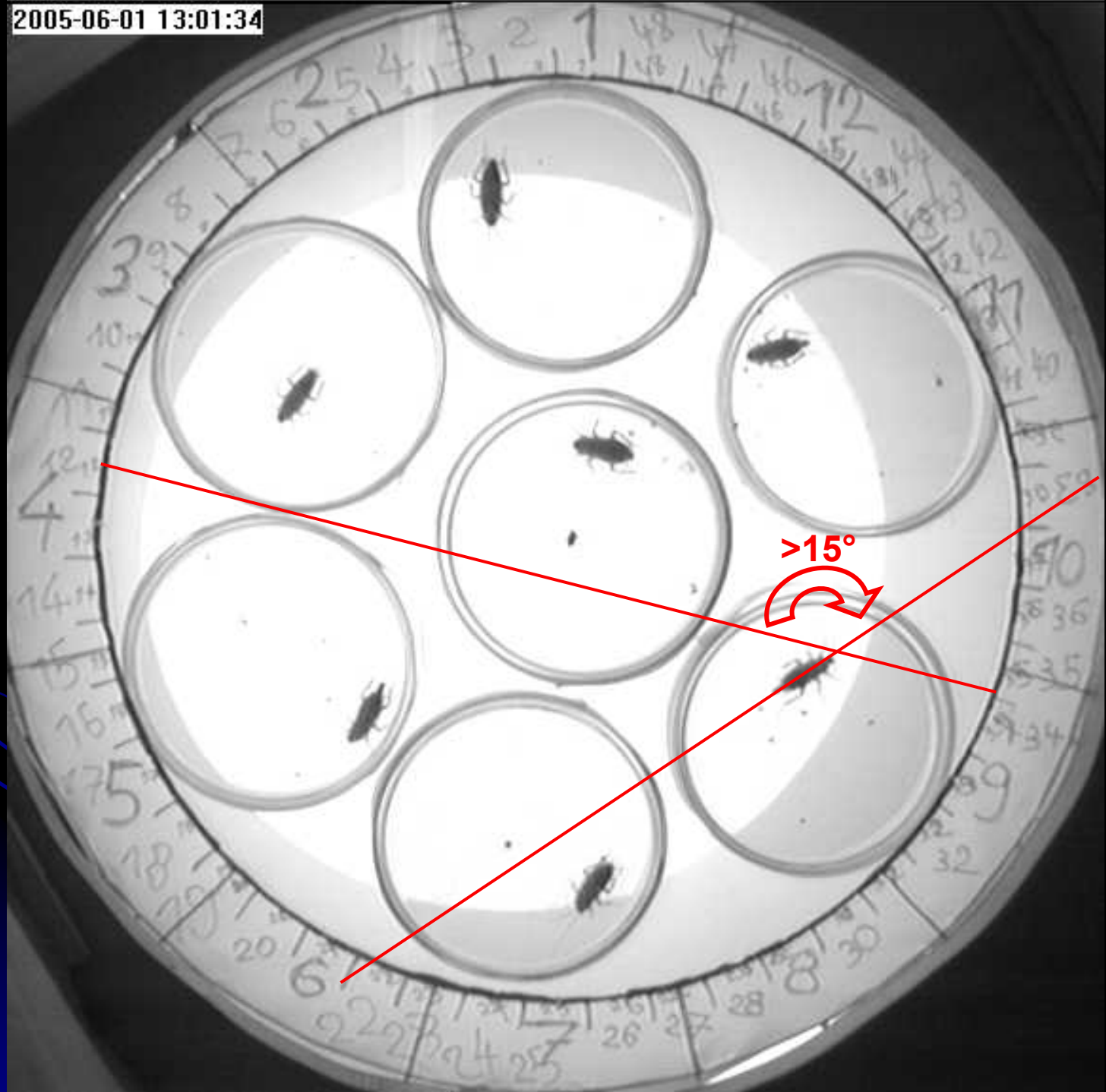
Natural Field



Field Rot. 60° CW

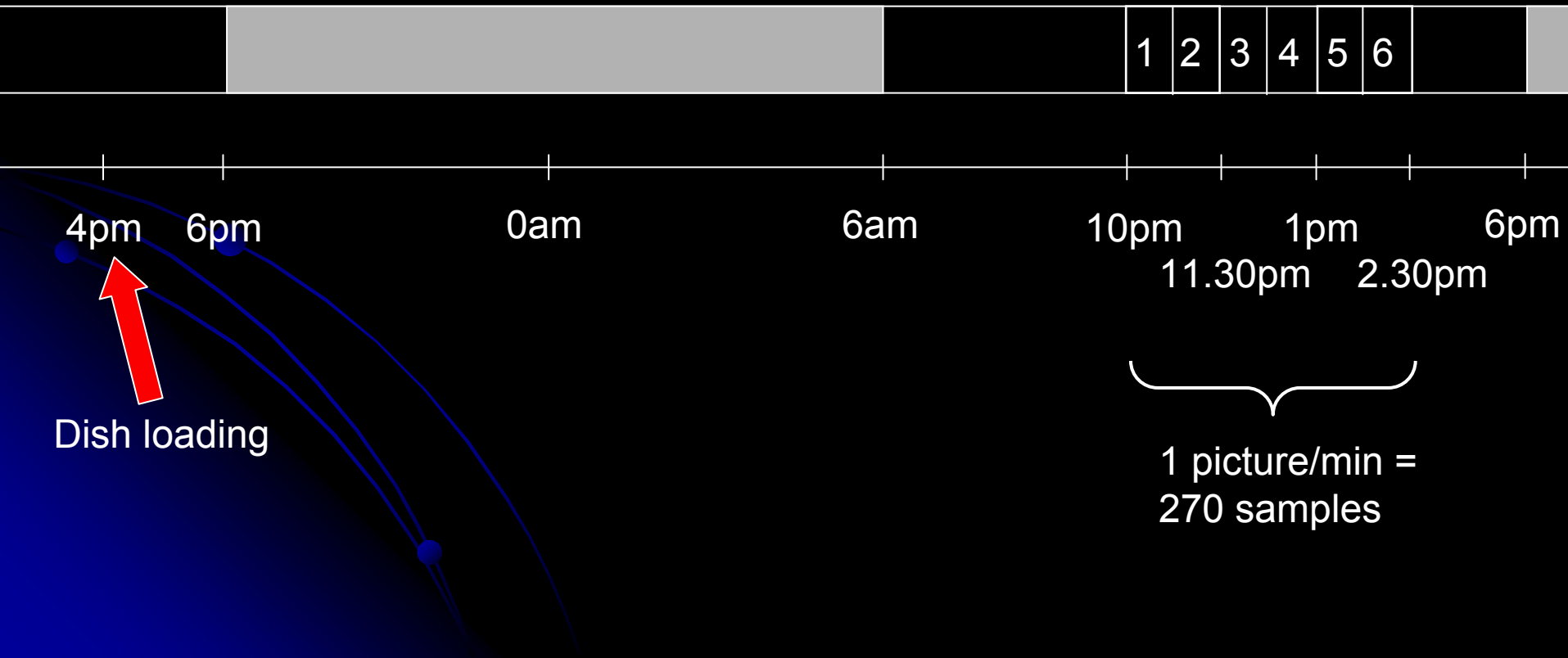


B) Body turns in rotating field


2005-06-01 13:01:34
>15°

Time schedule:

Control



Time schedule:

