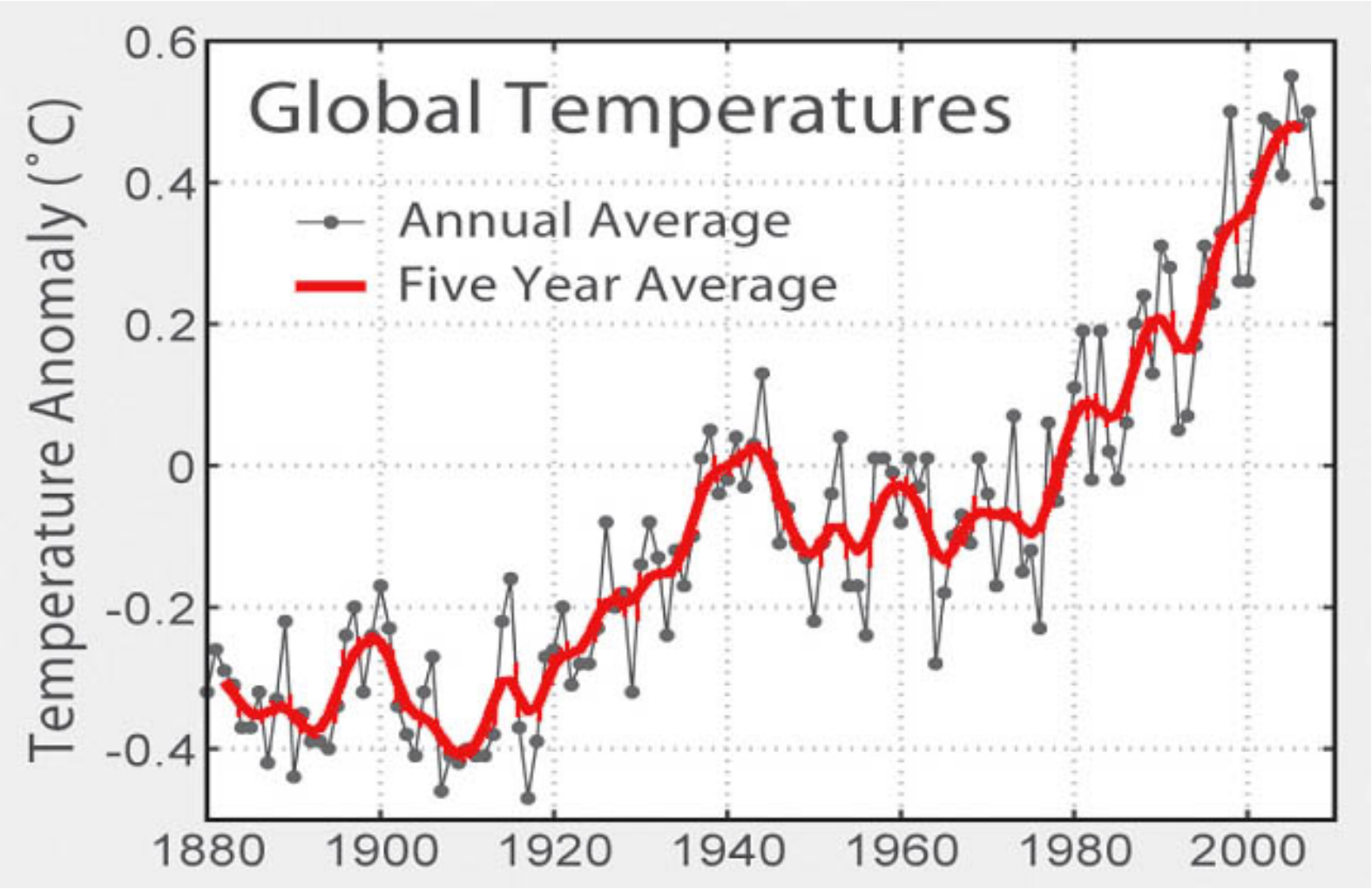
Krystyna Pierzchała-Koziec

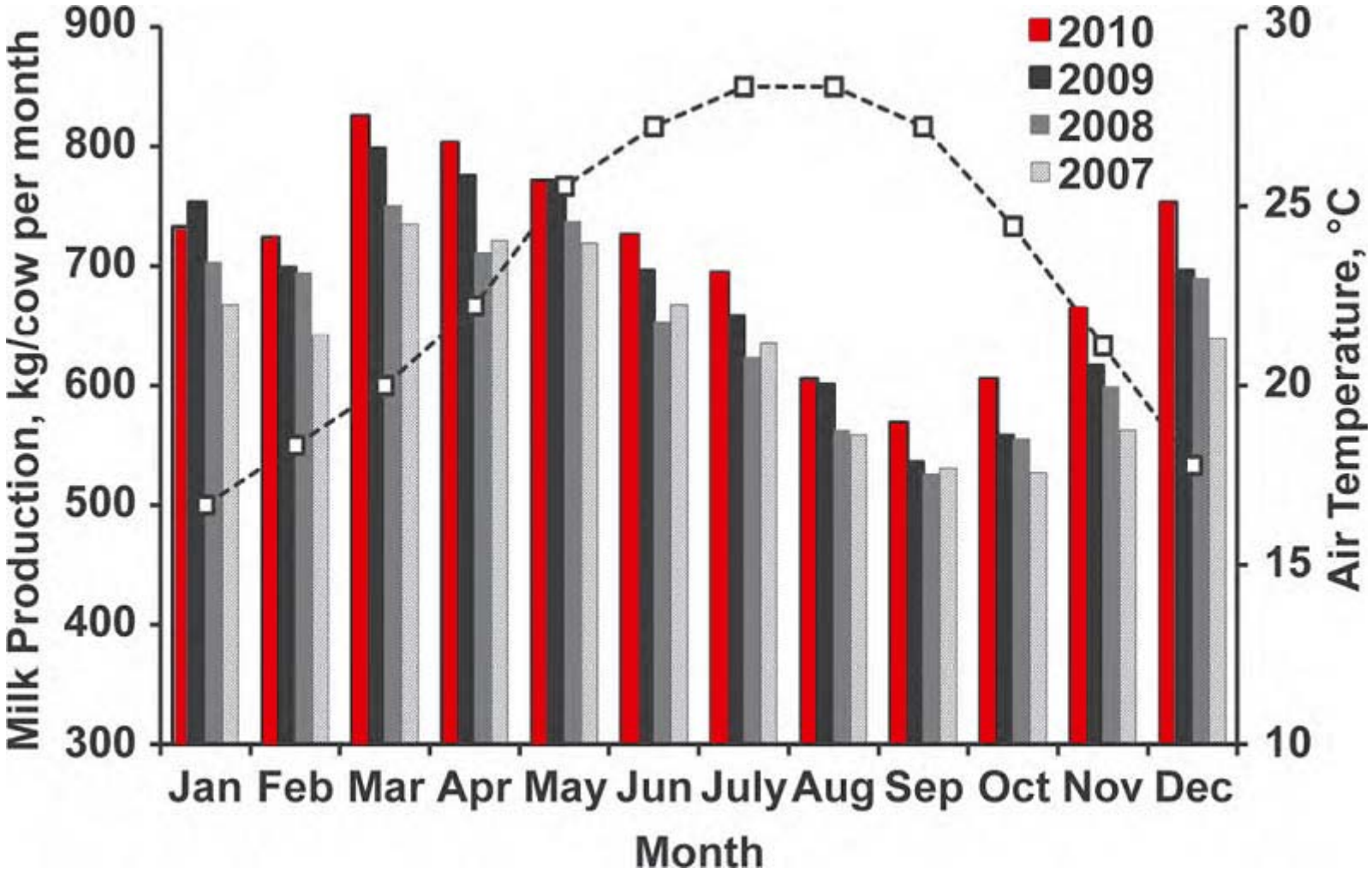
FIZJOLOGICZNE PODSTAWY TERMOREGULACJI KRÓW MLECZNYCH

Katedra Fizjologii
i Endokrynologii Zwierząt
Uniwersytet Rolniczy

Kraków 2016

