

METODY STATYSTYCZNE W BIOLOGII

1. Wykład wstępny
2. Populacje i próby danych
3. Testowanie hipotez i estymacja parametrów
4. Planowanie eksperymentów biologicznych
5. Najczęściej wykorzystywane testy statystyczne
6. Podsumowanie materiału, wspólna analiza przykładów, dyskusja
- 7. Regresja liniowa**
8. Regresja nieliniowa
9. Określenie jakości dopasowania równania regresji liniowej i nieliniowej
10. Korelacja
11. Elementy statystycznego modelowania danych
12. Porównywanie modeli
13. Analiza wariancji
14. Analiza kowariancji
15. Podsumowanie materiału, wspólna analiza przykładów, dyskusja

- 1. Równanie regresji liniowej**
- 2. Estymacja współczynników prostej regresji**
 - metoda najmniejszych kwadratów
 - ważona metoda najmniejszych kwadratów
- 3. Przykłady równań regresji**
 - regresja wieloczynnikowa
 - wielomiany
 - regresja logarytmiczna
 - regresja wielokrotna
- 4. Interpretacja przykładowych wyników**

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI

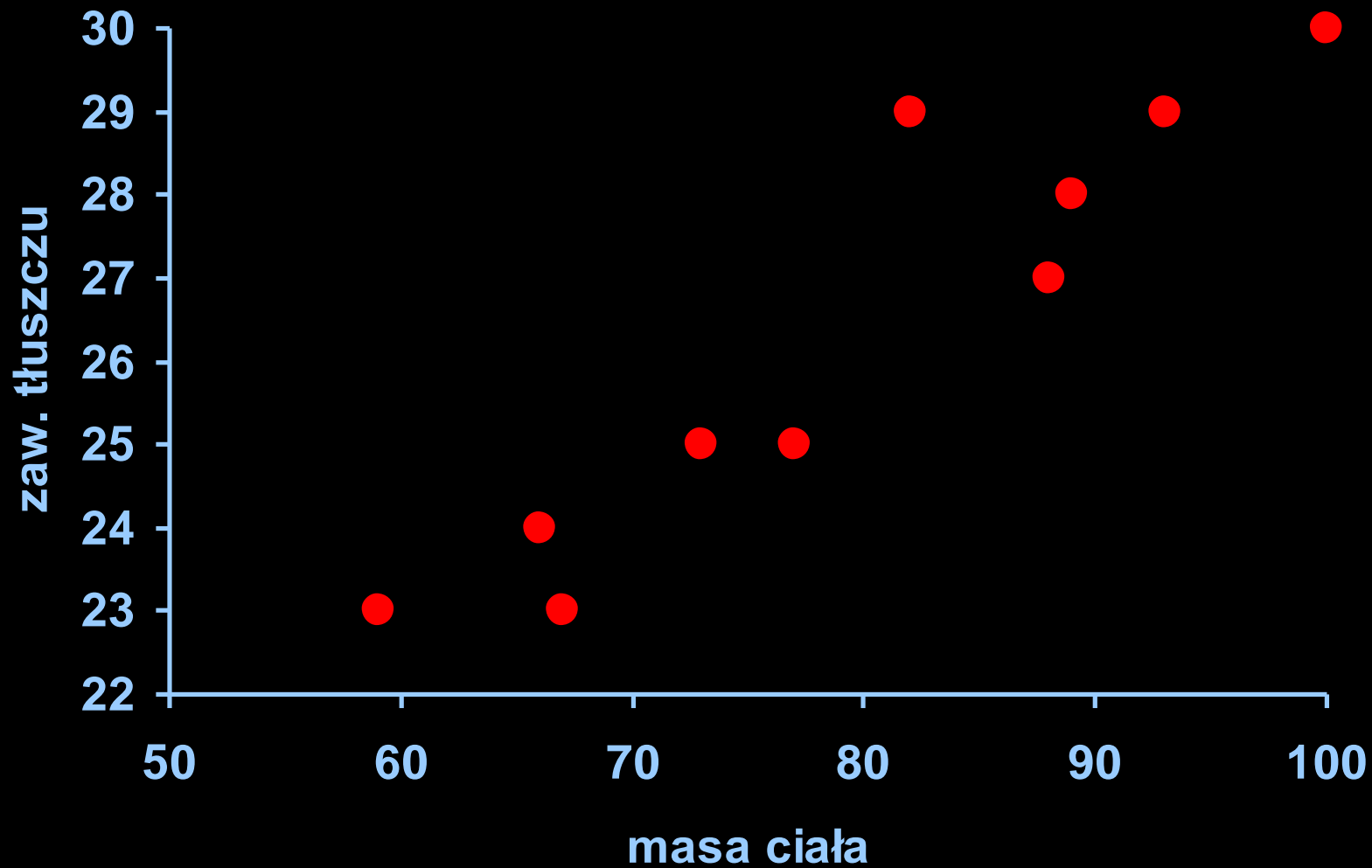
1. Zmienna niezależna
2. Zmienna zależna, rozkład ciągły