Test

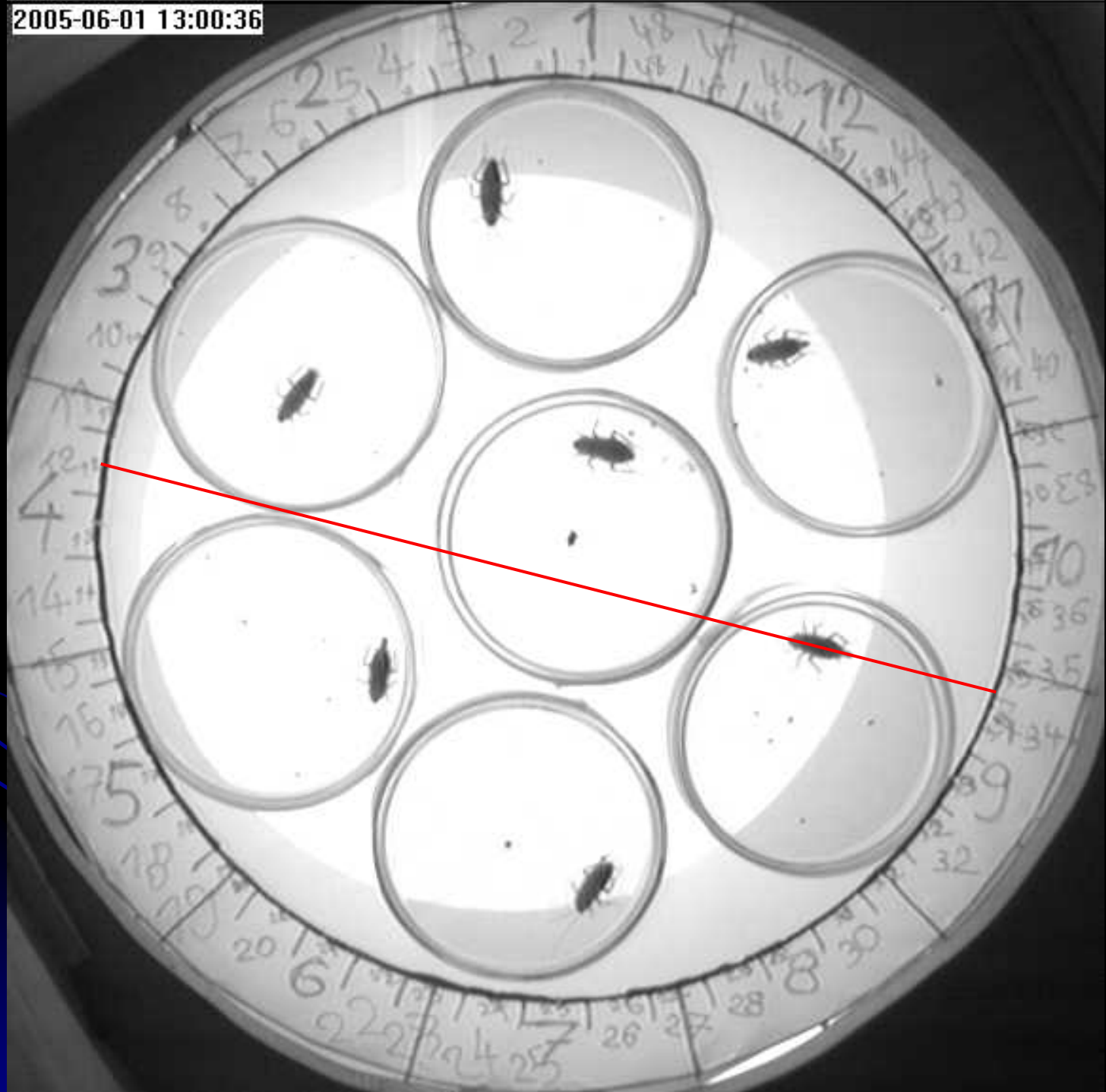
GMF 60°CW rotation
Pulses 5min/5min

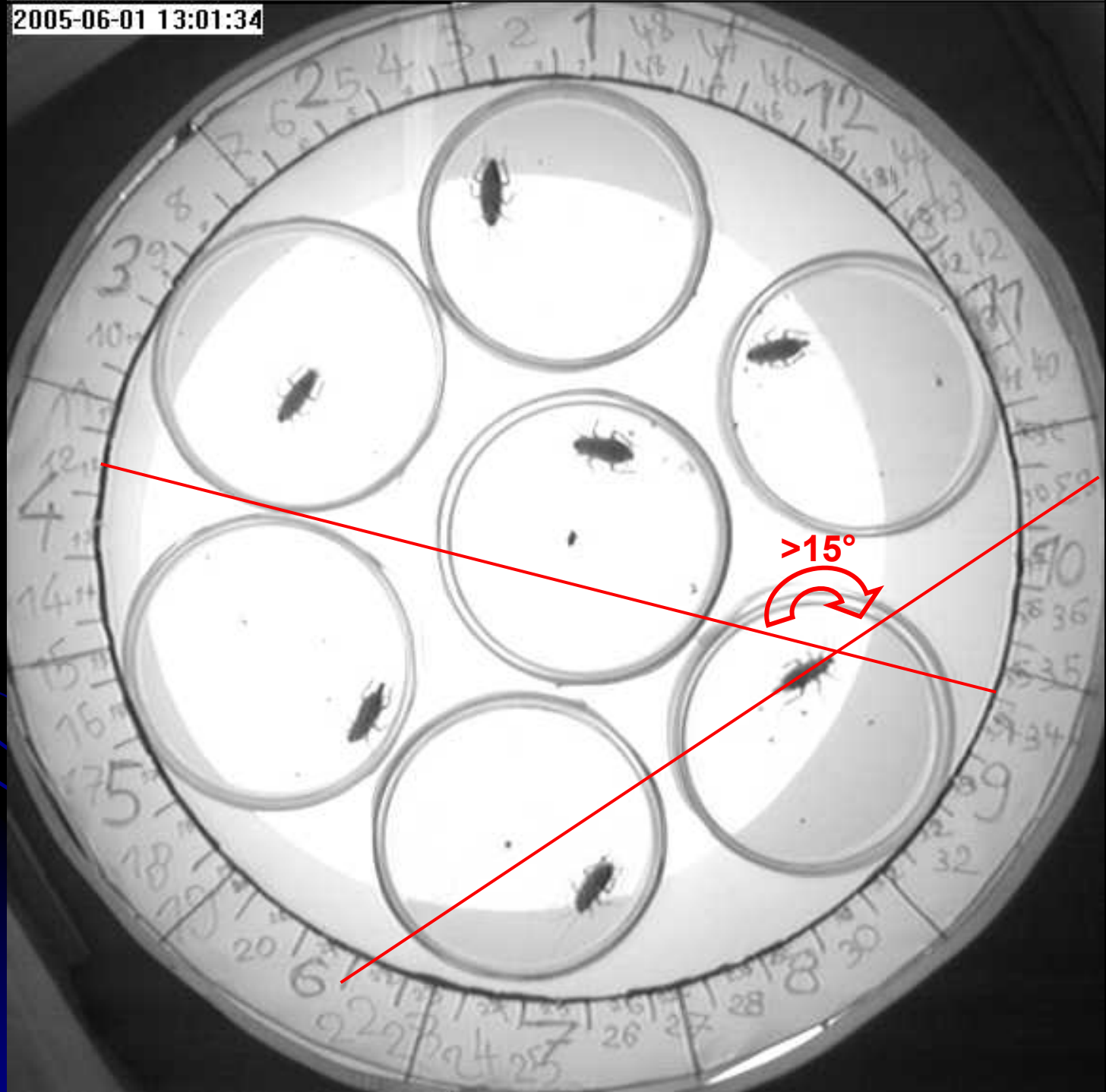
4pm 6pm 0am 6am 10pm 1pm 6pm

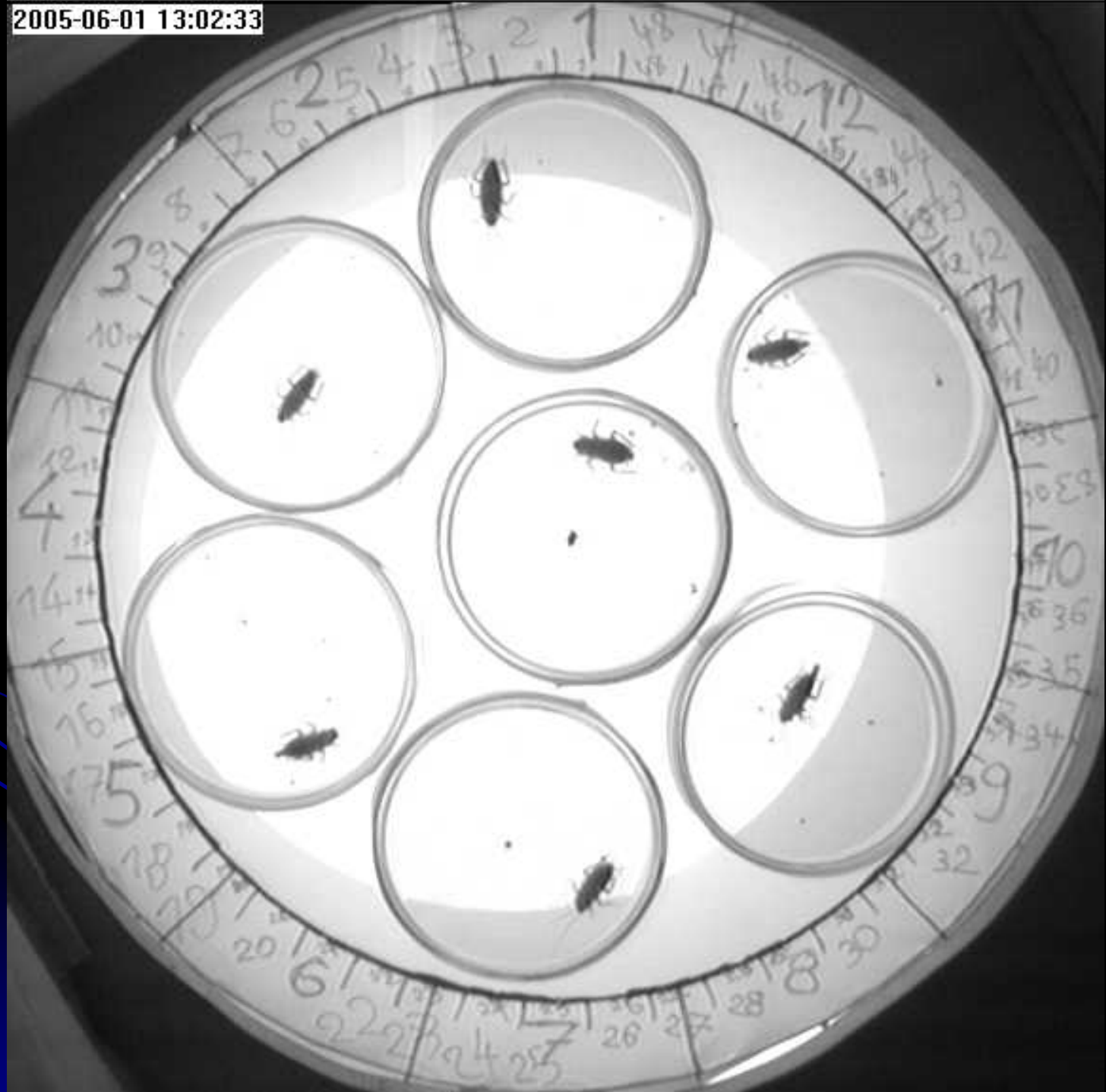
11.30pm 2.30pm

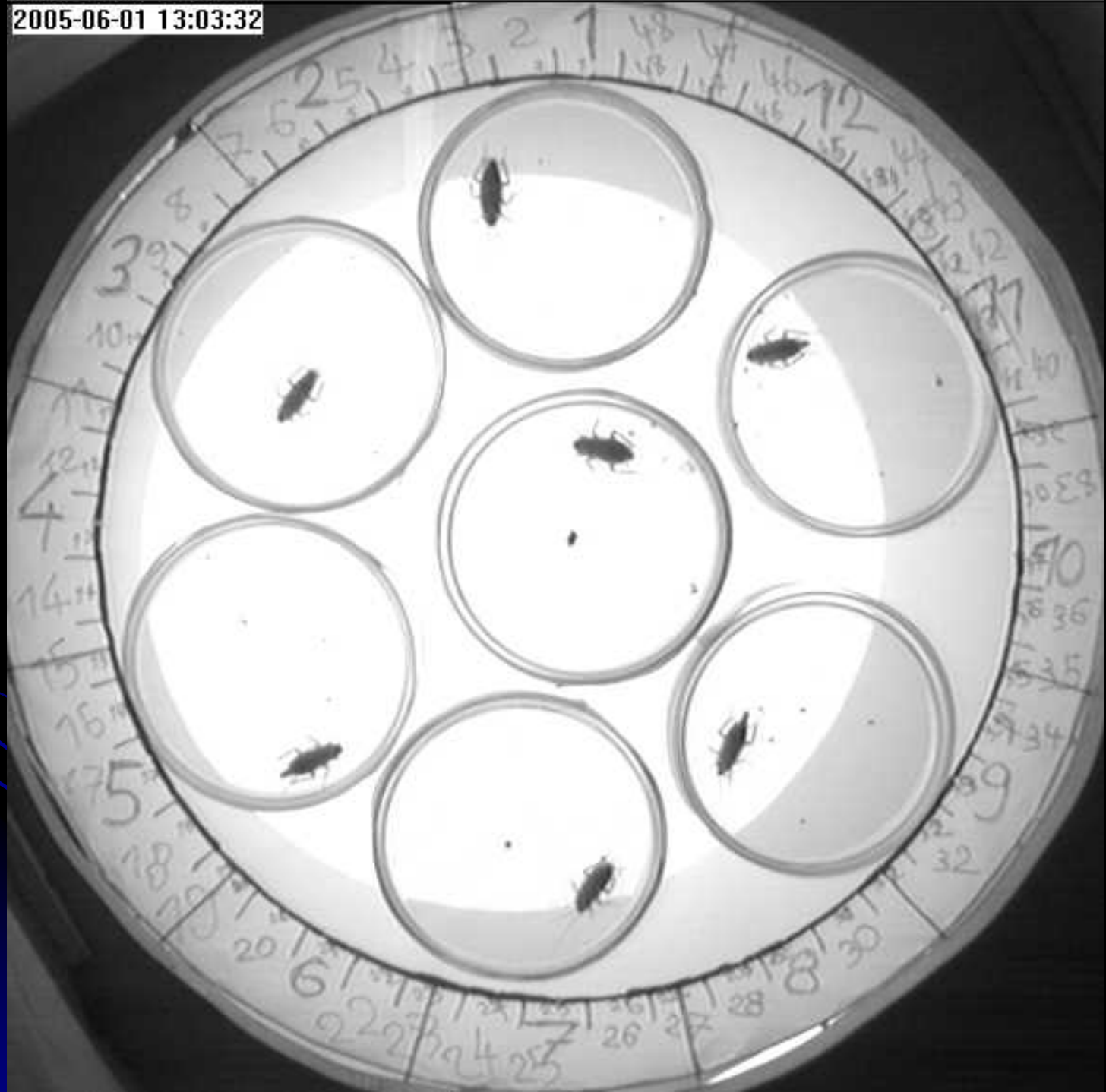