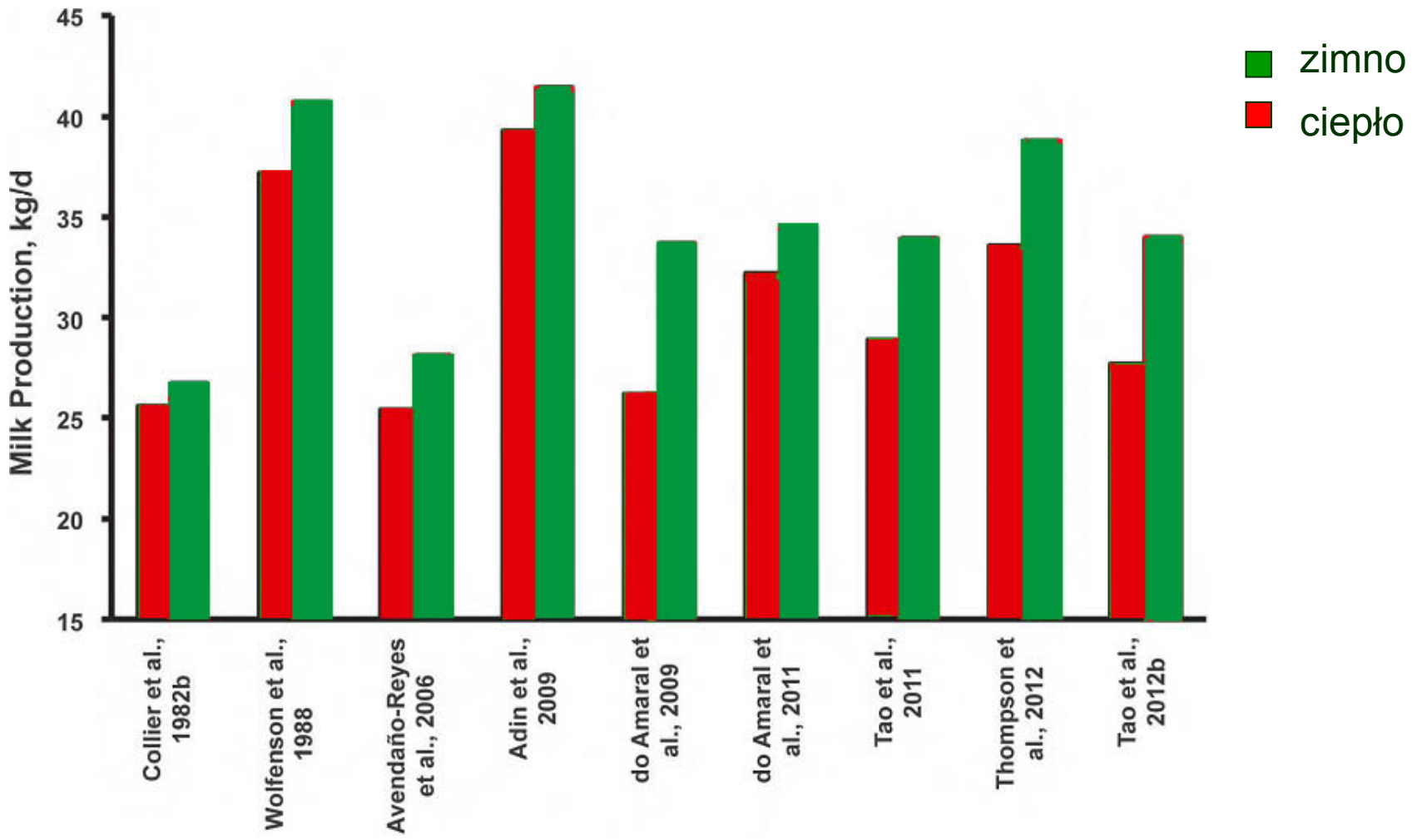
Zmiany temperatury



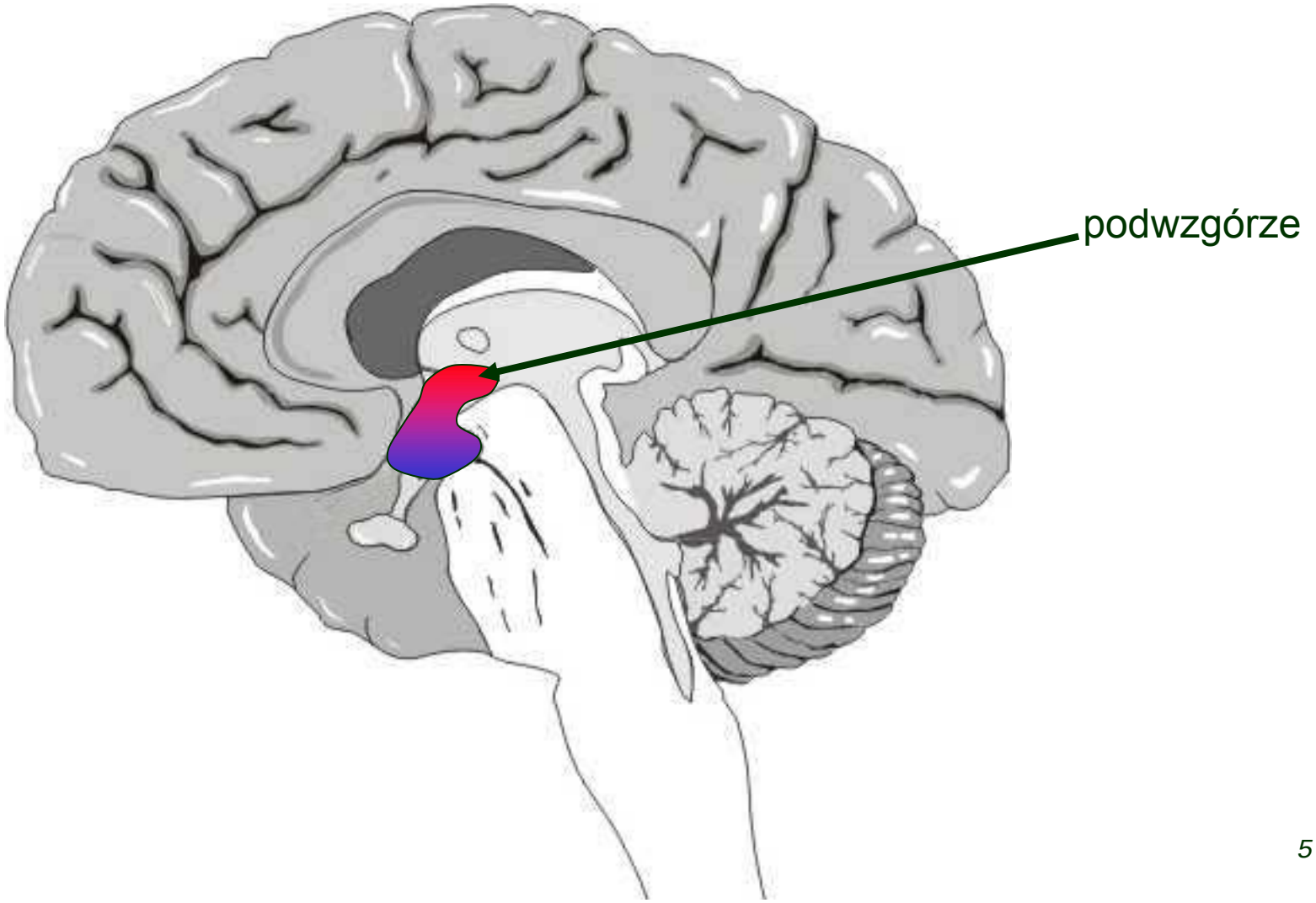

Milk Production, kg/cow per month
900
800
700
600
500
400
300
2010
2009
2008
2007
30
25
20
15
10
Air Temperature, °C
Jan Feb Mar Apr May Jun July Aug Sep Oct Nov Dec
Month