MASA CIAŁA	ZAW. TŁUSZCZU
89	28
88	27
66	24
59	23
93	29
73	25
82	29
77	25
100	30
67	23



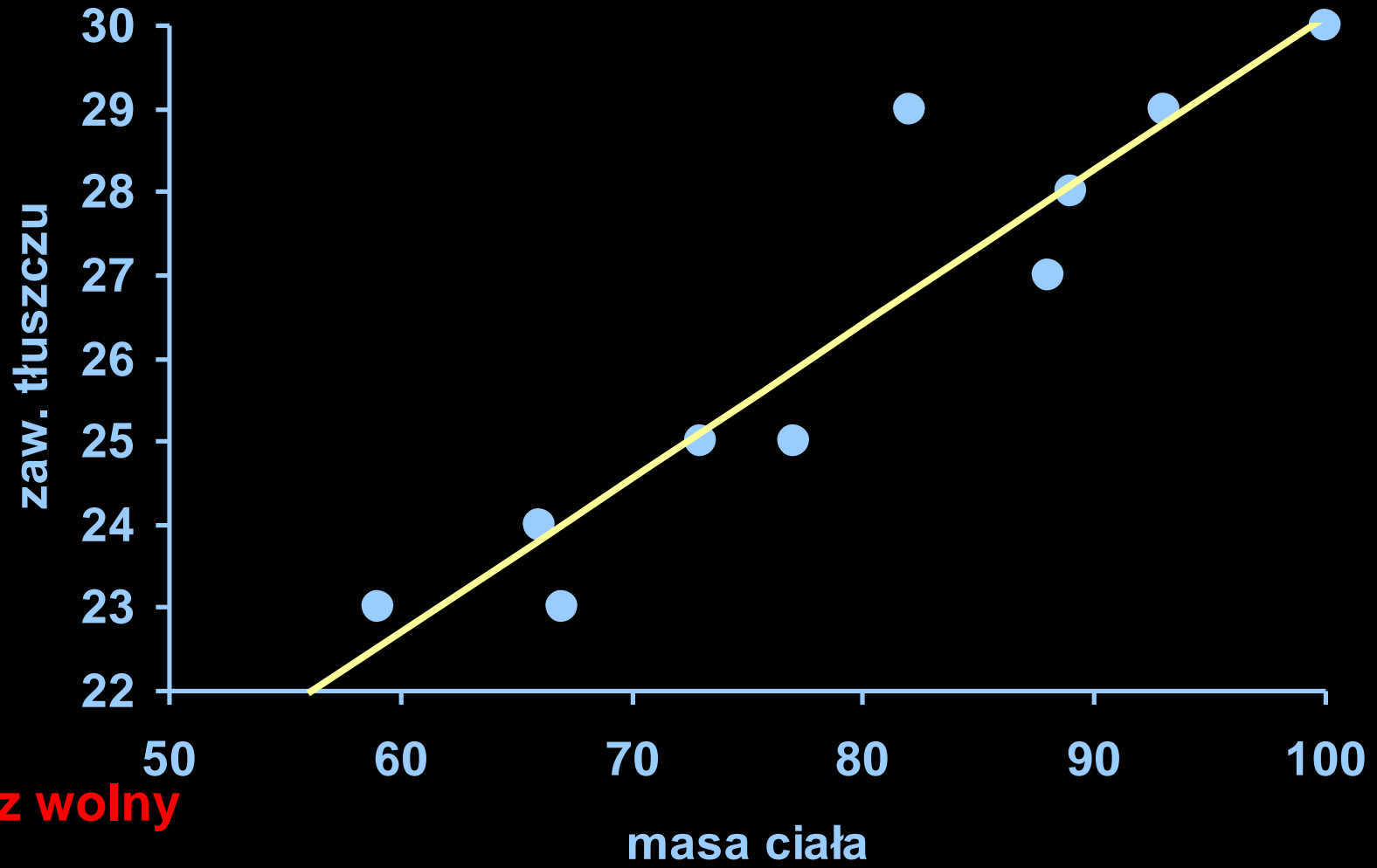
RÓWNANIE REGRESJI

PRÓBA DANYCH



RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI: WYRAZ WOLNY