Dish loading

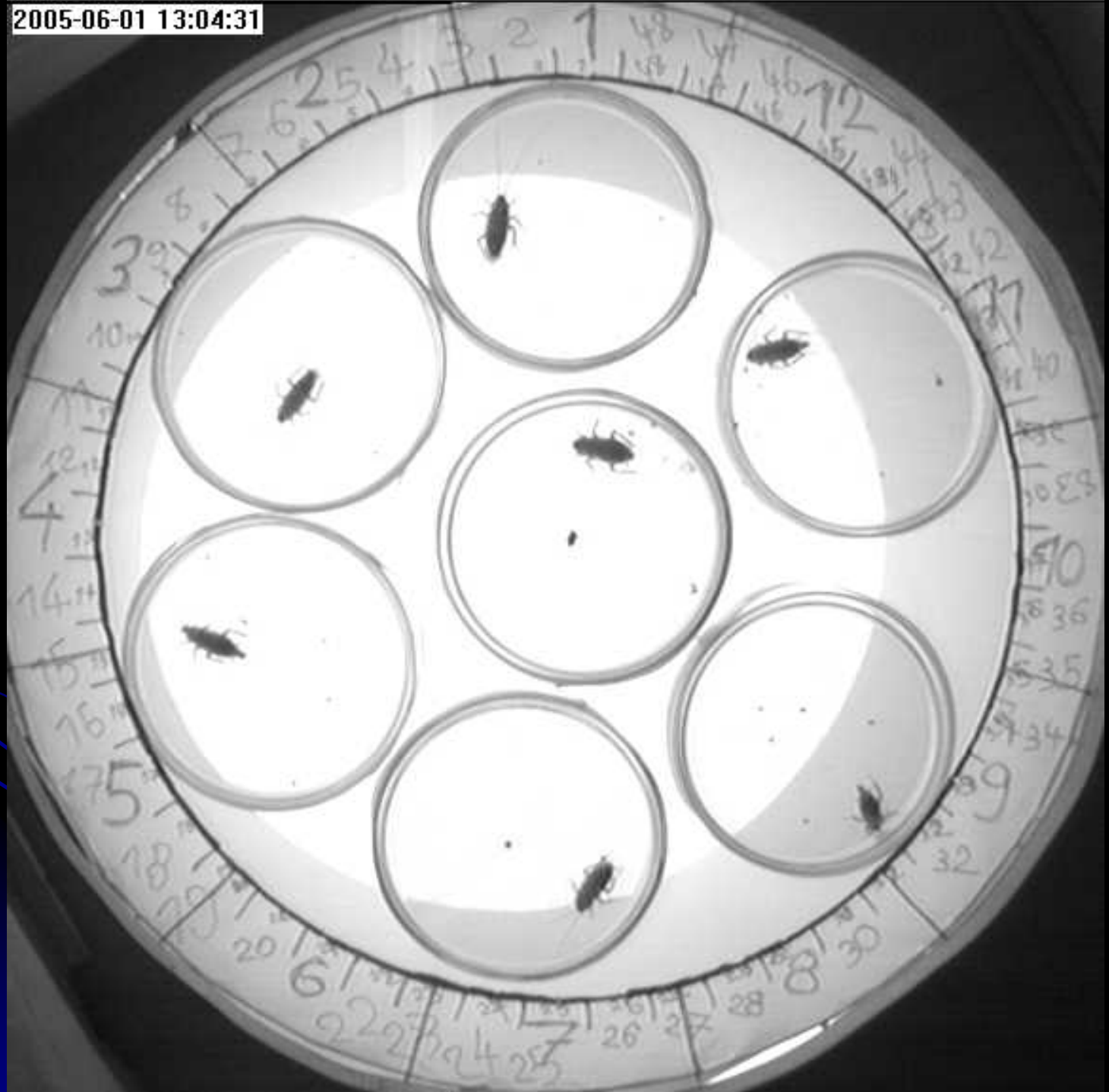
1 picture/min =
270 samples

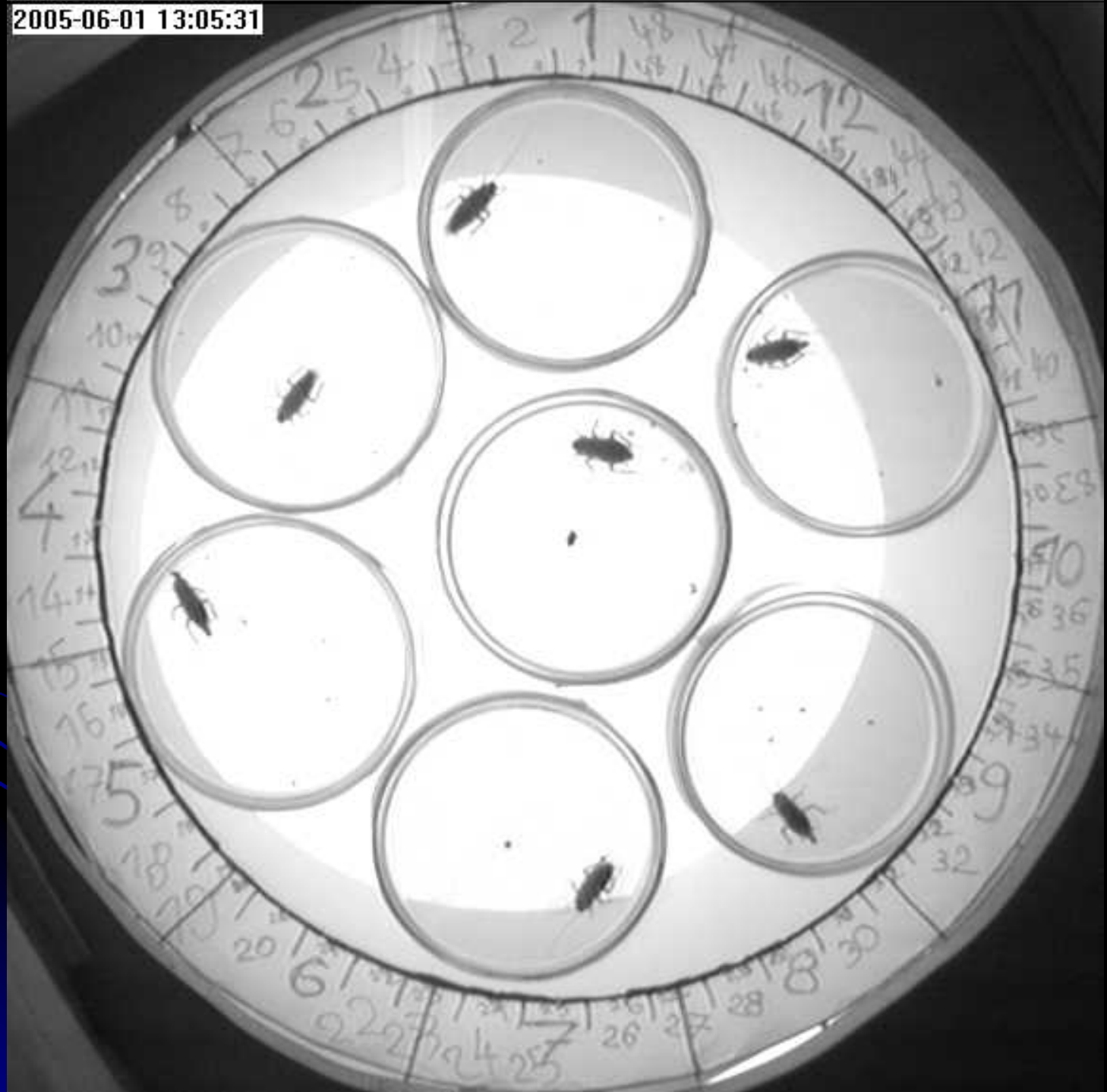

2005-06-01 13:00:36

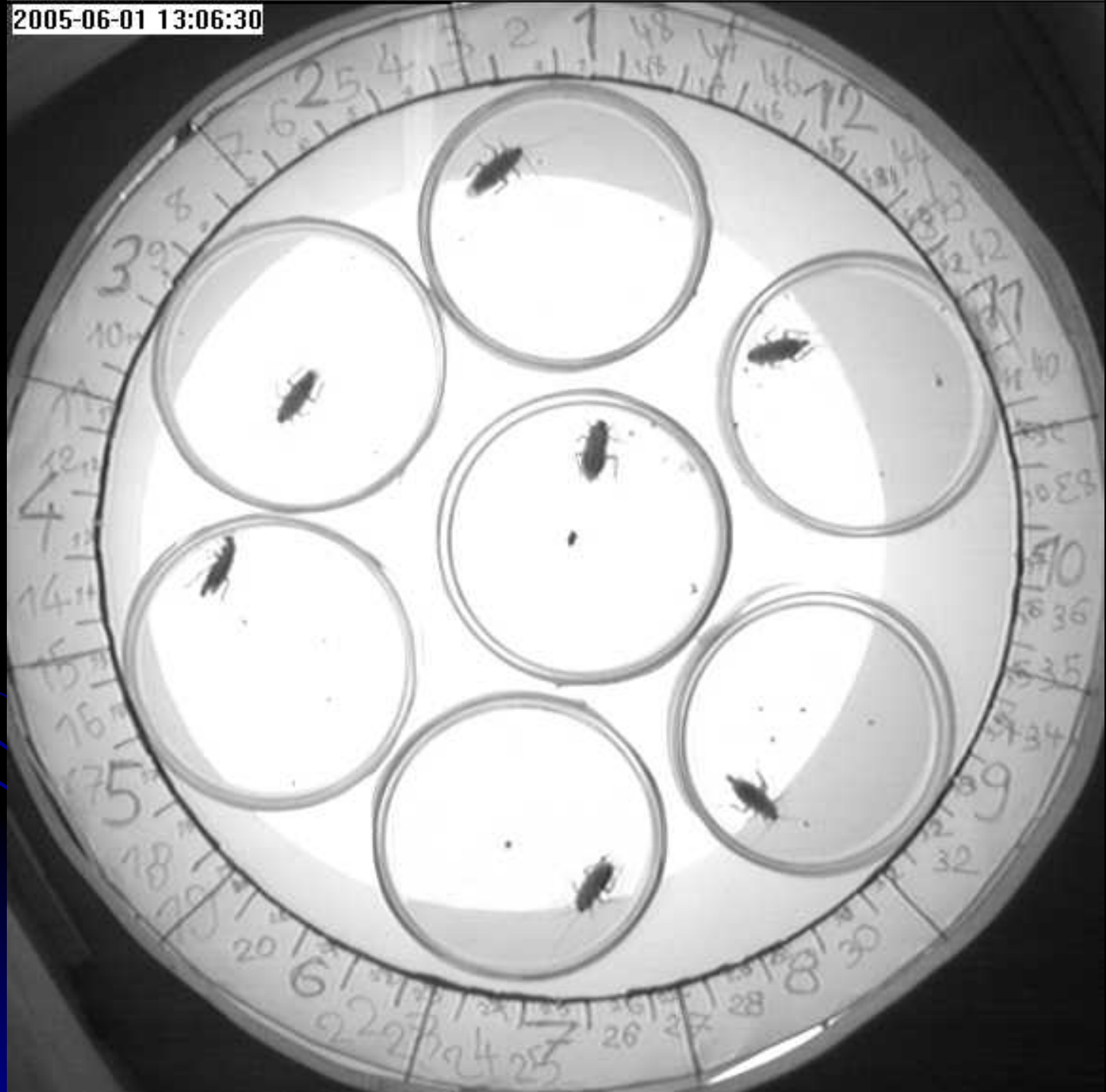

2005-06-01 13:01:34
>15°

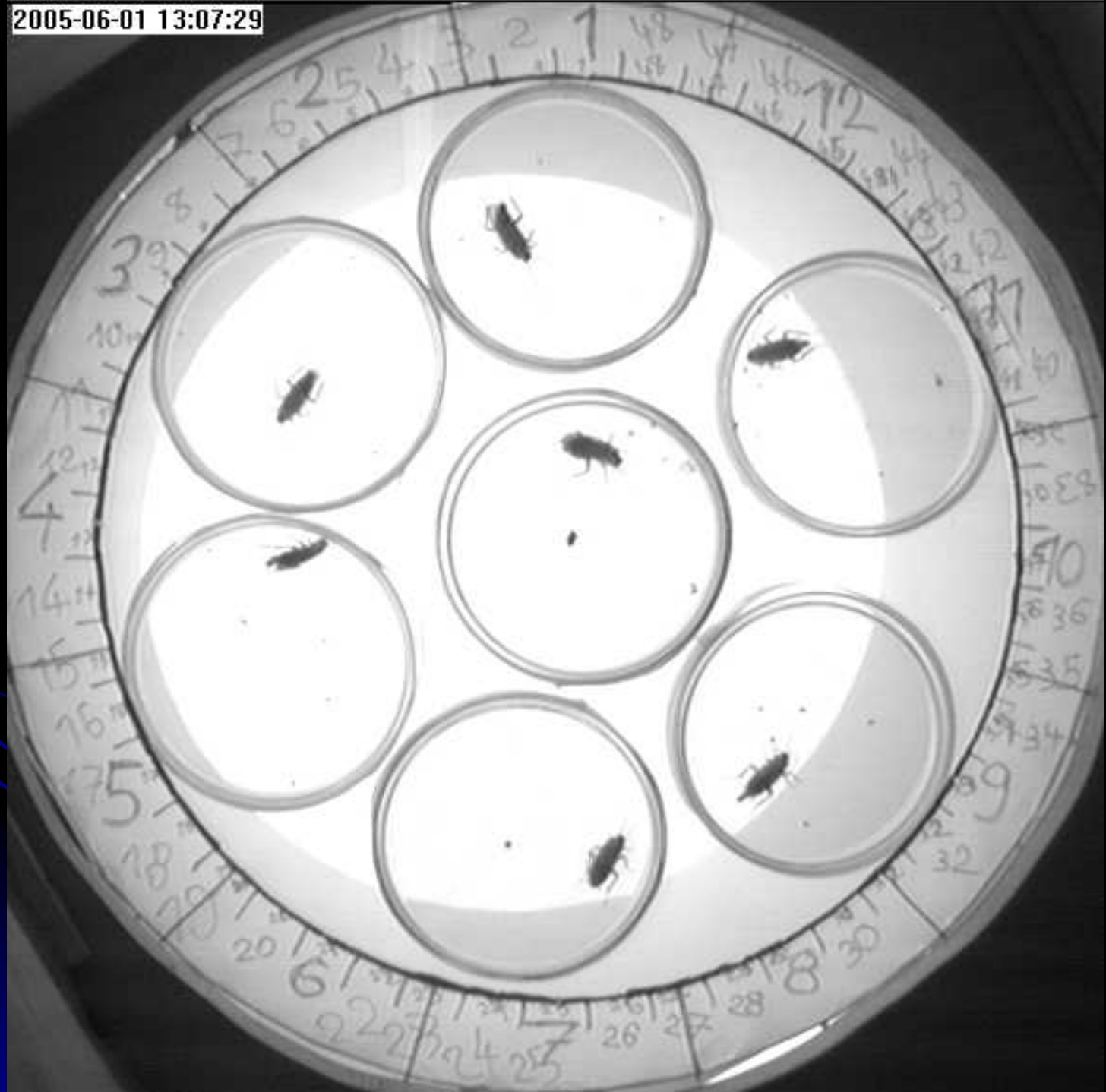