Floryda

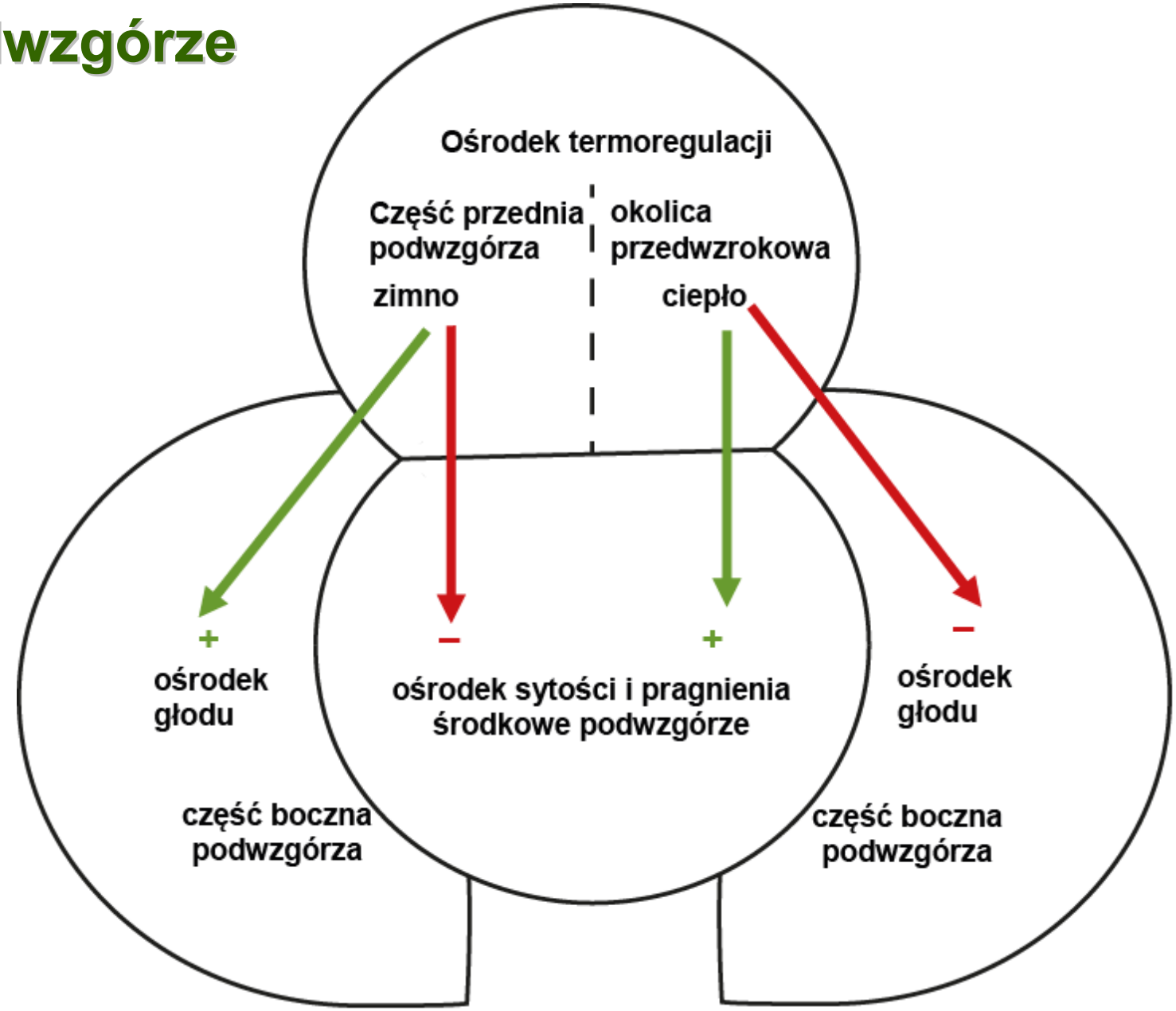
Temperatura a wydajność mleka

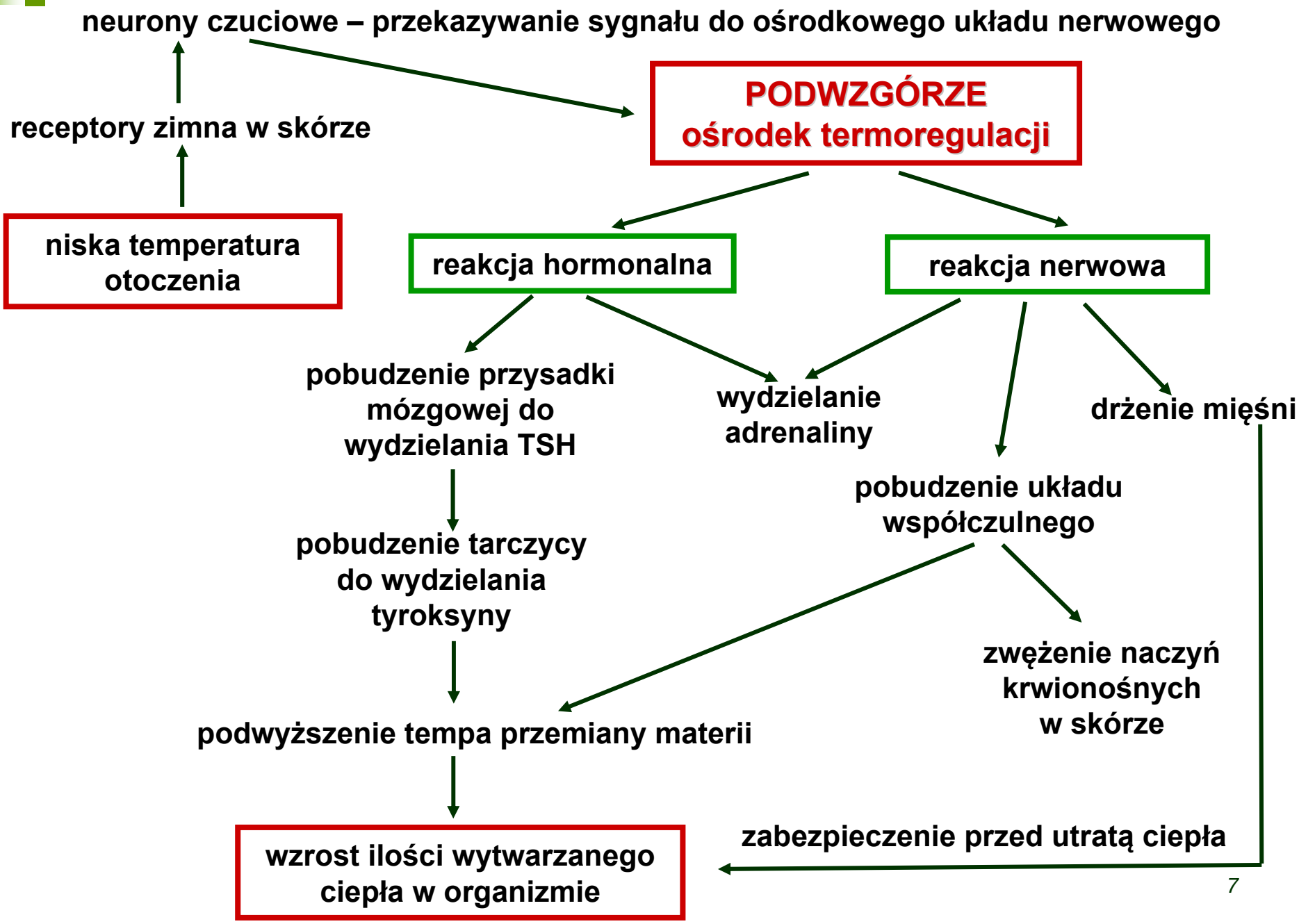


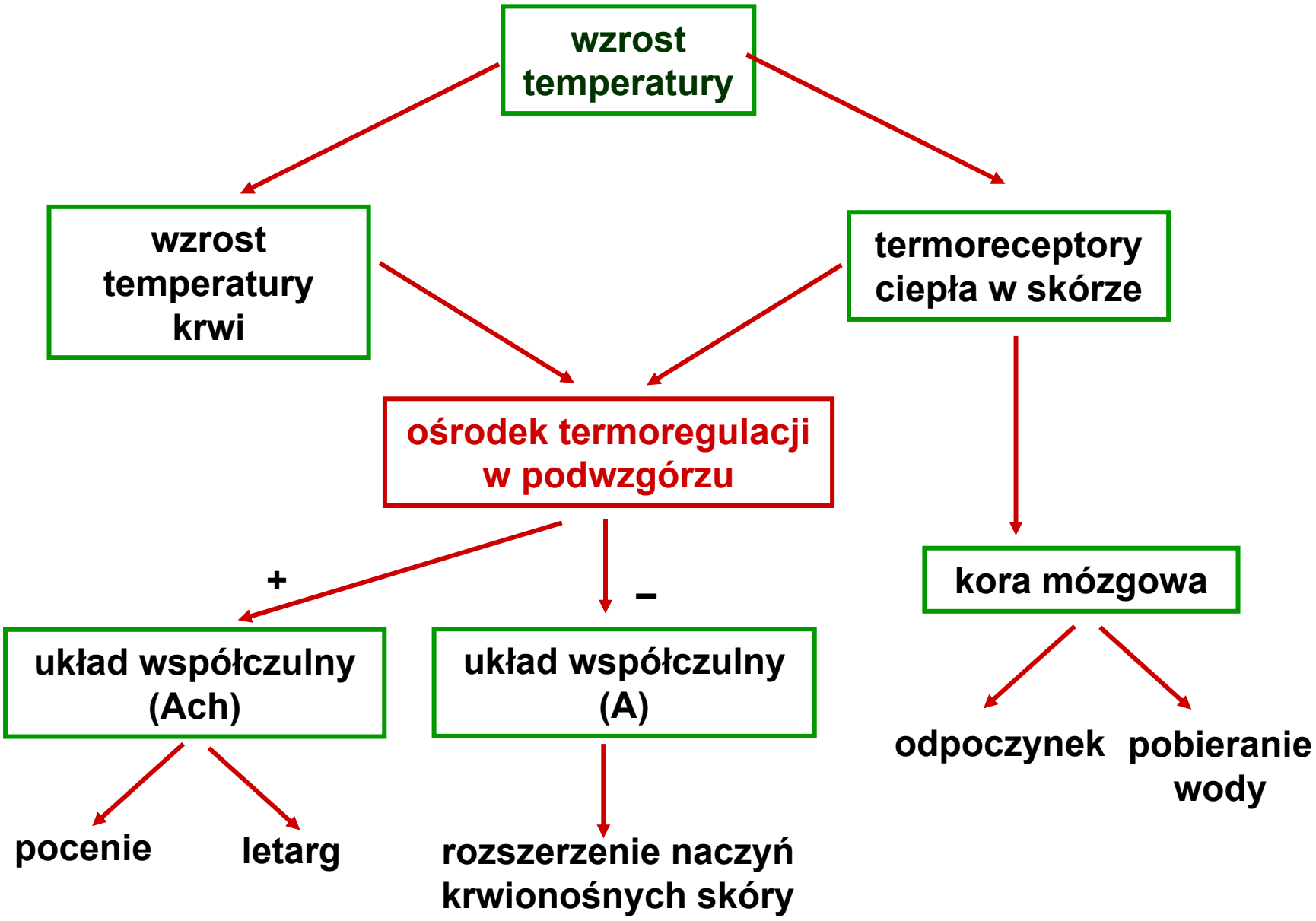
Ośrodek termoregulacji w mózgowiu

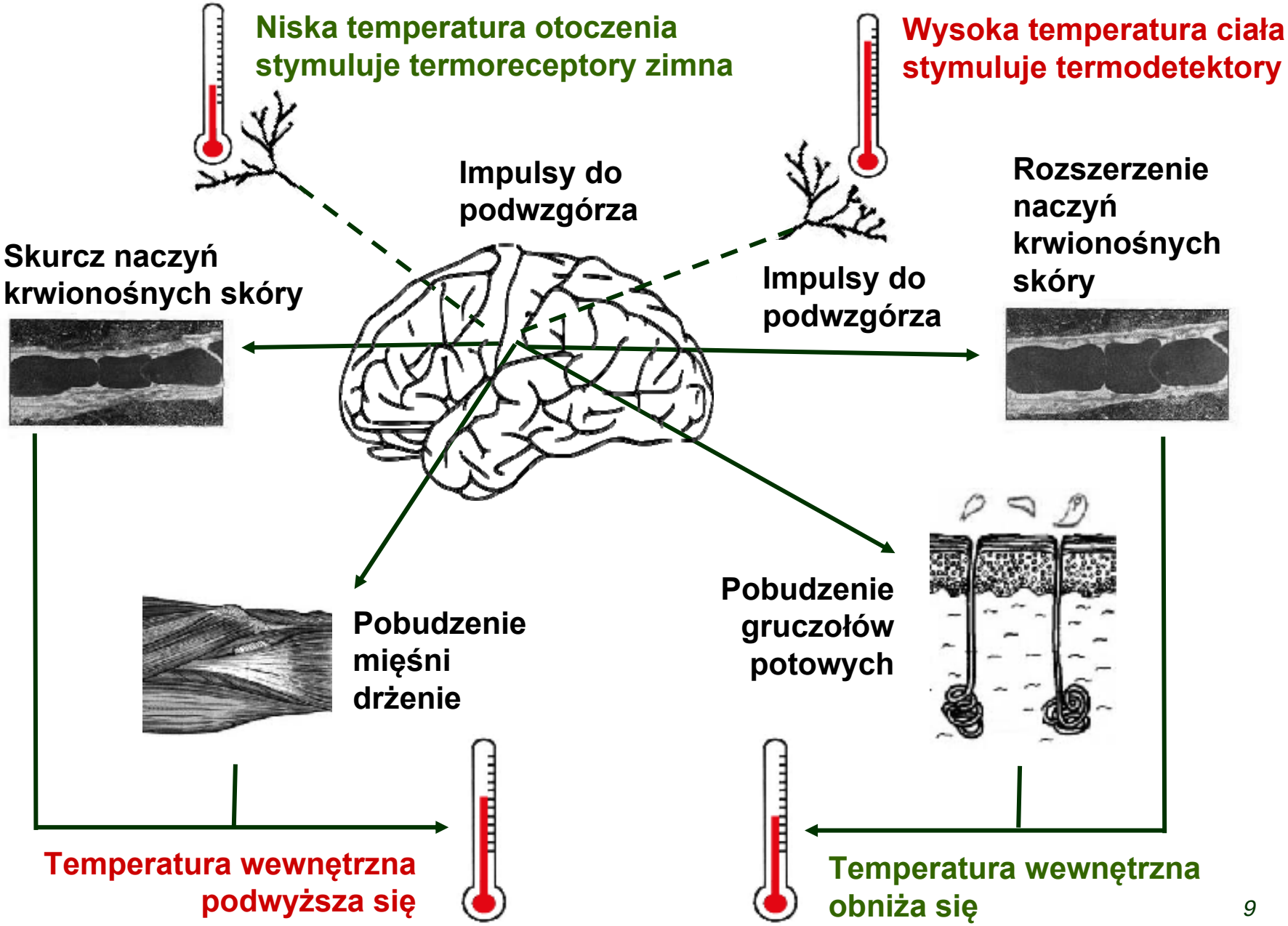


Podwzgórze


Ośrodek termoregulacji
Część przednia podwzgórza
okolica przedwzrokowa
zimno
ciepło
+
−
+
−
ośrodek głodu
ośrodek sytości i pragnienia środkowe podwzgórze
ośrodek głodu
część boczna podwzgórza
część boczna podwzgórza


neurony czuciowe – przekazywanie sygnału do ośrodkowego układu nerwowego
receptory zimna w skórze
PODWZGÓRZE
ośrodek termoregulacji
niska temperatura otoczenia
reakcja hormonalna
reakcja nerwowa
pobudzenie przysadki mózgowej do wydzielania TSH
wydzielanie adrenaliny
drżenie mięśni
pobudzenie układu współczulnego
pobudzenie tarczycy do wydzielania tyroksyny
zwężenie naczyń krwionośnych w skórze
podwyższenie tempa przemiany materii
zabezpieczenie przed utratą ciepła
wzrost ilości wytwarzanego ciepła w organizmie


wzrost temperatury
wzrost temperatury krwi
termoreceptory ciepła w skórze
ośrodek termoregulacji w podwzgórzu
+
–
kora mózgowa
układ współczulny (Ach)
układ współczulny (A)
odpoczynek
pobieranie wody
pocenie
letarg
rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry