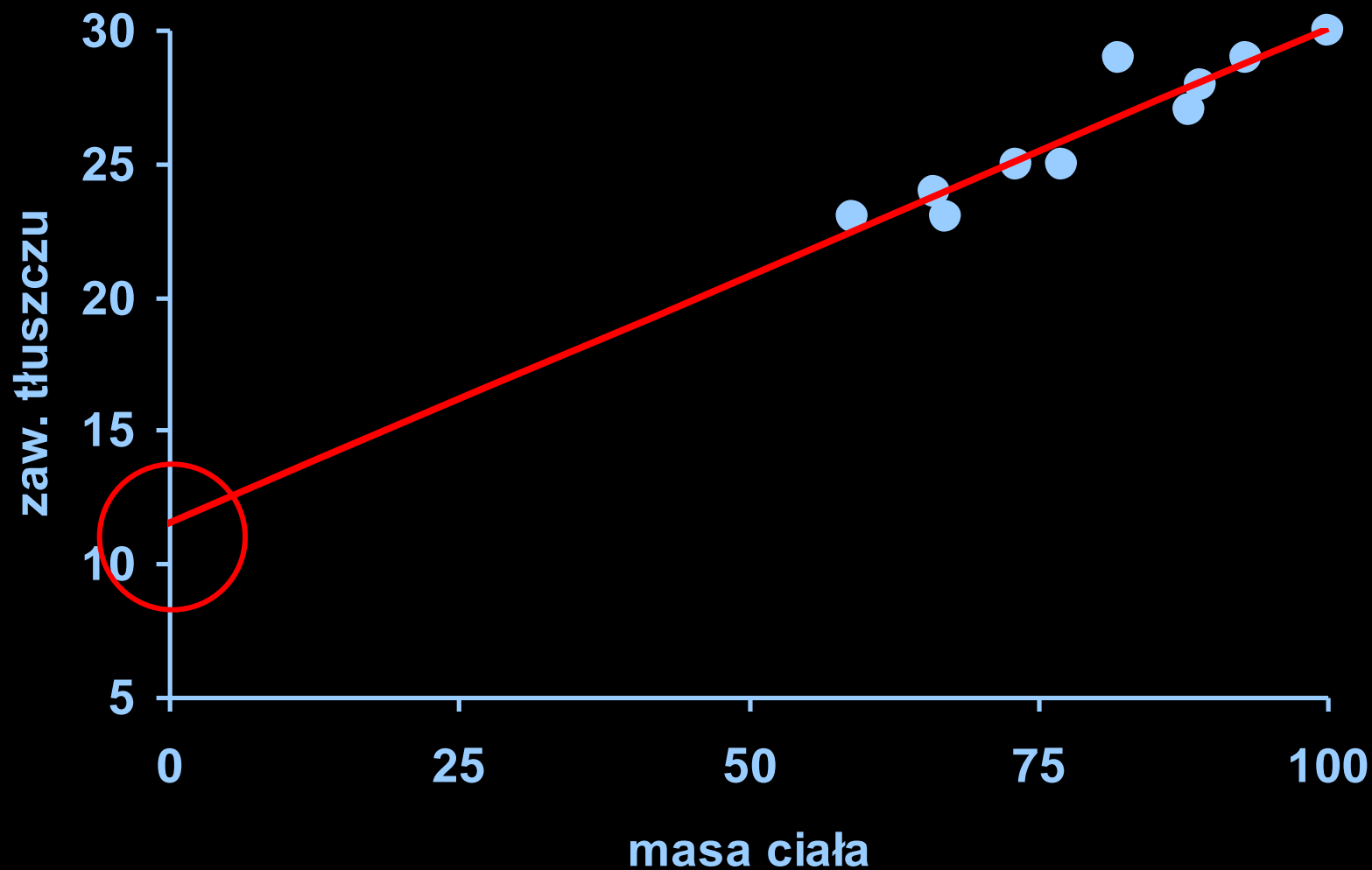


wyraz wolny



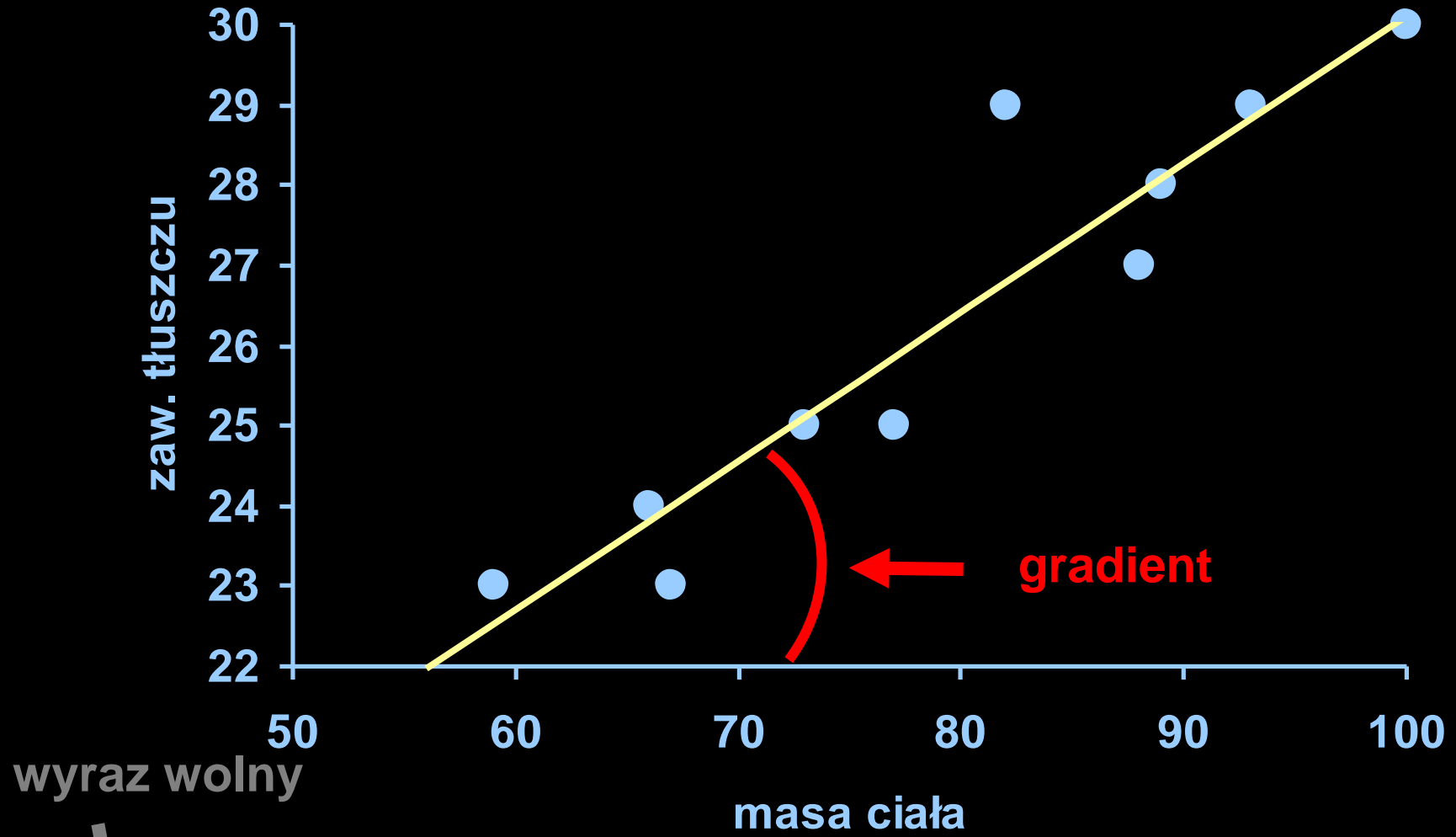
RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI: **WYRAZ WOLNY**