2005-06-01 13:02:33

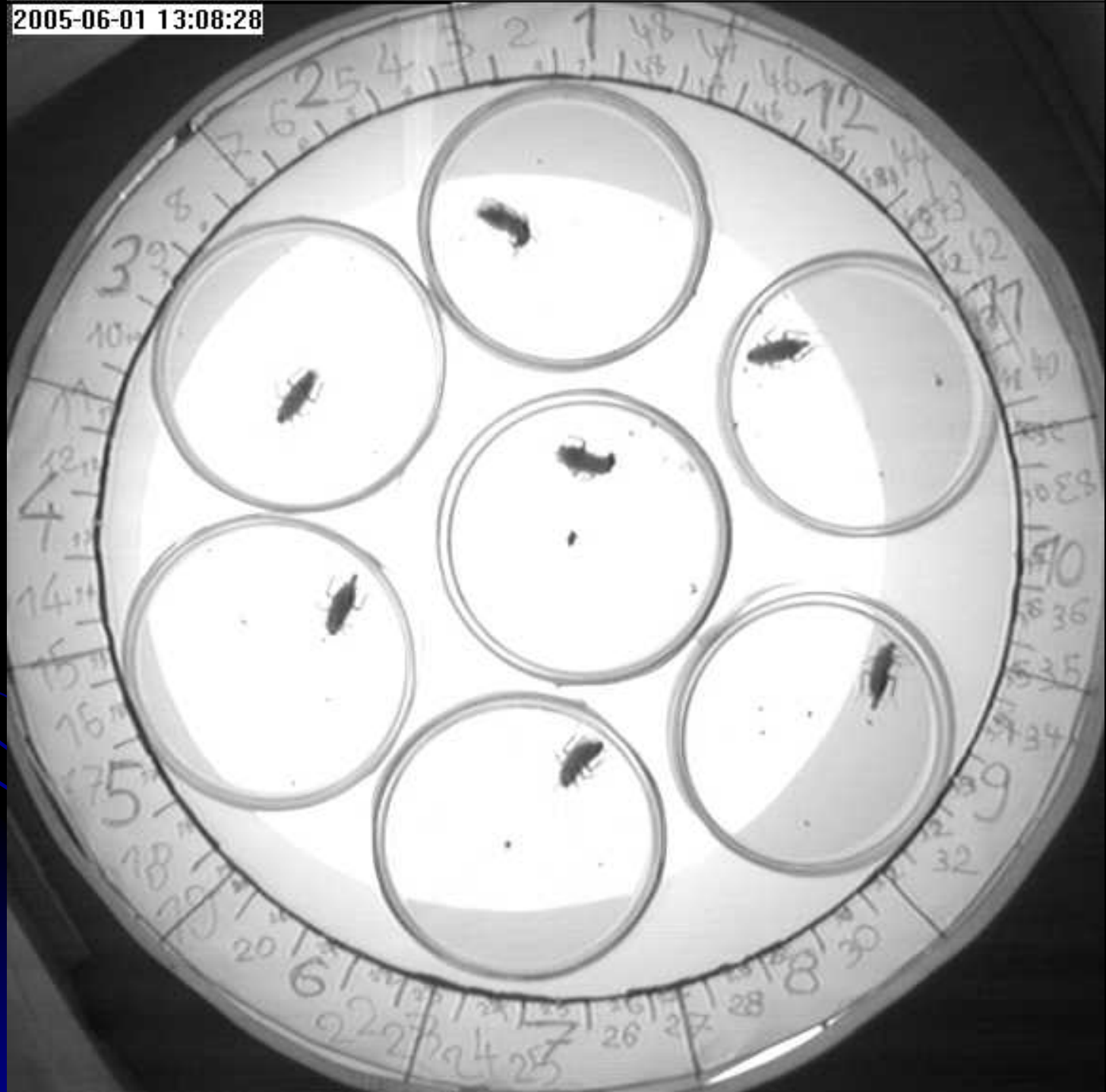

2005-06-01 13:03:32

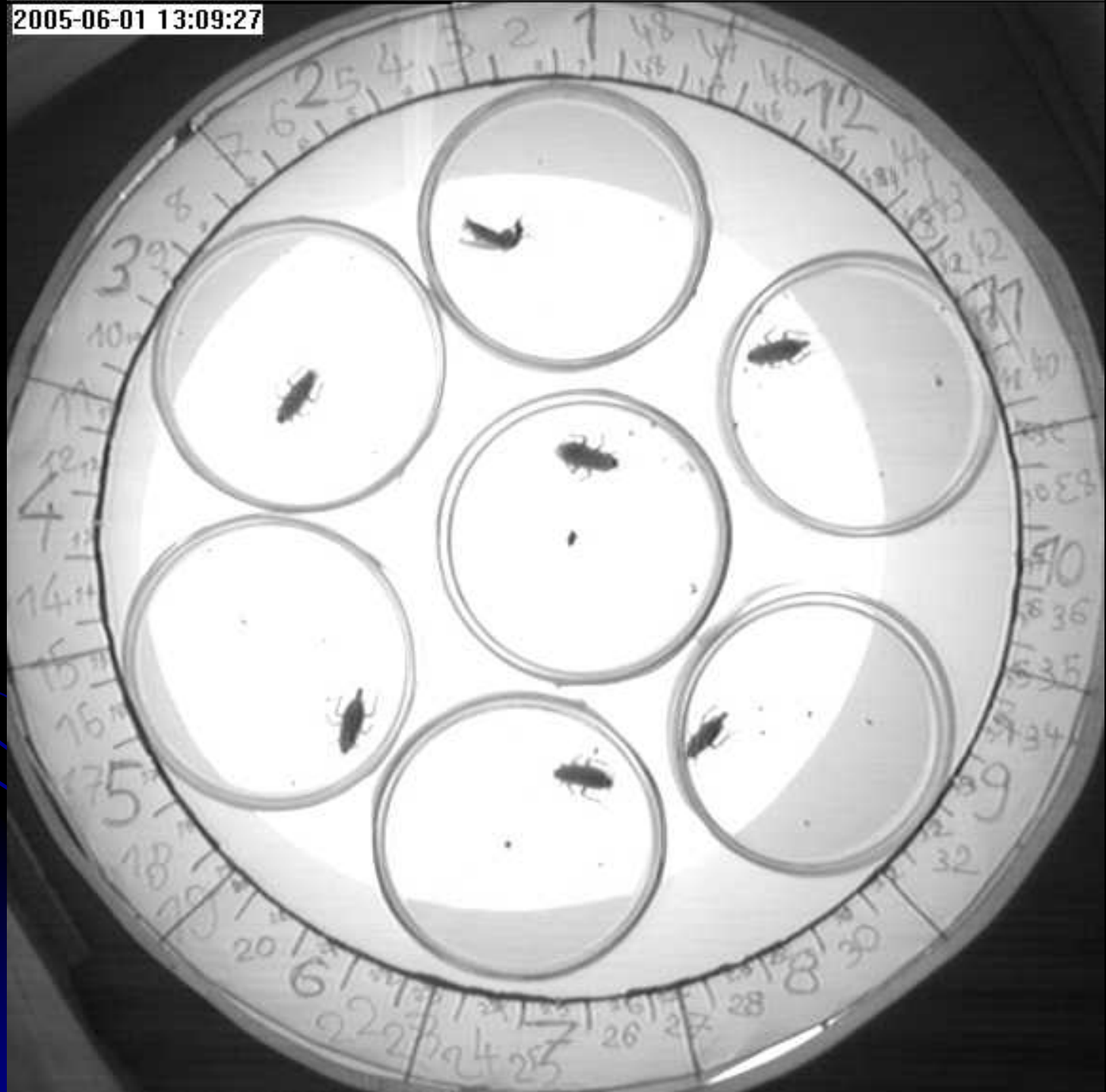

2005-06-01 13:04:31

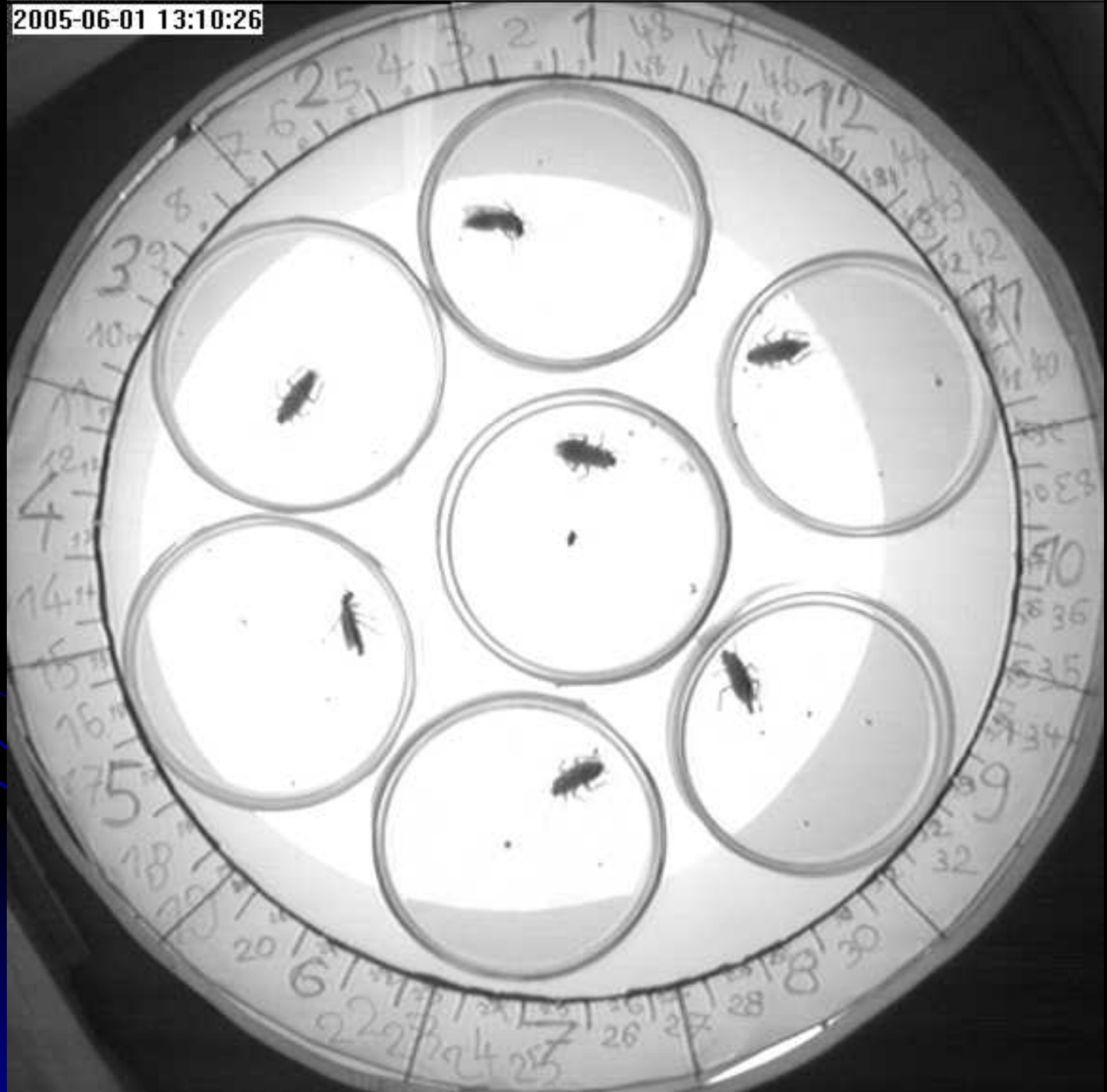

2005-06-01 13:05:31

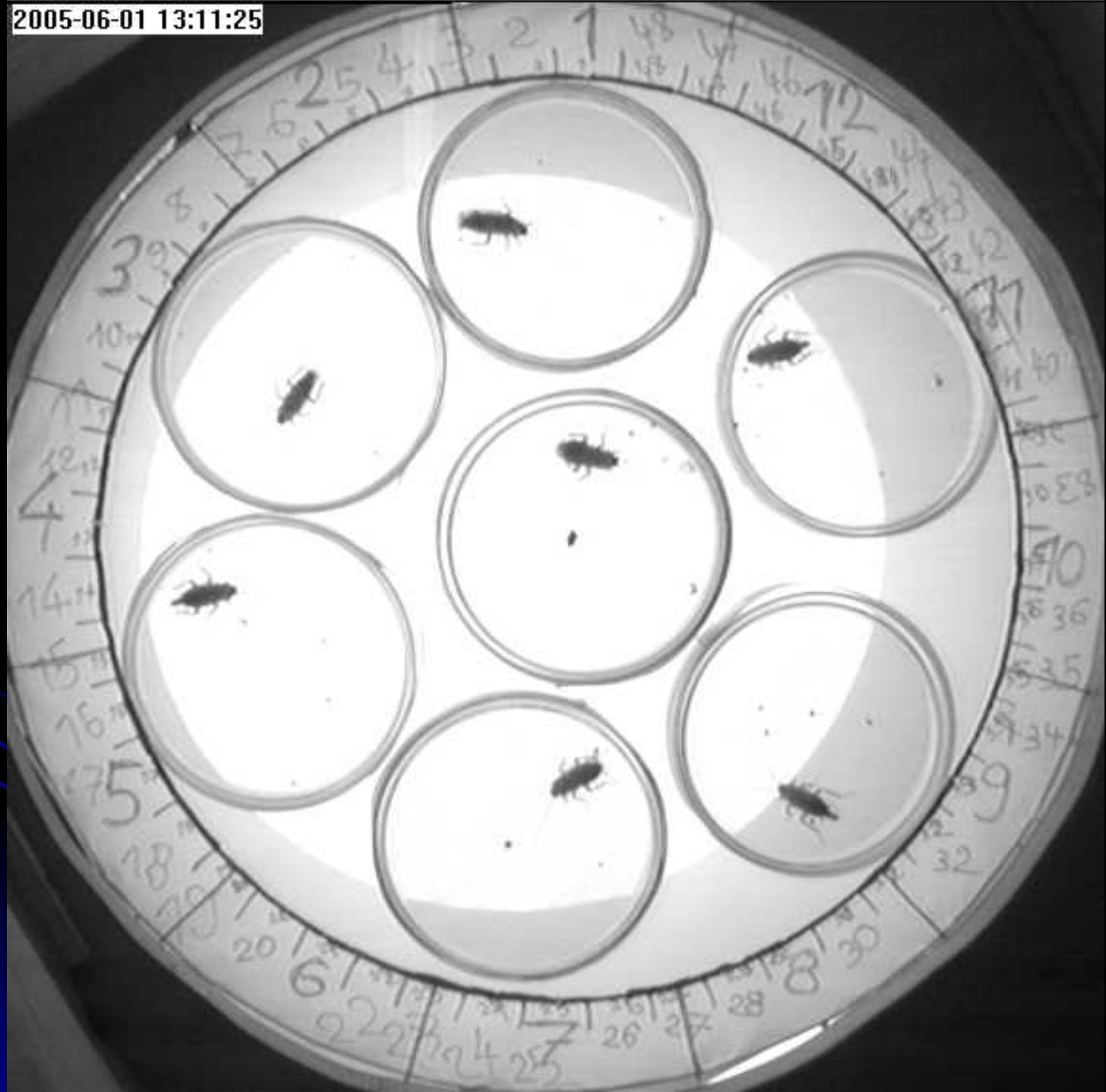