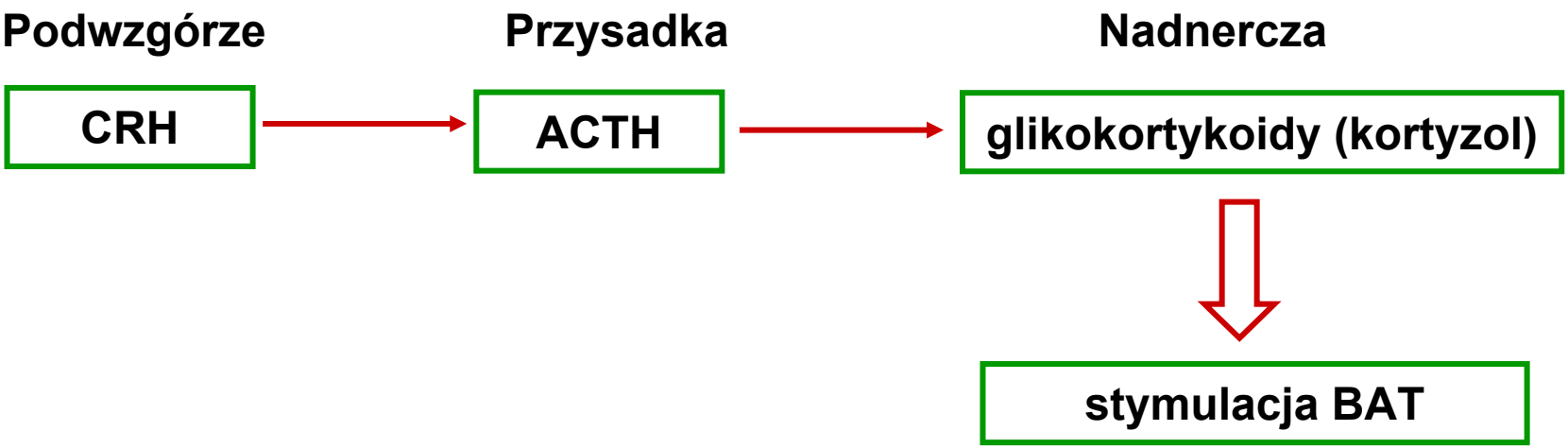

Niska temperatura otoczenia
stymuluje termoreceptory zimna
Wysoka temperatura ciała
stymuluje termodetektory
Impulsy do
podwzgórza
Impulsy do
podwzgórza
Skurcz naczyń
krwionośnych skóry
Rozszerzenie
naczyń
krwionośnych
skóry
Pobudzenie
mięśni
drżenie
Pobudzenie
gruczołów
potowych
Temperatura wewnętrzna
podwyższa się
Temperatura wewnętrzna
obniża się

Hormony regulujące temperaturę

wzrost	spadek
T3, T4	NPY
testosteron	oreksyny
cholecystokinina	MSH
melatonina	aldosteron
glukagon	
leptyna	
adrenalina	
noradrenalina	

BAT

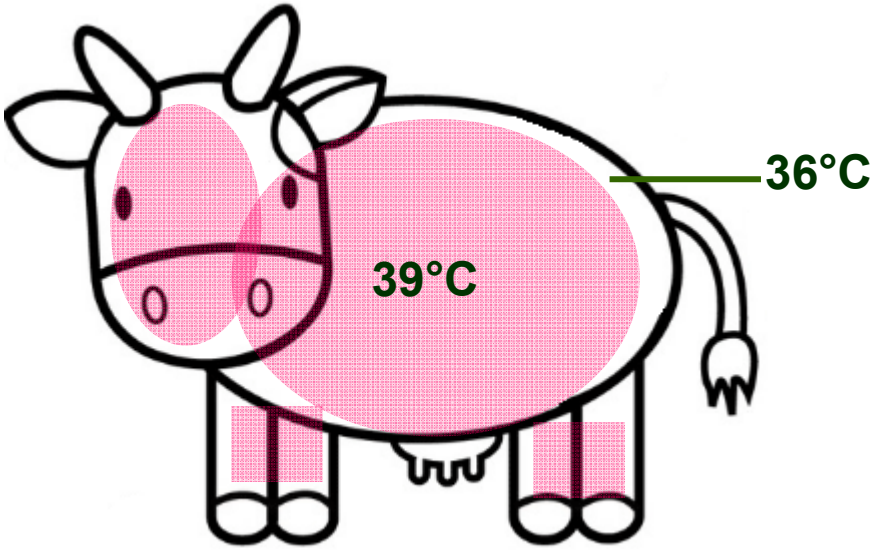
Stres chłodu



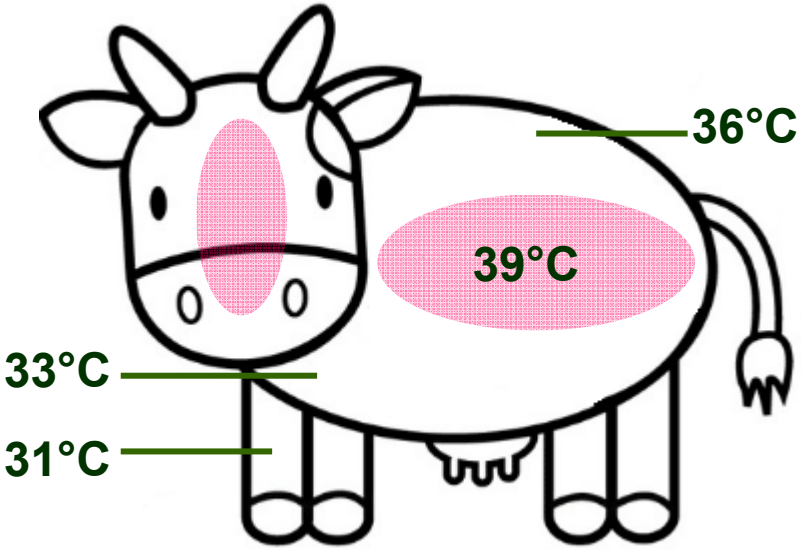
Pole temperaturowe ciał

- Temperatura ciała zwierząt endotermicznych – przestrzenna i czasowa chwiejność
- Jądro ciała = mózg + organy wewnętrzne wytwarzające ciepło (do 70%)
- Jądro ciała jest stałocieplne
- Powłoki – temperatura tkanek zbliżona do temperatury otoczenia
- Im zimniej tym jądro mniejsze

Przedziały temperatur w ciele krowy



ciepło



zimno

Mechanizmy termoregulacji

- **aktywowane przez zimno:** dreszcze, głód, wzrost aktywności ruchowej, wzrost wydzielania A i NA == wzrost wytwarzania ciepła
  - zwężenie naczyń skórnych, „kłębek”, gęsia skórka → zmniejszenie utraty ciepła
- **aktywowane przez ciepło:** rozszerzenie naczyń skórnych, pocenie się, zwiększenie oddychania → zwiększenie utraty ciepła
  - brak łaknienia, apatia i bezruch → zmniejszenie wytwarzania ciepła

Jednym z podstawowych odczynów organizmu na ciepło jest odczyn ze strony naczyń krwionośnych

- Zachowanie się naczyń krwionośnych pod wpływem ciepła określa **prawo Dastre Morata:**

  Bodźce termiczne działając na duże powierzchnie skóry, powodują przeciwne do naczyń skóry zachowanie się dużych naczyń klatki piersiowej i jamy brzusznej.

- Naczynia nerek, śledziony i mózgu wykazują odczyn taki sam jak naczynia skóry.