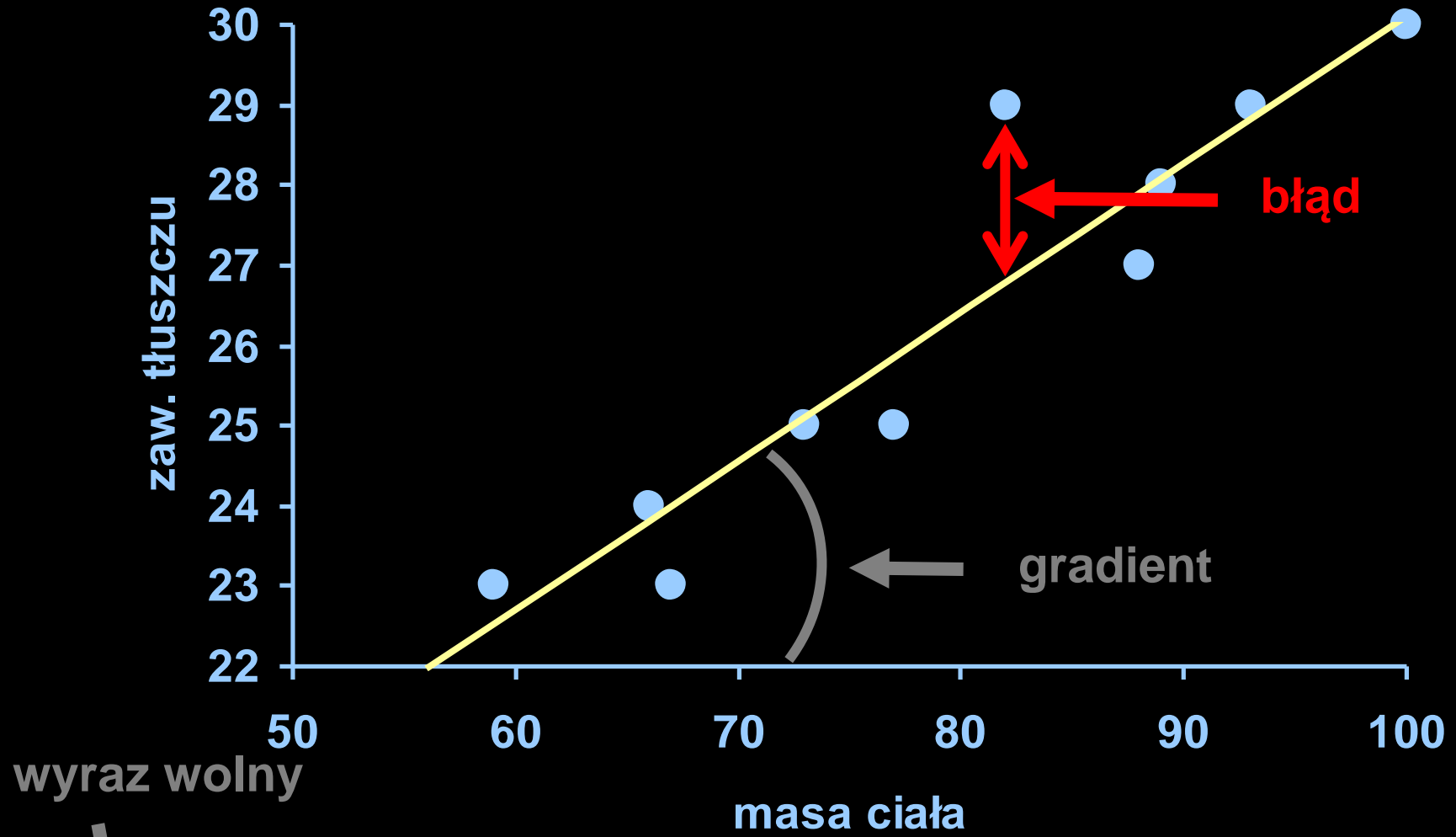
RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI: GRADIENT



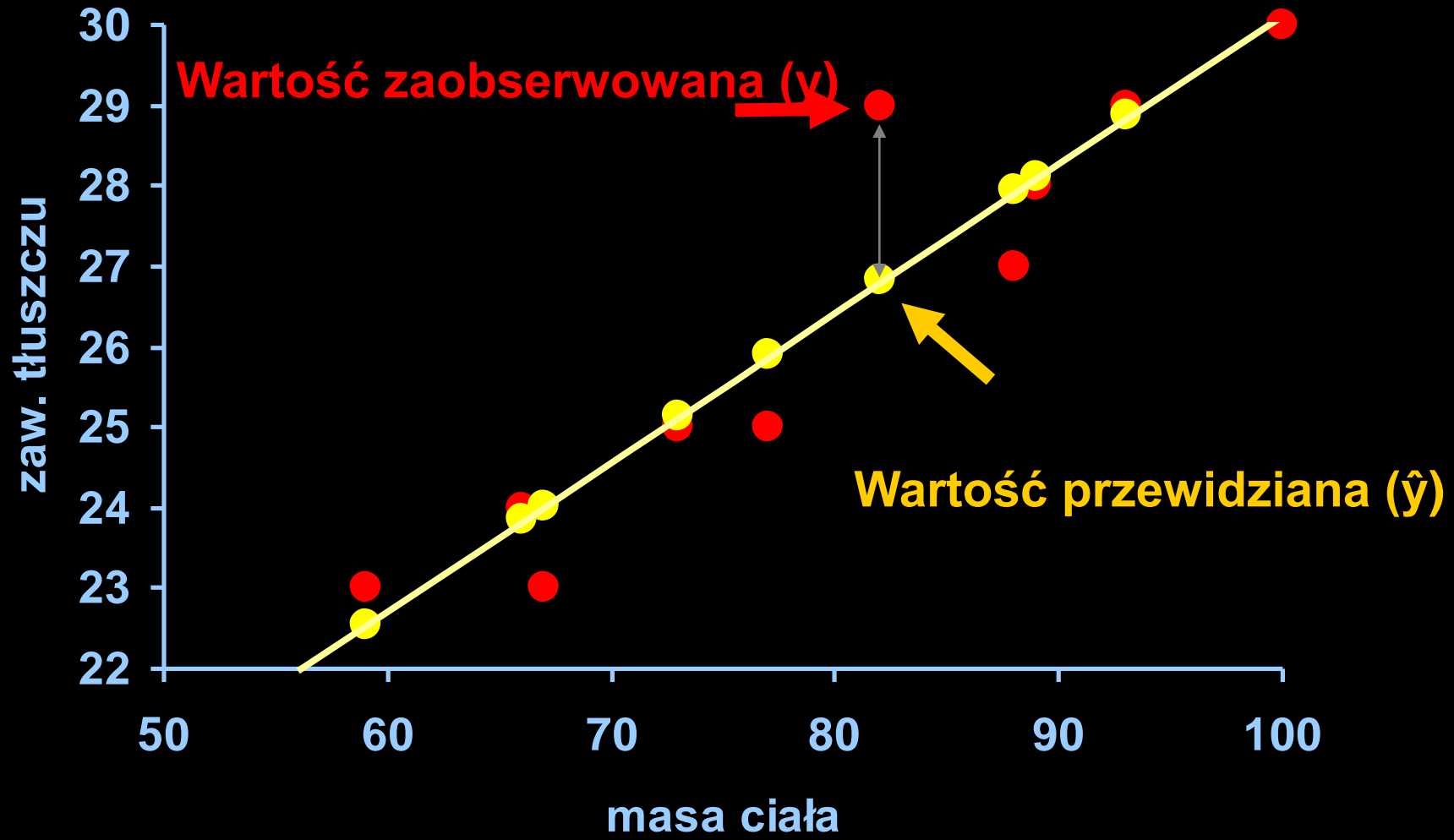
RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI: BŁĄD



RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI: BŁĄD



RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI

wyraz wolny

gradient

$$\text{tłuszcz} = 11.57 + 0.19\text{masa_ciała}$$

Zmienna zależna

Zmienna niezależna

CO MÓWIĄ NAM POSZCZEGÓLNE WARTOŚCI?