2005-06-01 13:06:30

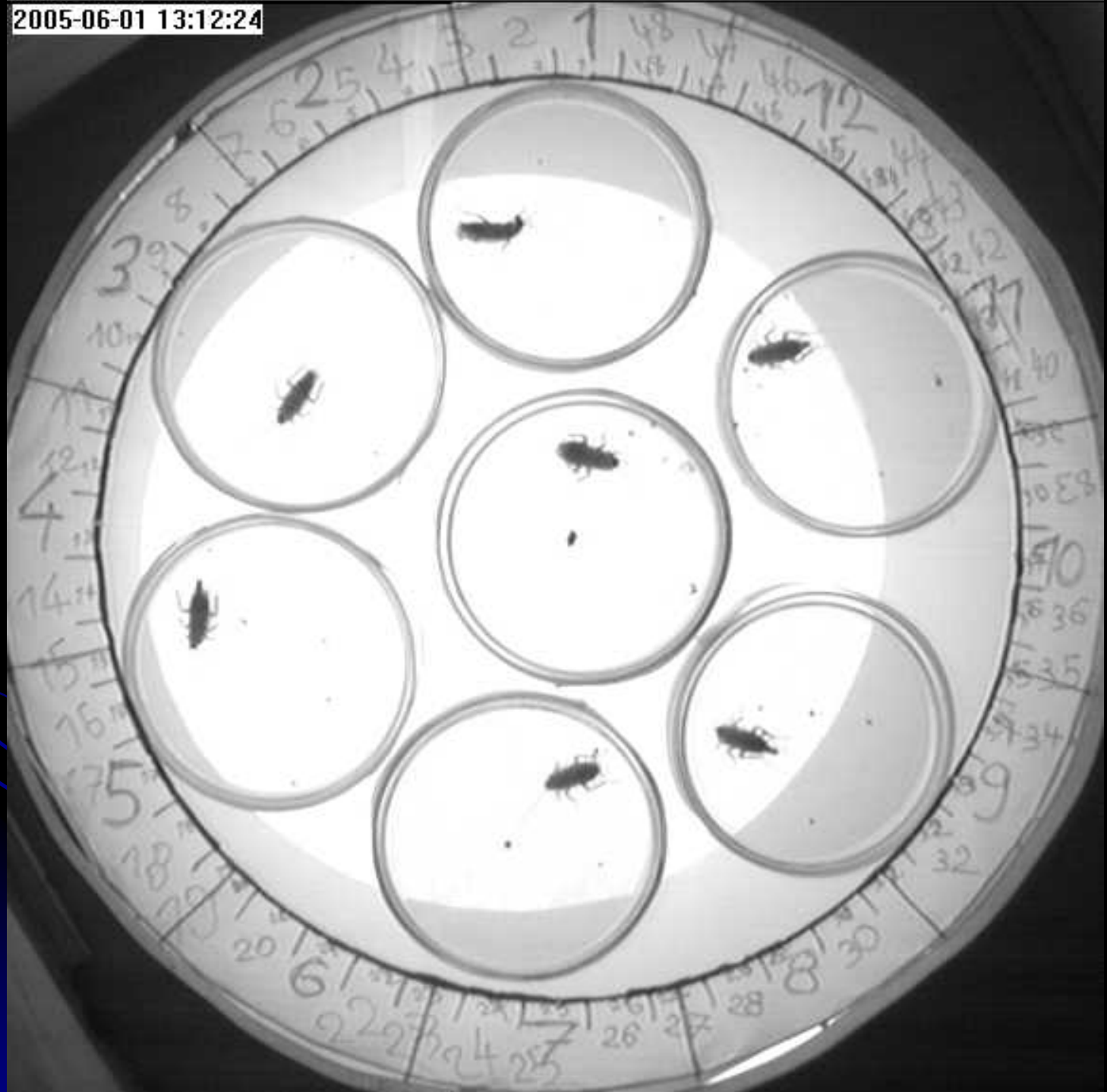

2005-06-01 13:07:29

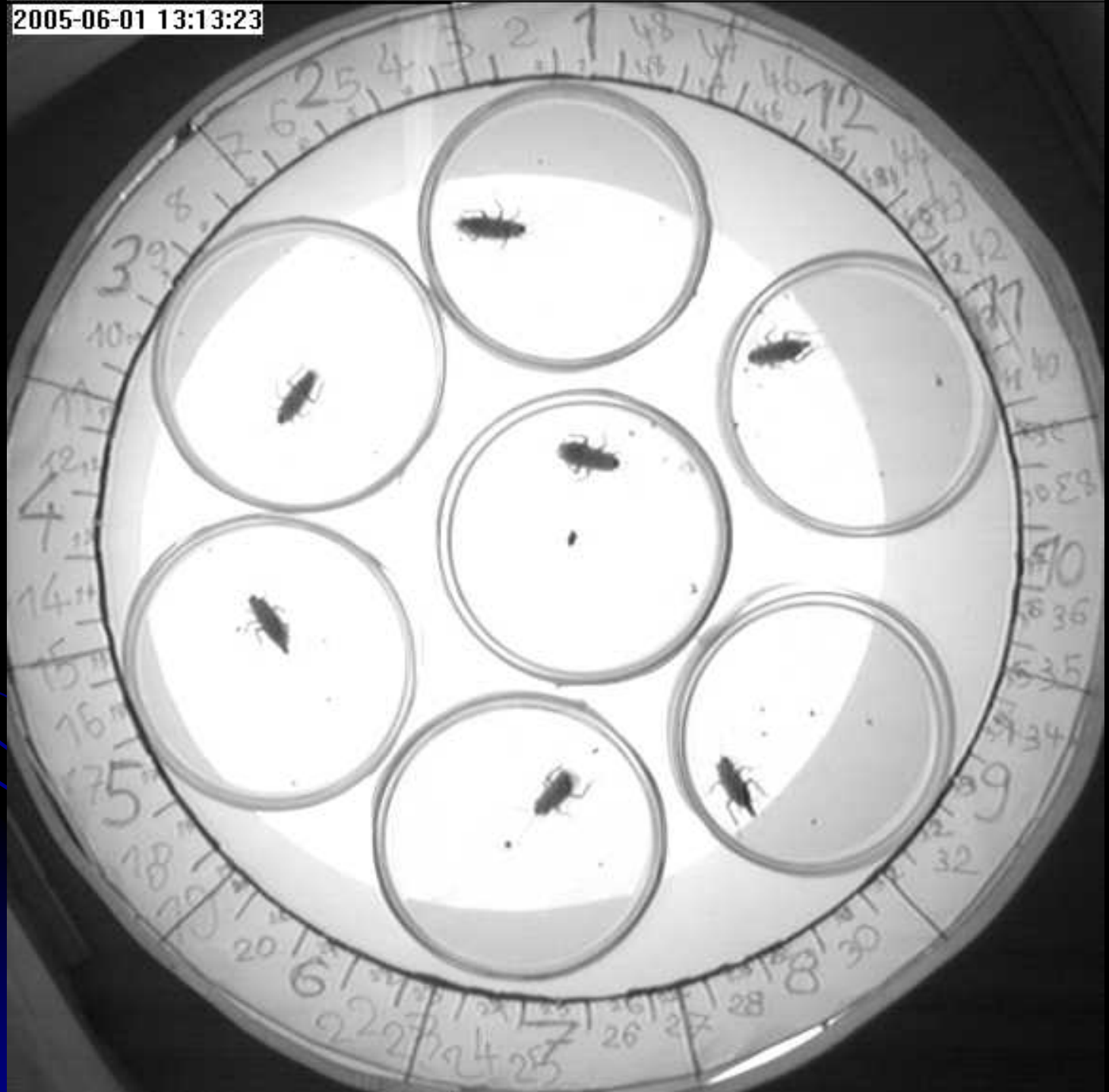

2005-06-01 13:08:28

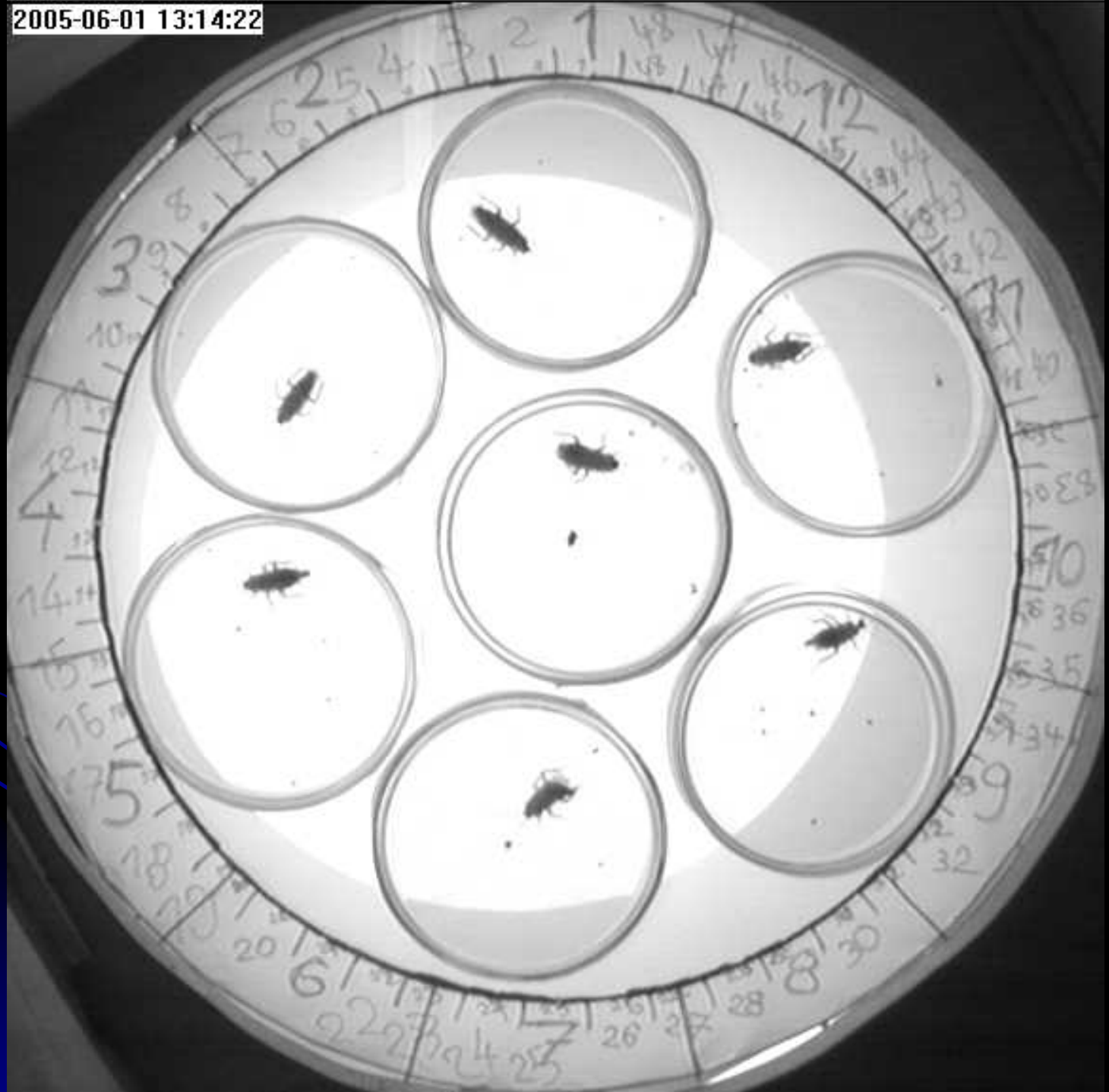

2005-06-01 13:09:27