Czynniki wpływające na wymianę ciepła

Środowisko termiczne

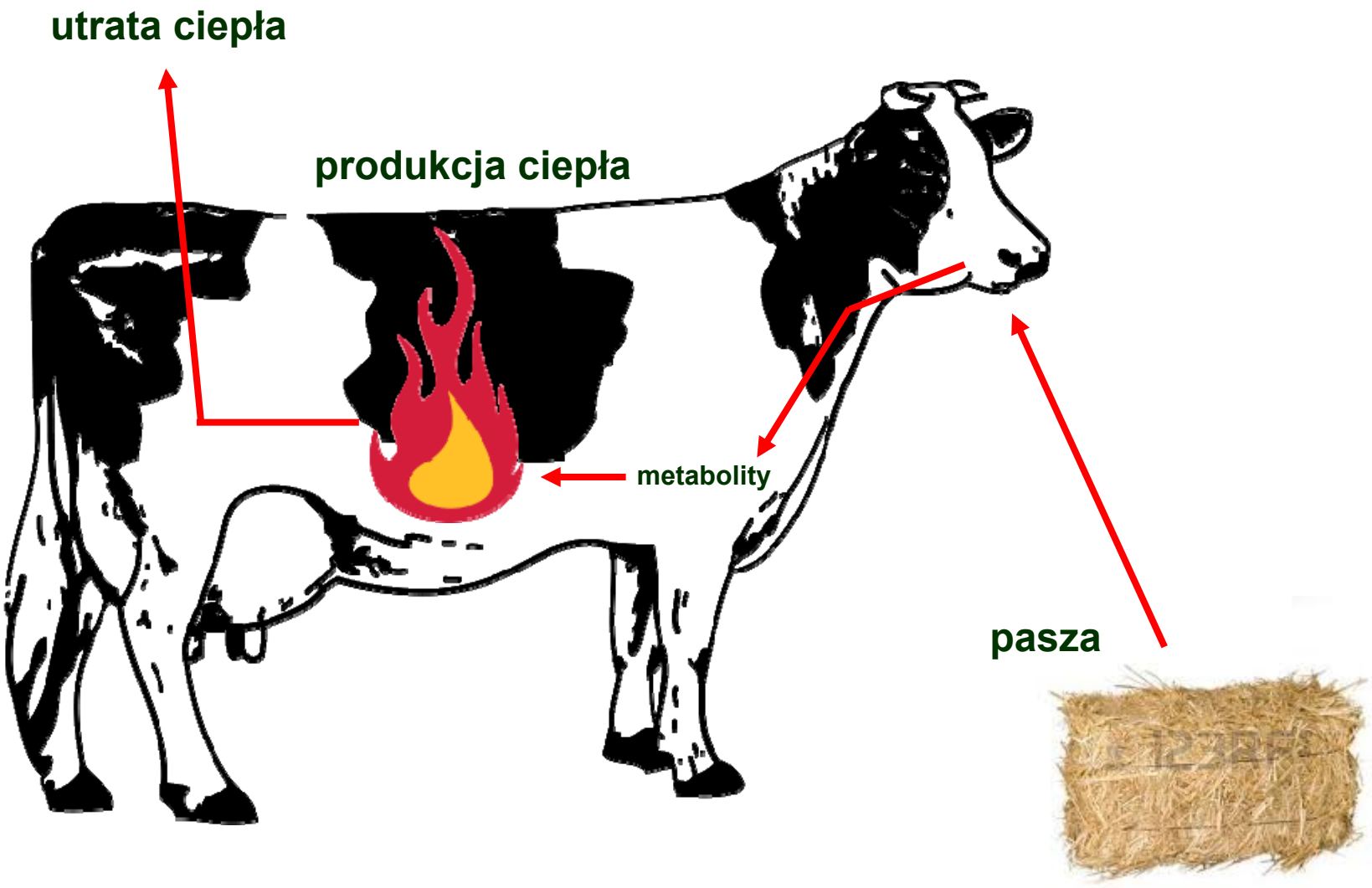
- temperatura powietrza
- średnia temperatura promieniowania
- prędkość przepływu powietrza
- wilgotność powietrza

Osłona

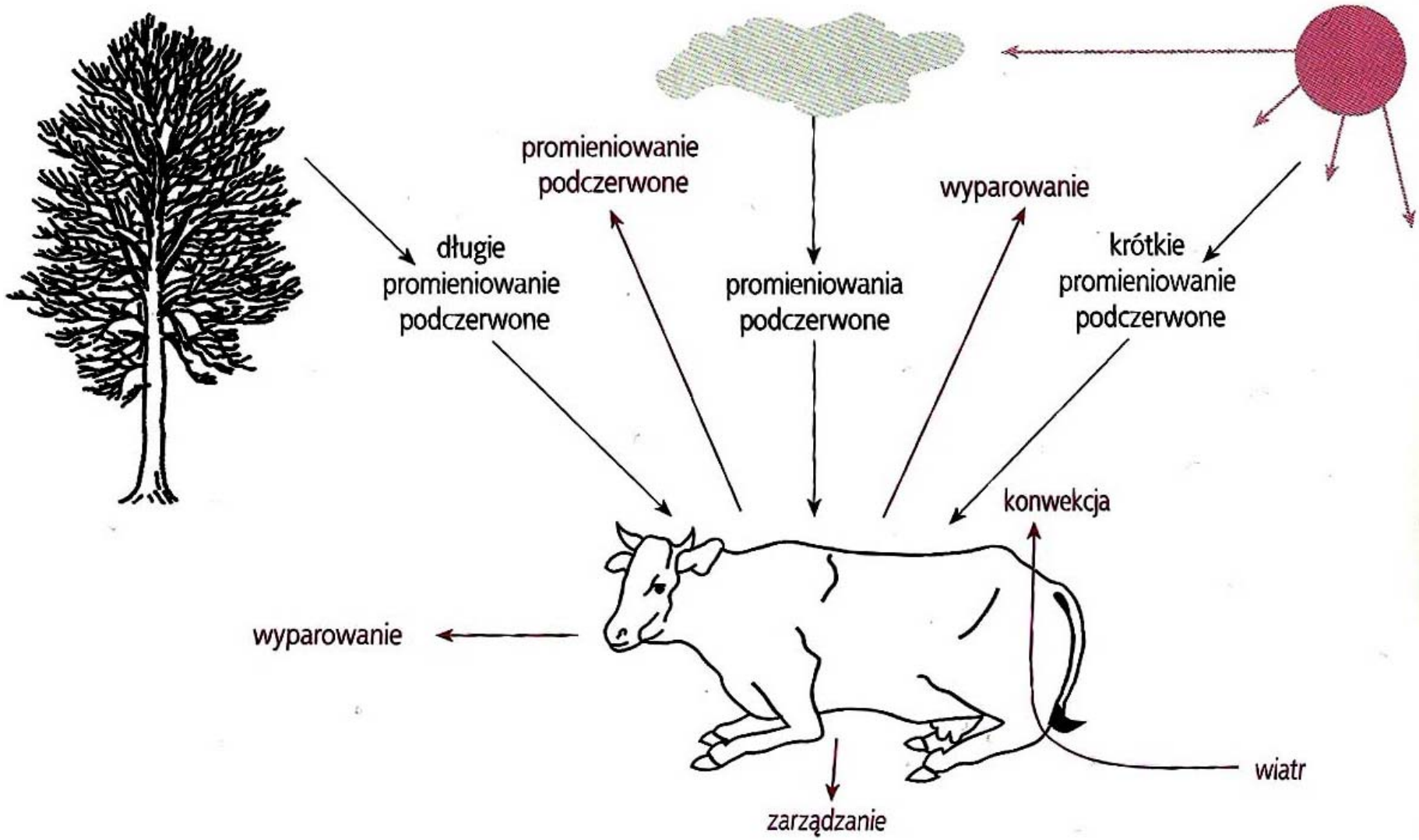
- izolacyjność cieplna
- przepuszczalność pary wodnej