RÓWNANIE REGRESJI

ELEMENTY RÓWNANIA REGRESJI

wyraz wolny

gradient

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

Zmienna zależna

Zmienna niezależna

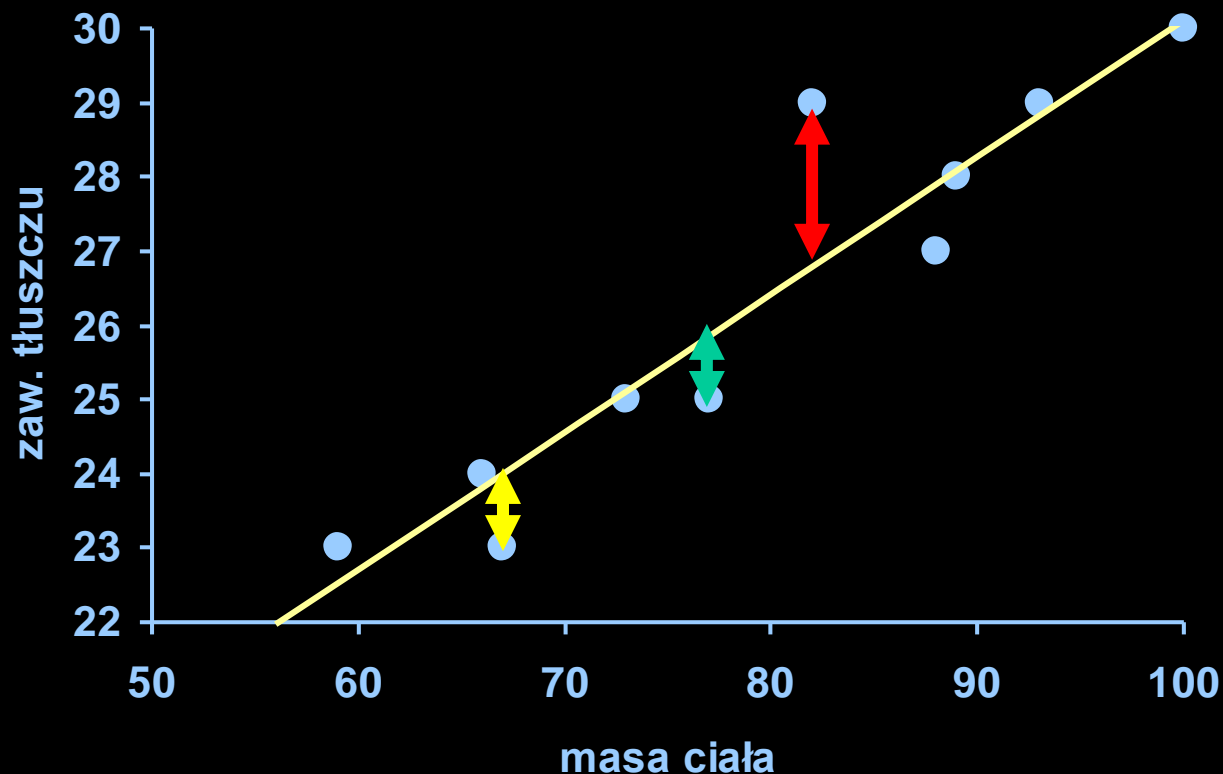
ESTYMACJA WSPÓŁCZYNNIKÓW RÓWNANIA REGRESJI

METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW

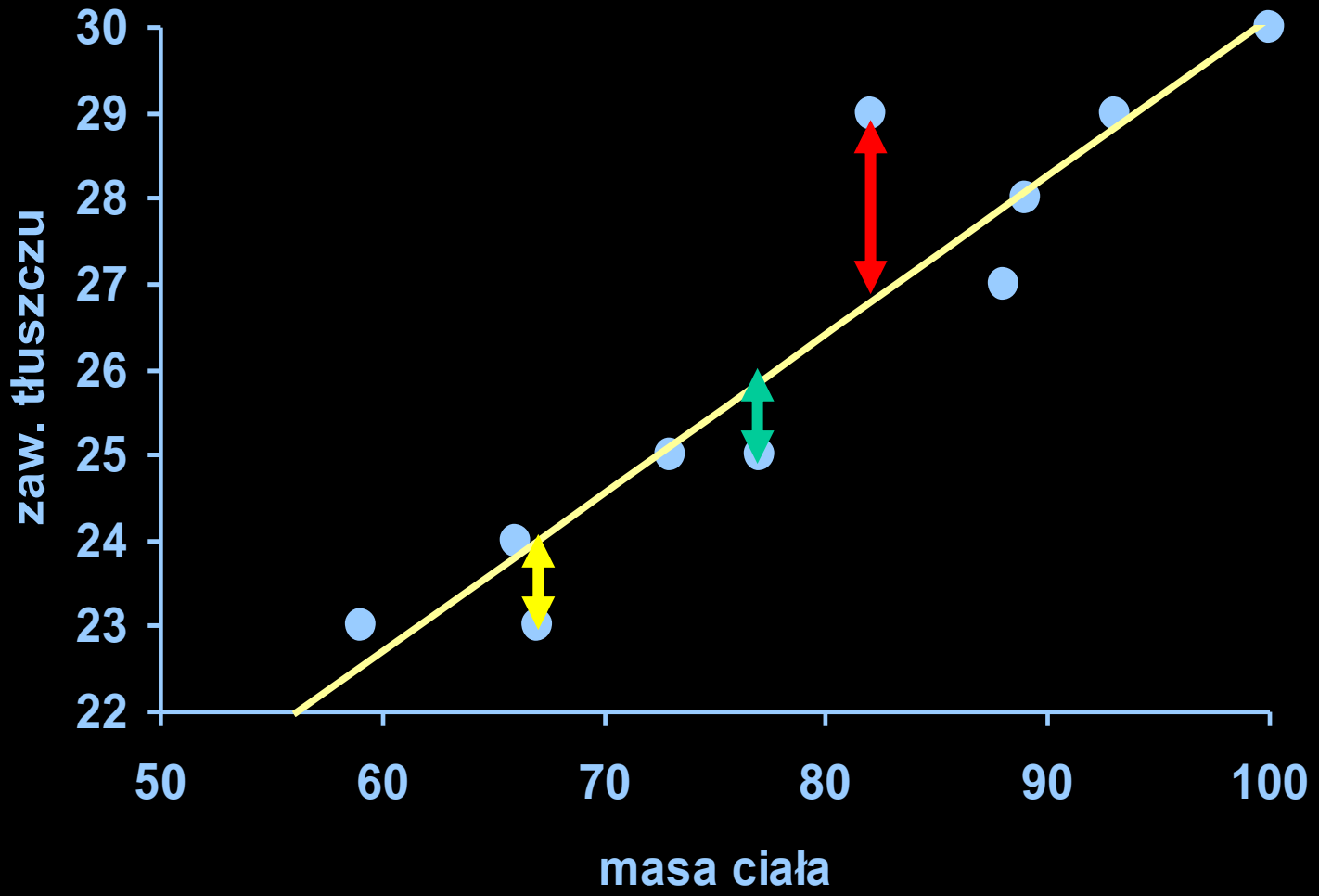
JAK WYZNACZYĆ PARAMETRY RÓWNANIA REGRESJI ?