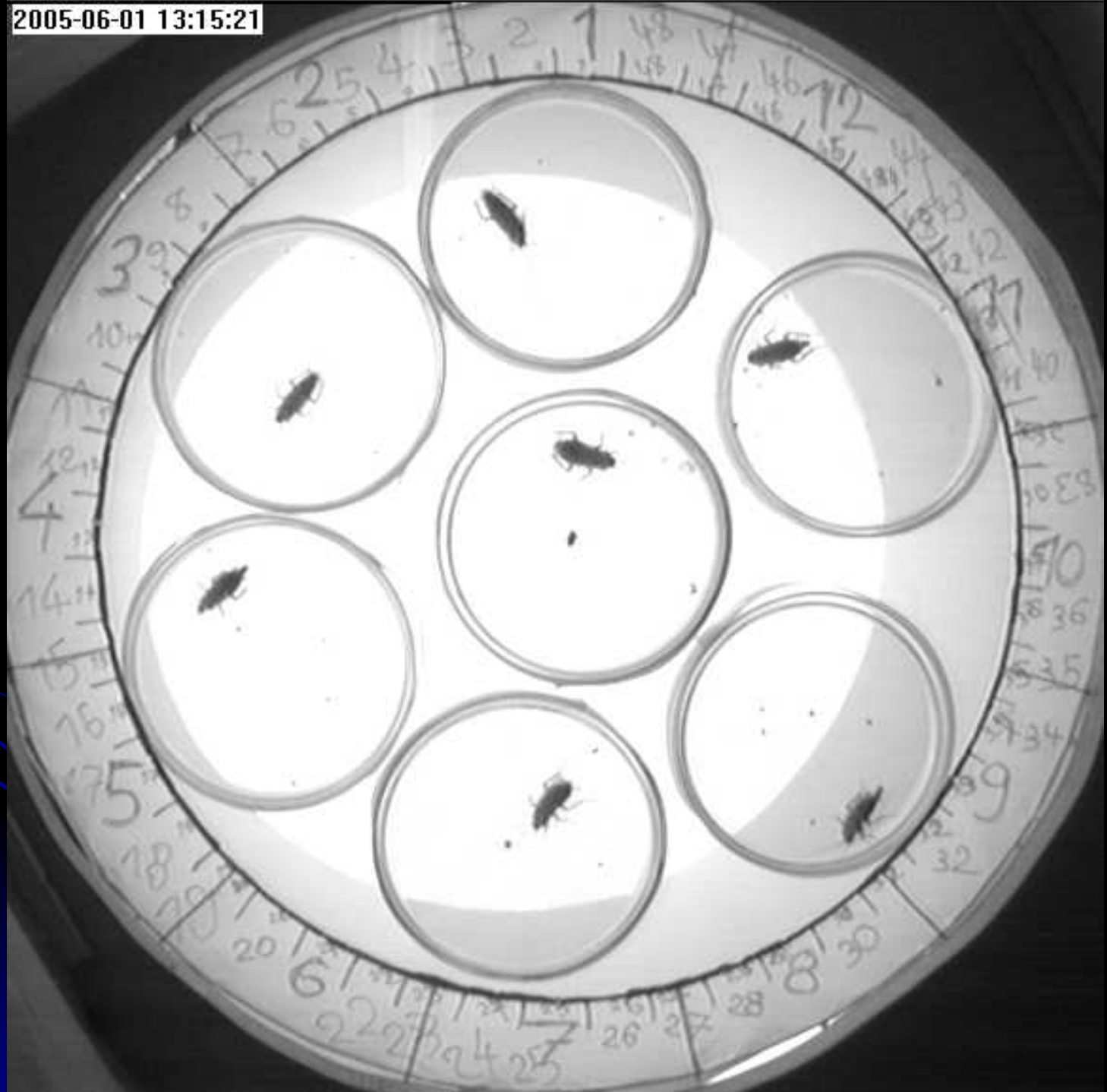

2005-06-01 13:10:26

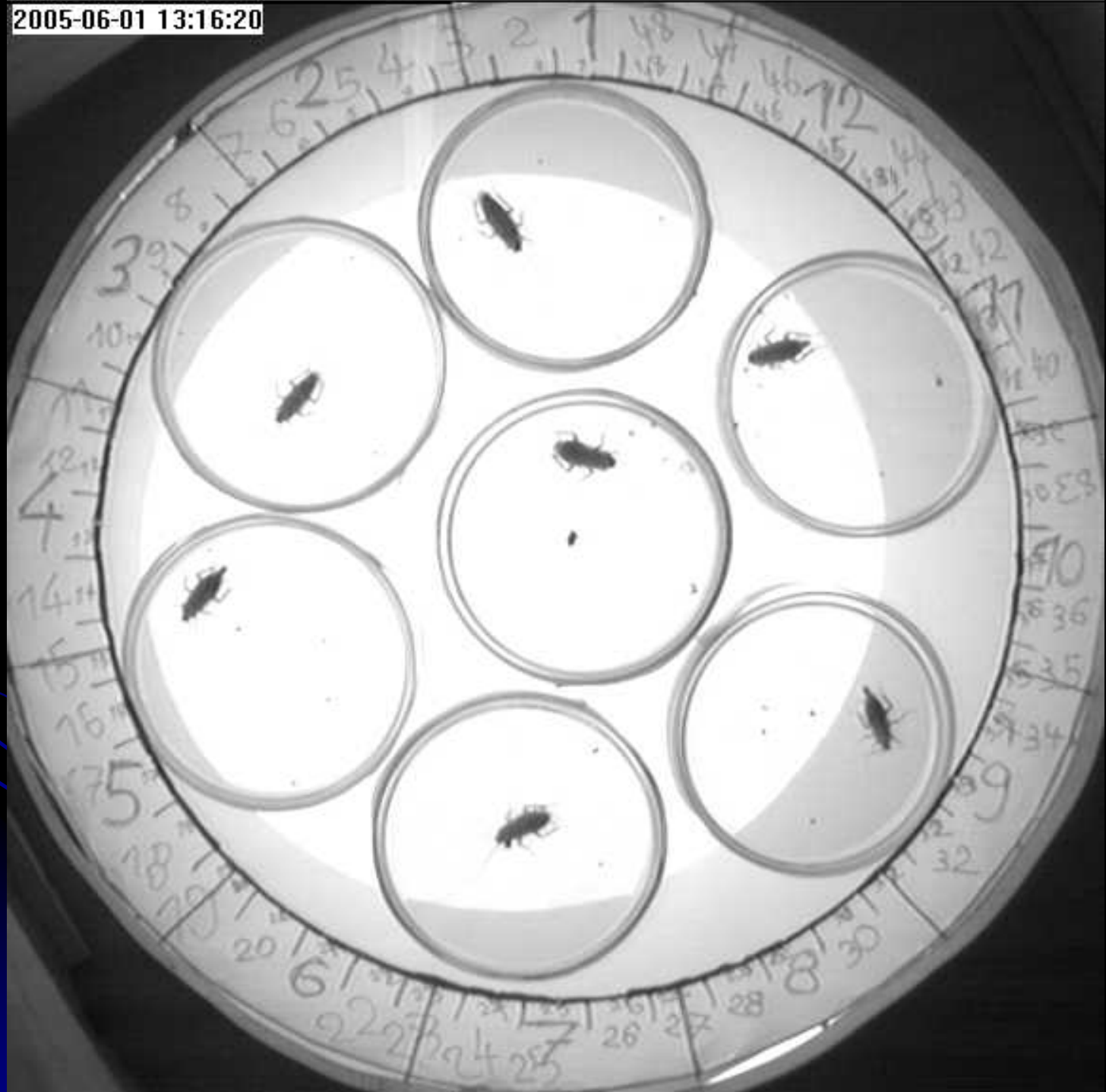

2005-06-01 13:11:25


2005-06-01 13:12:24

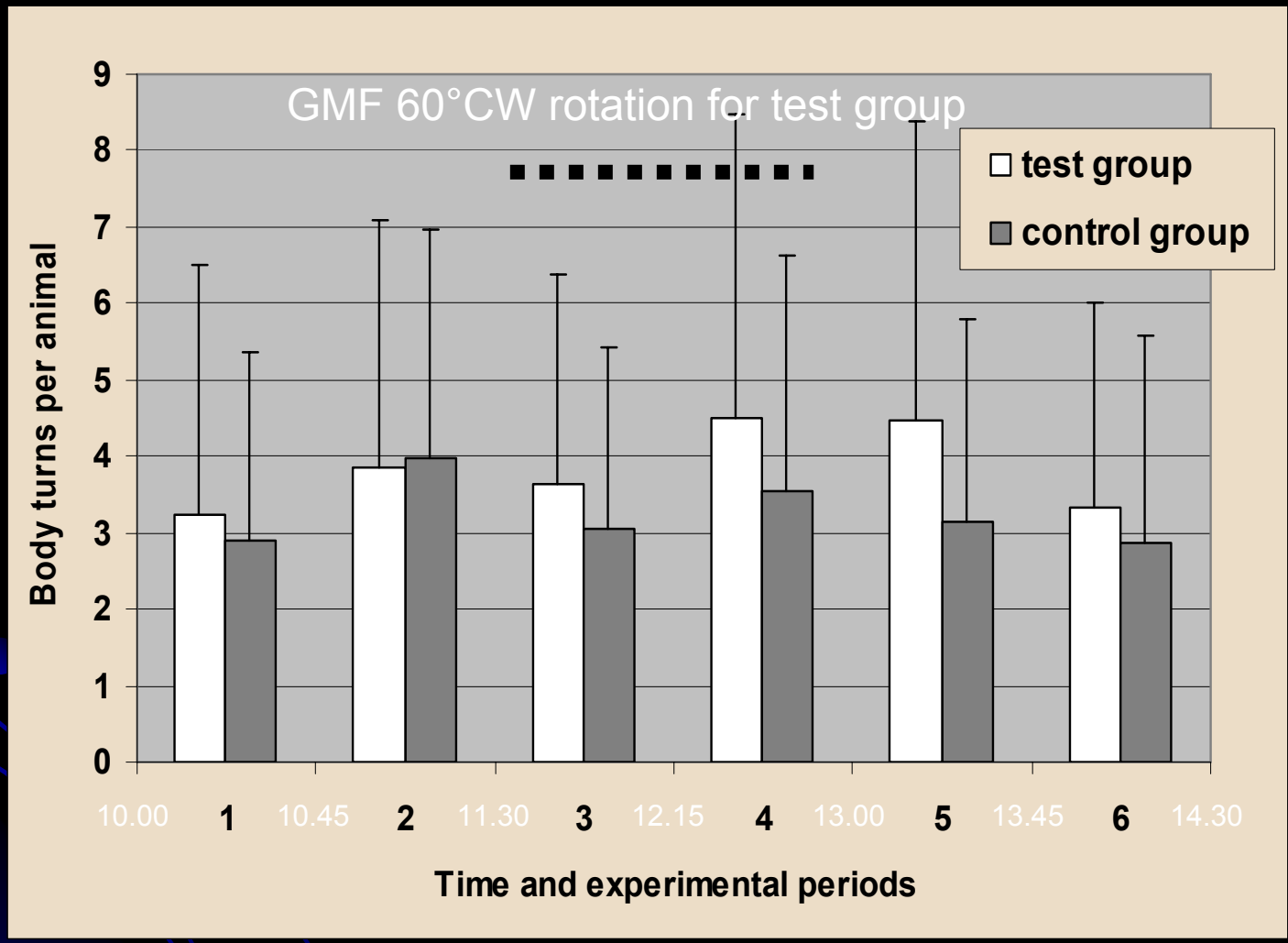

2005-06-01 13:13:23


2005-06-01 13:14:22


2005-06-01 13:15:21