Aktywność

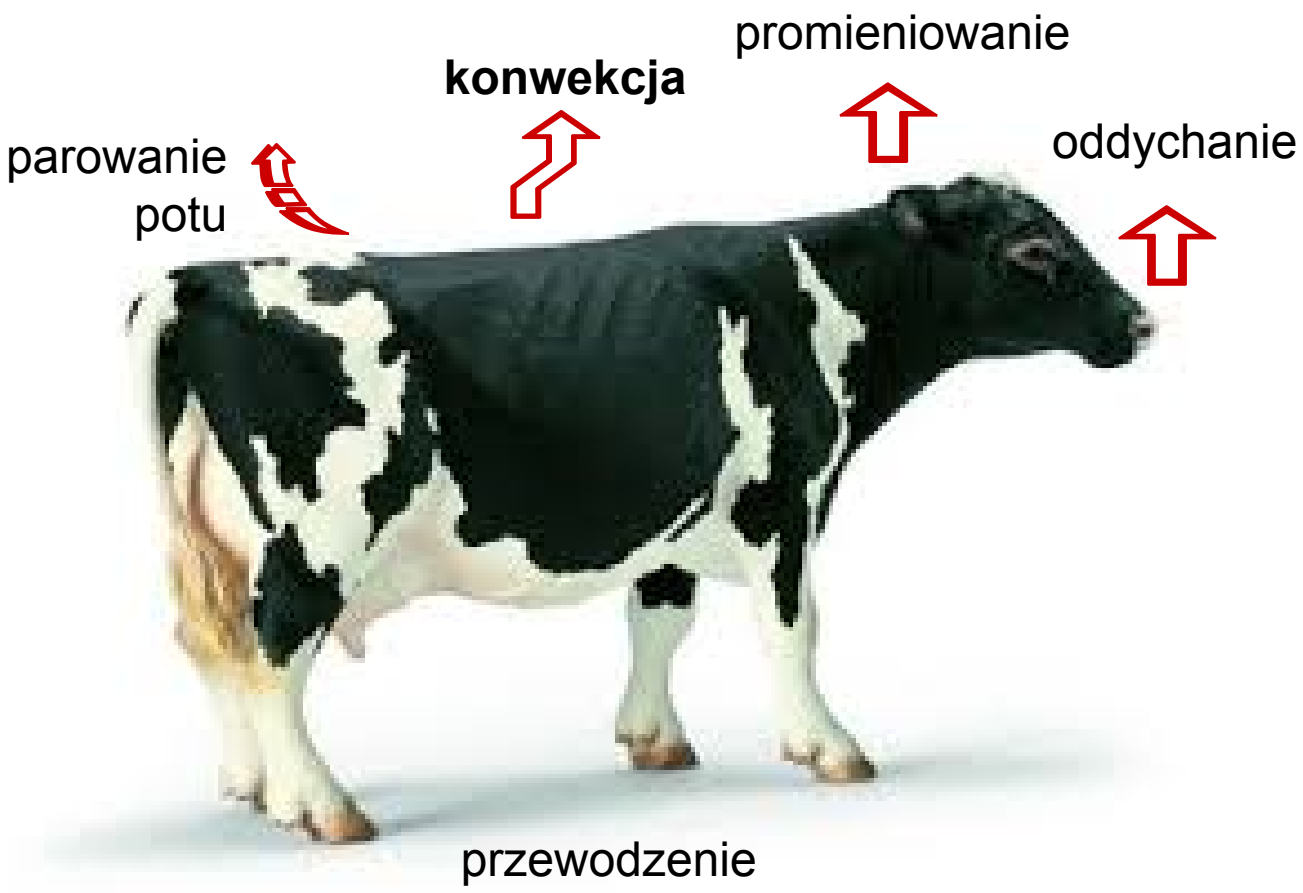
- metabolizm


utrata ciepła
produkcja ciepła
metabolity
pasza

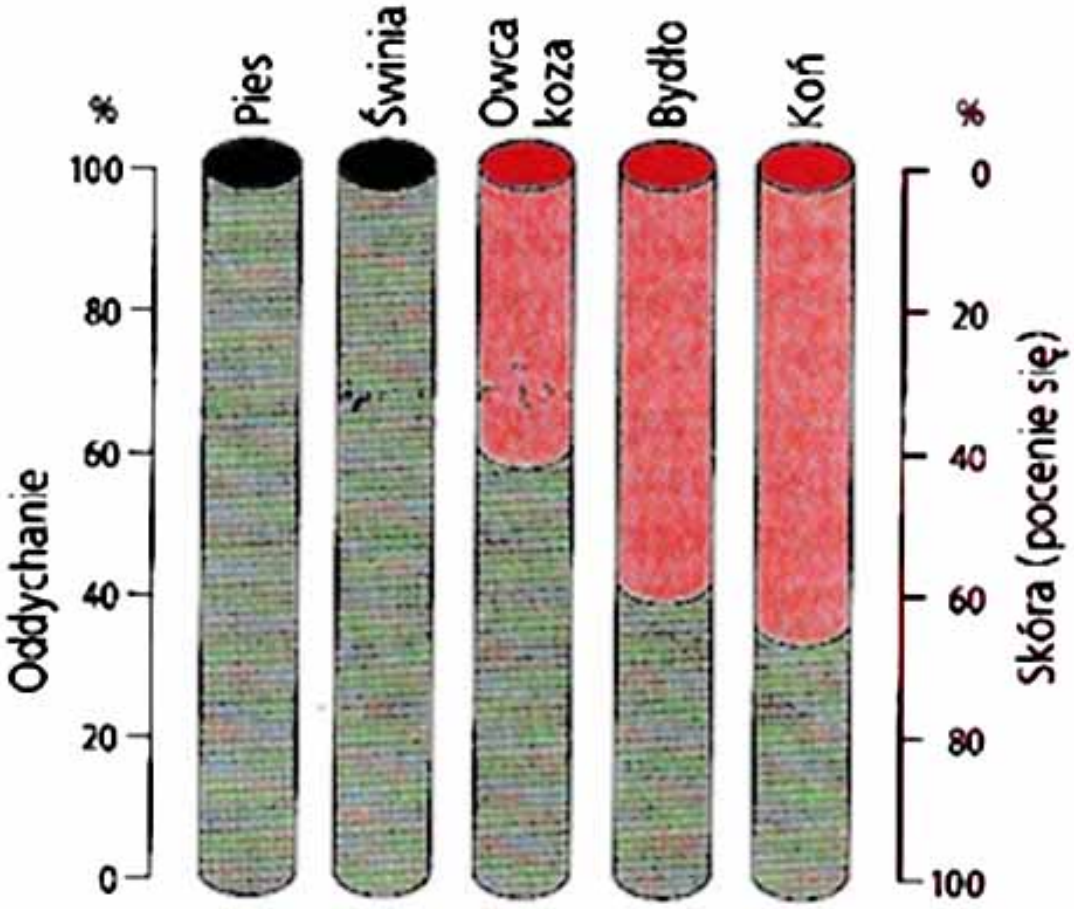
Wymiana ciepła pomiędzy zwierzęciem i otoczeniem