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

TAK ABY ODLEGŁOŚCI OBSERWACJI OD PROSTEJ BYŁY
JAK NAJMNIEJSZE - metoda najmniejszych kwadratów



METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW



$$\sum (\text{↕})^2 \rightarrow \text{minimum}$$

METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW

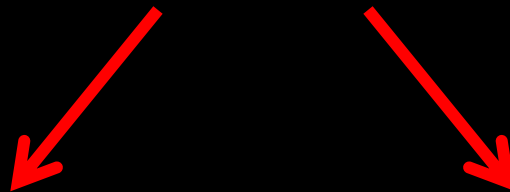
$$\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^N [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^N [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2}{\partial \beta_0} = 0 \quad i \quad \frac{\partial \sum_{i=1}^N [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2}{\partial \beta_1} = 0$$

$$-2 \sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) = 0 \quad i \quad -2 \sum_{i=1}^N x_i (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) = 0$$

METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$



$$\bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

WAŻONA METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW

JAK WYZNACZYĆ PARAMETRY RÓWNANIA REGRESJI
JEŻELI y MIERZONE SĄ ZE ZRÓŻNICOWANĄ
DOKŁADNOŚCIĄ
?

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

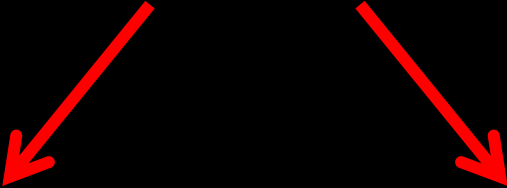
WAŻENIE OBSERWACJI



WAŻONA METODA NAJMNIEJSZYCH KWADRATÓW

WAŻENIE OBSERWACJI

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^N w_i [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2}{\partial \beta_0} = 0 \quad i \quad \frac{\partial \sum_{i=1}^N w_i [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2}{\partial \beta_1} = 0$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$


$$\bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N w_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N w_i (x_i - \bar{x})^2}$$

PRZYKŁADY RÓWNAŃ REGRESJI

PRZYKŁADY RÓWNAŃ REGRESJI

REGRESJA WIELOCZYNNIKOWA

MASA CIAŁA	WIEK	ZAW. TŁUSZCZU
89	35	28
88	43	27
66	24	24
59	56	23
93	48	29
73	31	25
82	61	29
77	27	25
100	31	30
67	47	23

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

$$\text{tuszcz} = \beta_0 + \beta_1 \text{masa_c} + \beta_2 \text{wiek}$$



PRZYKŁADY RÓWNAŃ REGRESJI

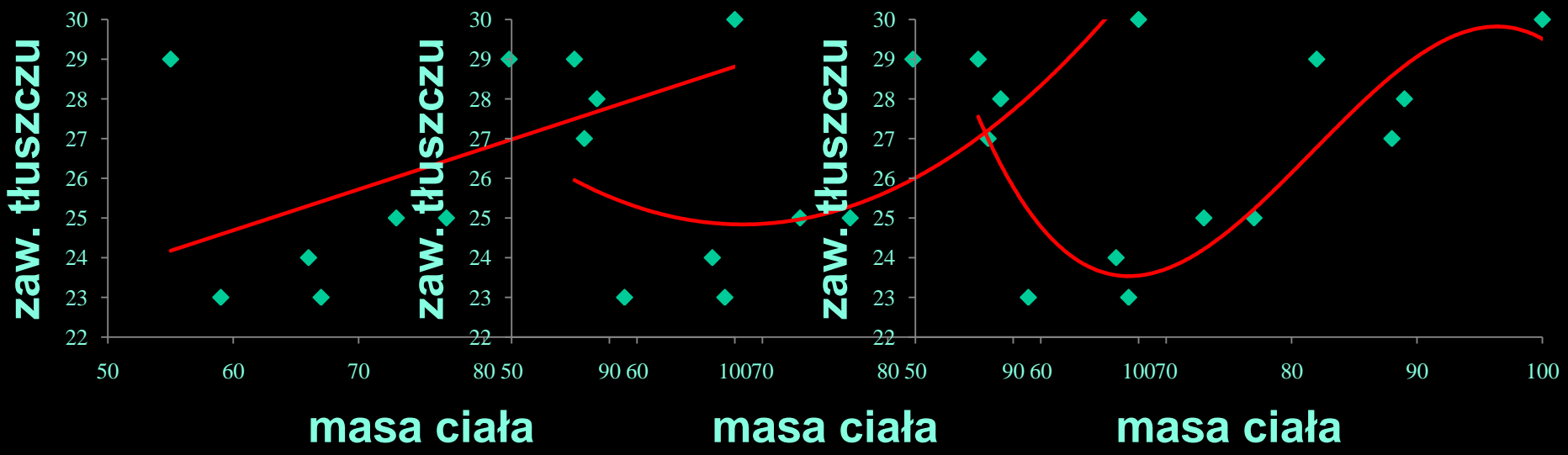
WIELOMIANY

$y = \beta_0 + \beta_1 x$	$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$	$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$
---------------------------	---	---