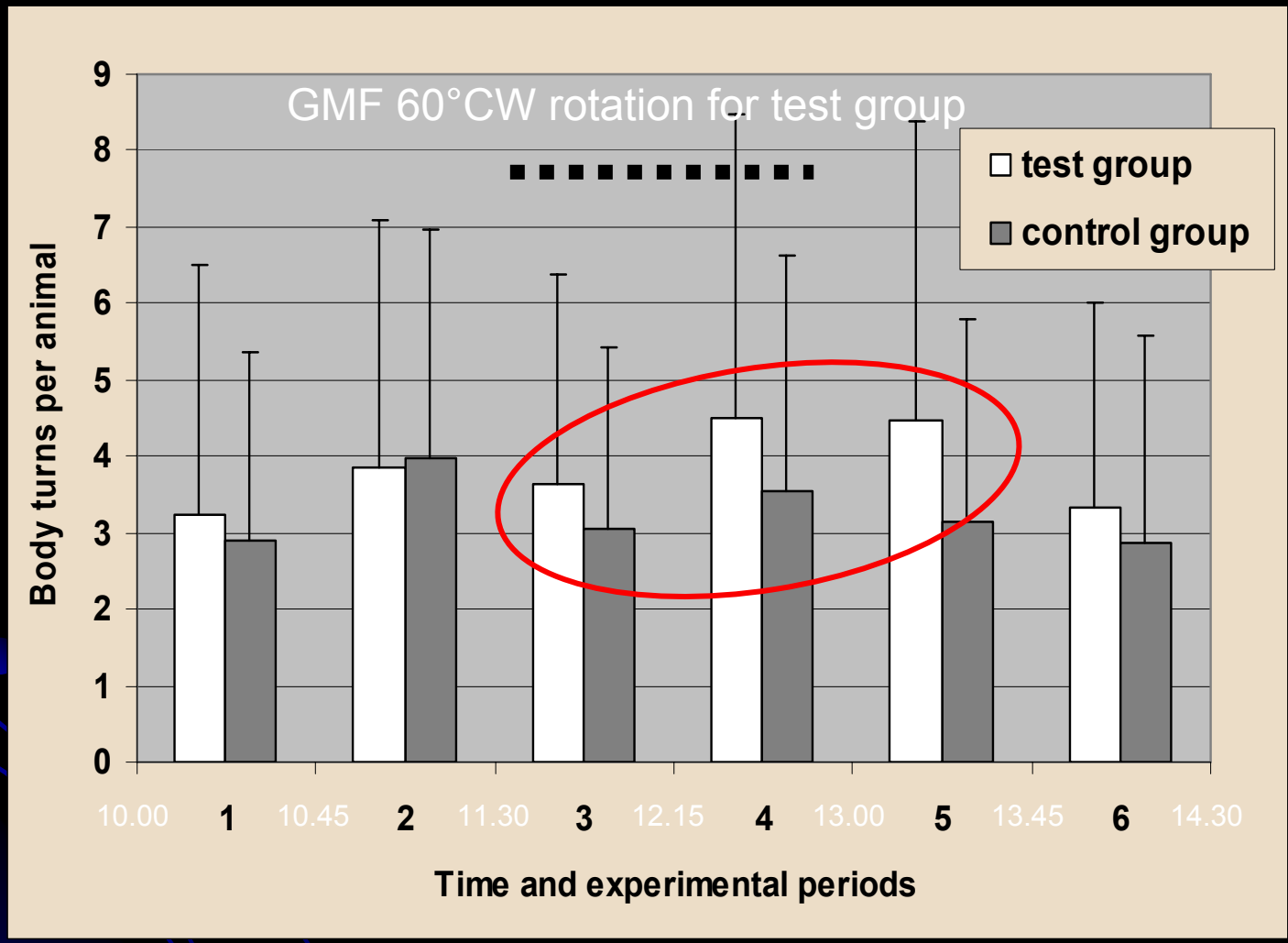

2005-06-01 13:16:20

Results:

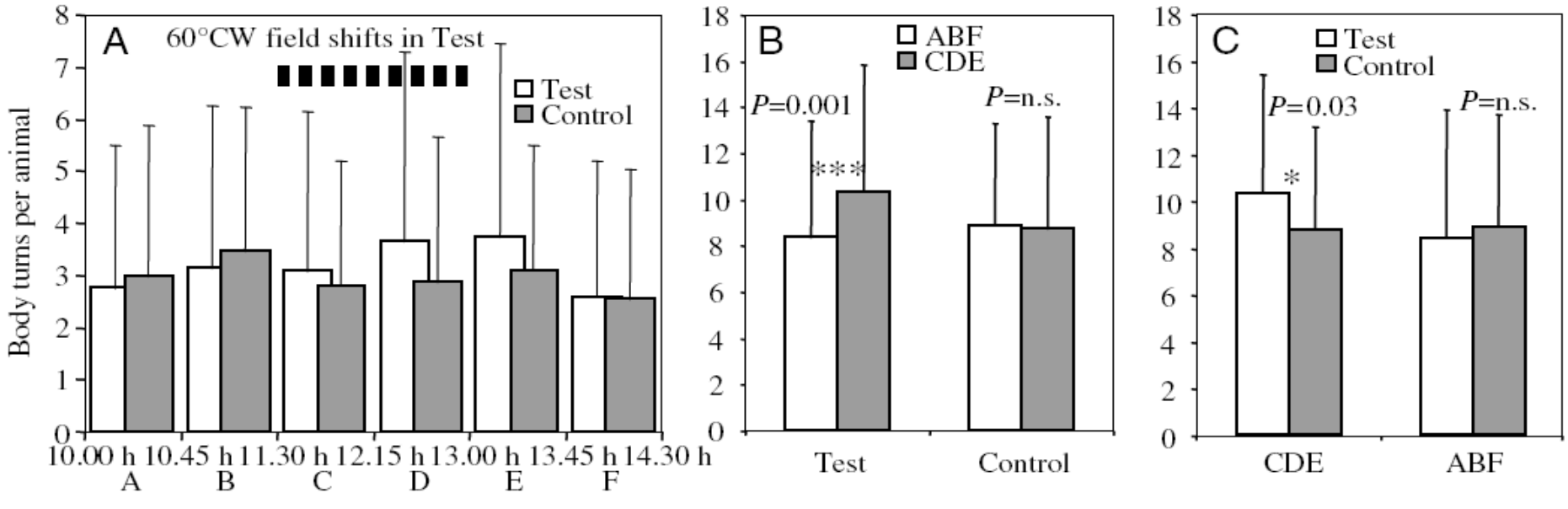


(n=62/66)

Results:



(n=62/66)


A
60°CW field shifts in Test
Test
Control
Body turns per animal
0
1
2
3
4
5
6
7
8
10.00 h
A
10.45 h
B
11.30 h
C
12.15 h
D
13.00 h
E
13.45 h
F
14.30 h
B
ABF
CDE
P=0.001
***
P=n.s.
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Test
Control
C
Test
Control
P=0.03
*
P=n.s.
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
CDE
ABF

Děkuji za pozornost.