wielomian
1go stopnia

wielomian
2go stopnia

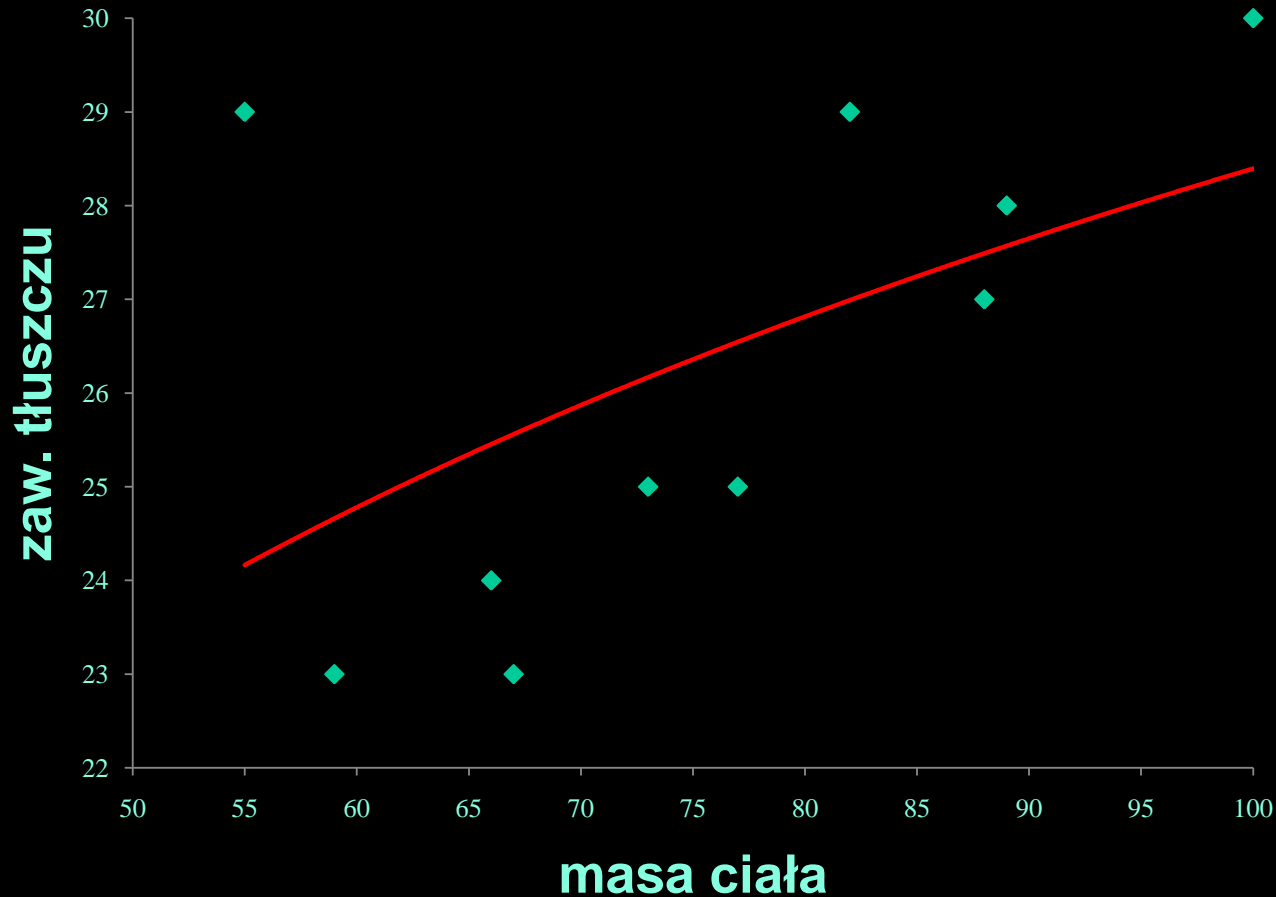
wielomian
3go stopnia



PRZYKŁADY RÓWNAŃ REGRESJI

REGRESJA LOGARYTMICZNA

$$y = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1$$



PRZYKŁADY RÓWNAŃ REGRESJI

REGRESJA WIELOKROTNA

MASA CIAŁA	WZROST	ZAW. TŁUSZCZU
89	154	28
88	176	27
66	166	24
59	189	23
93	199	29
73	160	25
82	178	29
77	158	25
100	173	30
67	169	23

$$y_{zt} = \beta_{0zt} + \beta_{1zt}x_1$$

$$y_{wz} = \beta_{0wz} + \beta_{1wz}x_1$$

$$\begin{bmatrix} y_{1zt} \\ y_{2zt} \\ \dots \\ y_{1wz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_1 & 0 \\ 1 & 0 & x_2 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 0 & x_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{0zt} \\ \beta_{0wz} \\ \beta_{1zt} \\ \beta_{1wz} \end{bmatrix}$$

INTERPRETACJA WYNIKÓW



Behav Ecol Sociobiol (1986) 19:9–18

**Behavioral Ecology
and Sociobiology**

© Springer-Verlag 1986

The effect of social interactions on calling energetics in the gray treefrog (*Hyla versicolor*)

Kentwood D. Wells and Theodore L. Taigen

Department of Ecology and Evolutionary Biology, U-43, The University of Connecticut, Storrs, CT 06268, USA

Received June 12, 1985 / Accepted November 12, 1985

Summary. The vocal behavior of *Hyla versicolor* was studied in the field by means of behavioral observations and playback experiments, and these data were coupled with measurements of oxygen consumption in calling frogs to estimate the effect of social interactions on calling energetics. Male gray treefrogs have intense calls (median peak SPL = 109 dB, fast RMS SPL = 100 dB at 50 cm). At an air temperature of 23° C, males produced an average of 1,200–1,300 calls/h for 2–4 h per night. Calling rates and call durations differed among individuals, but were relatively constant for each male during periods of sustained calling. Males in dense choruses gave calls about twice as long as isolated males, but produced calls at about half the rate. Consequently, total calling effort and estimated aerobic costs were largely independent of chorus density. Playbacks of recorded calls to males in the field elicited increases in call duration and decreases in calling rate, regardless of the rate

Introduction

Male animals engaged in competitive displays often change their behavior in response to the behavior of other males. Intrasexual competition may cause males to increase the frequency, intensity, duration, or complexity of visual or acoustic displays (e.g., fishes: Farr 1980; birds: Bradbury and Gibson 1983; insects: Alexander 1975; Greenfield and Shaw 1983; frogs: Rand and Ryan 1981; Schwartz and Wells 1984, 1985; Wells and Schwartz 1984). These socially mediated changes in behavior can affect a male's ability to obtain mates. For example, in both insects and frogs, females may be differentially attracted to males producing the longest, most intense, most frequent, or most complex signals (Rand and Ryan 1981; Arak 1983a, b; Sullivan 1983; Thornhill and Alcock 1983; Wells and Schwartz 1984; Forester and Greenough 1985; Ryan 1985).

INTERPRETACJA RÓWNAŃ REGRESJI

$$\text{interval} = 8.36 - 0.21 \text{ temp}$$



1. Wraz ze wzrostem temperatury czas pomiędzy odgłosami skraca się
2. Wzrost temperatury o 1°C powoduje skrócenie odstępu o 0.21 s .
3. W temperaturze 10°C osobniki wydają dogłosy średnio co 6.26 s . : $\text{interval} = 8.36 - 0.21 \cdot 10 = 6.26$

INTERPRETACJA RÓWNAŃ REGRESJI

Downloaded from rsbl.royalsocietypublishing.org on 21 November 2009

biology
letters

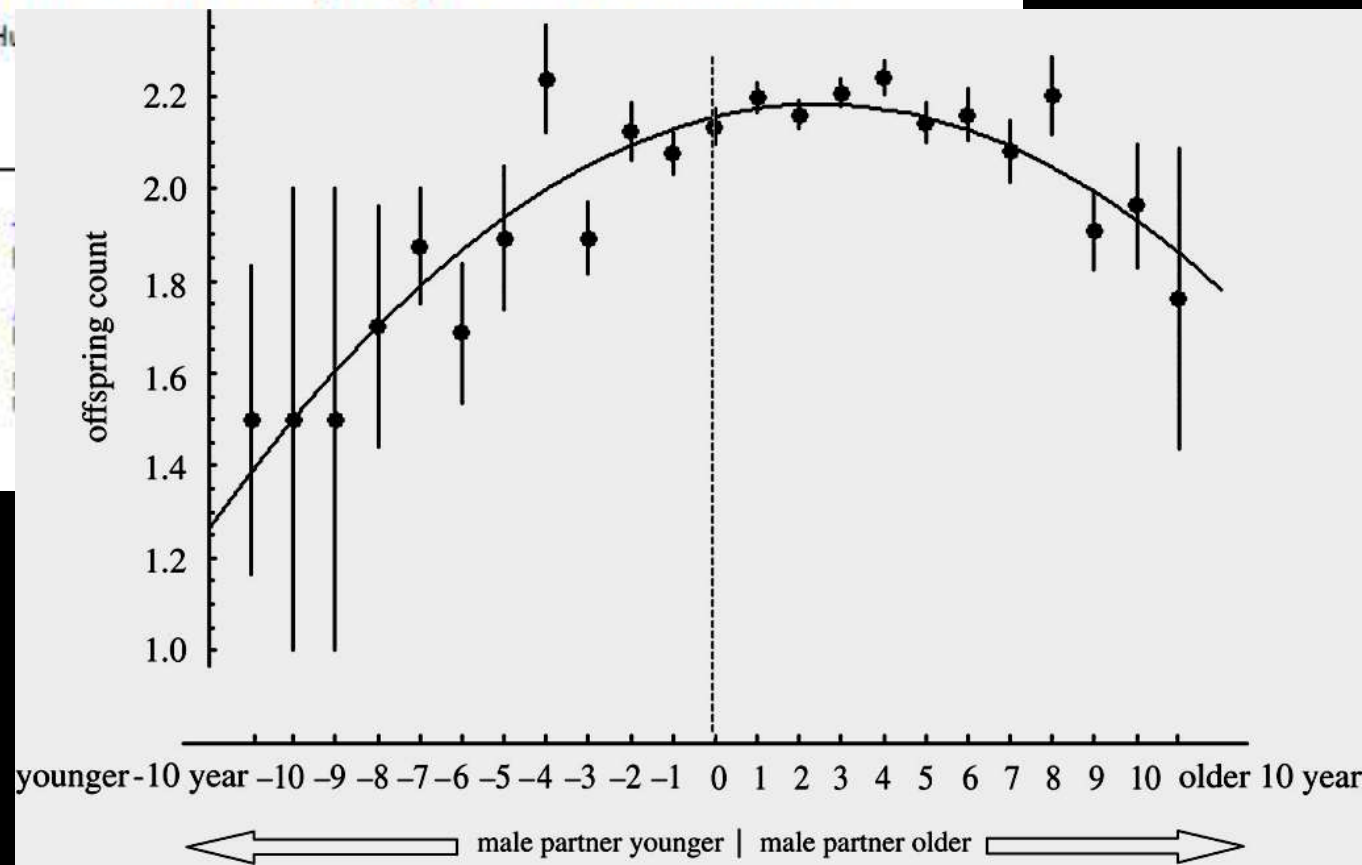
Parental age difference and offspring count in humans

Martin Fieder and Susanne H.

Biol. Lett. 2007 3, 889-891
doi: 10.1098/rsbl.2007.0324

References

Email alerting service



INTERPRETACJA RÓWNAŃ REGRESJI

1. Model:

$$n_dzieci = 2.82 - 0.01wiek + 0.03r_w - 0.002r_w^2$$

2. Partnerzy, którzy w 2003 r. mieli średnio **40** lat oraz, u których mąż jest starszy o **15** mają średnio **2.42** dzieci:

$$n_dzieci = 2.82 - 0.01 \cdot 40 + 0.03 \cdot 15 - 0.002 \cdot 15^2 = 2.42$$

3. Partnerzy, którzy w 2003 r. mieli średnio **25** lat oraz, u których mąż jest starszy o **4** mają średnio **2.66** dzieci:

$$n_dzieci = 2.82 - 0.01 \cdot 25 + 0.03 \cdot 4 - 0.002 \cdot 4^2 = 2.66$$

- 1. Równanie regresji liniowej**
- 2. Estymacja współczynników prostej regresji**
 - metoda najmniejszych kwadratów
 - ważona metoda najmniejszych kwadratów
- 3. Przykłady równań regresji**
 - regresja wieloczynnikowa
 - wielomiany
 - regresja logarytmiczna
 - regresja wielokrotna
- 4. Interpretacja przykładowych wyników**