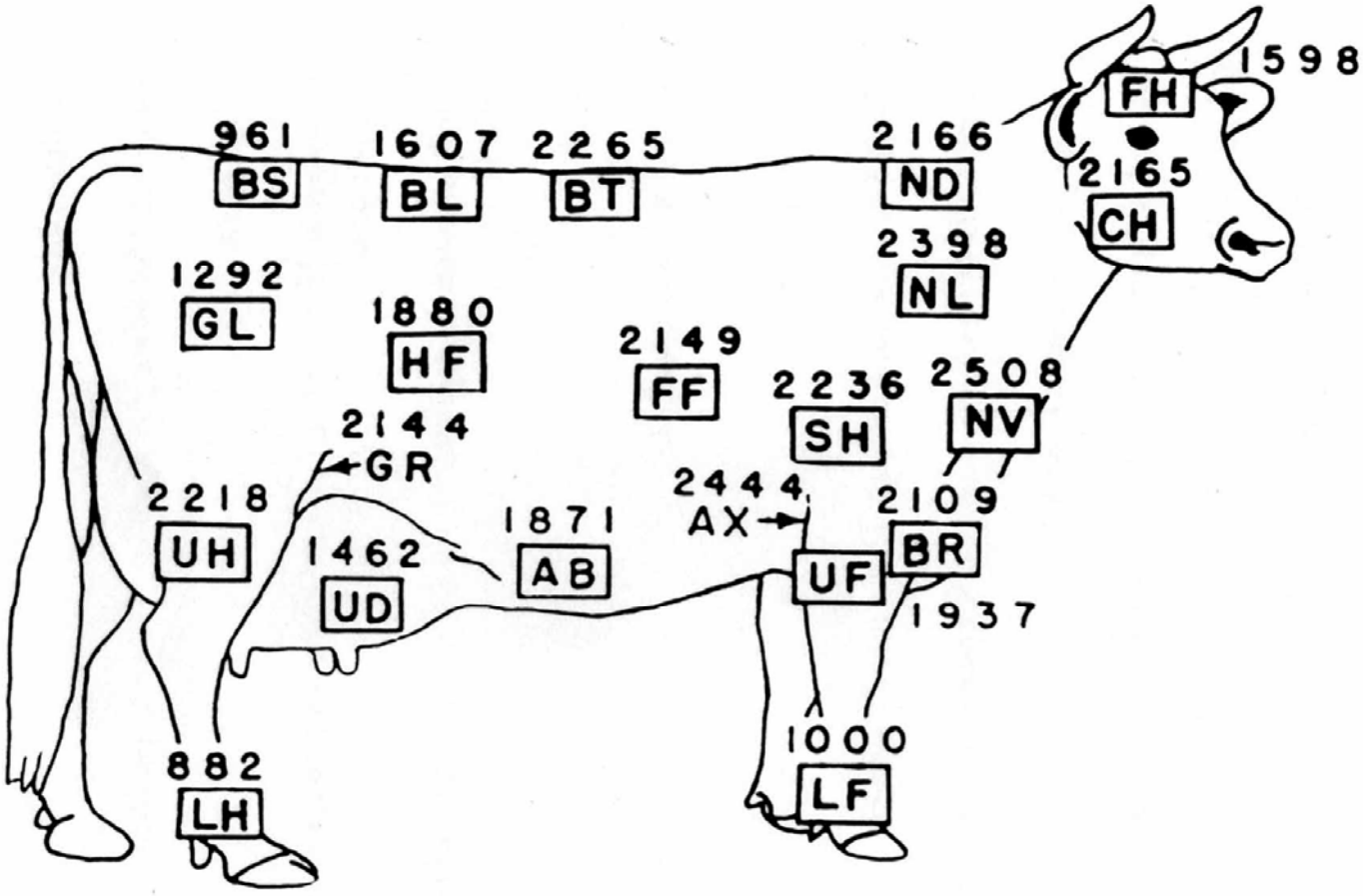
Kanały wymiany ciepła



Różne sposoby oddania ciepła przez wyparowanie wody na skórę i przez drogi oddechowe



Liczba gruczołów potowych



(Findlay and Yang, 1950)

Parowanie

- 1g wody = 0,6 kcal
- wysiłek fizyczny, wysoka temperatura otoczenia – 1600 ml/godz., 30-900 kcal/godz.

Problemy z powodu nadmiernego parowania

- hiponatremia, hipokalcemia
- zasadowica oddechowa
- hiperwentylacja

Bydło posiada dobrą termoregulację

- -10°C do +25°C
- poniżej -10°C:
  zwiększony pobór paszy i rozrost okrywy włosowej
- Ponad +25°C:
  zmniejszony pobór paszy i niższa wydajność mleczna / przyrost masy
- Zwierzęta dorosłe dobrze znoszą temperatury poniżej zera, jeśli powietrze jest suche, a w oborze nie występują przeciągi

Temperatura optymalna

- od +12 do +18°C

Stres termiczny

- Powyżej 20°C
  - powolne
  - pobierają mniej paszy
  - więcej piją
  - zieją by oddać ciepło
- Powyżej 30°C
  - 1,5 kg suchej masy mniej
  - spadek produkcji mleka o 3-5 kg/dzień

Najgorsza sytuacja (stres cieplny):

- wysokie temperatury – wysoka wilgotność powietrza (>80%) – niska wymiana powietrza
- w gorących porach roku temperatura powinna być jak najniższa

Stres cieplny

Objawy fizyczne:

- ospałość krów
- poszukiwanie cienia
- poszukiwanie świeżego powietrza
- poszukiwanie zraszaczy i przechodzenie do nich
- dyszenie, ponad 60 oddechów na minutę
- ślinienie się

Temperatura w żwaczu

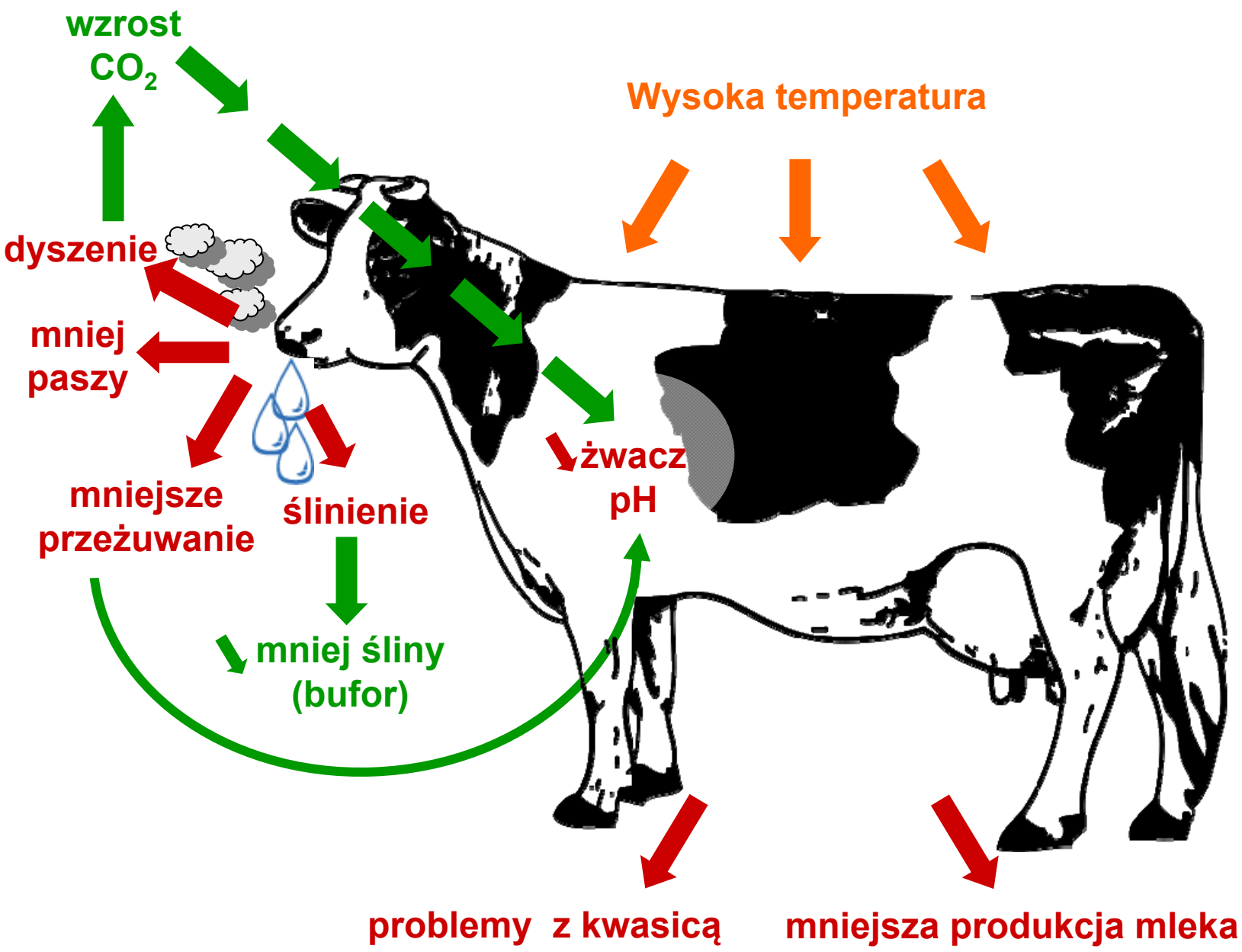
- wzrost temperatury ciała o 1-2°C
- wzrost temperatury w żwaczu
- wzrost temperatury treści żwacza tylko o 0,5°C
  - zmiany w mikrobiota
  - zmiany w wątrobie
  - stany zapalne wymienia
  - stany zapalne kończyn

Kwasica żwacza

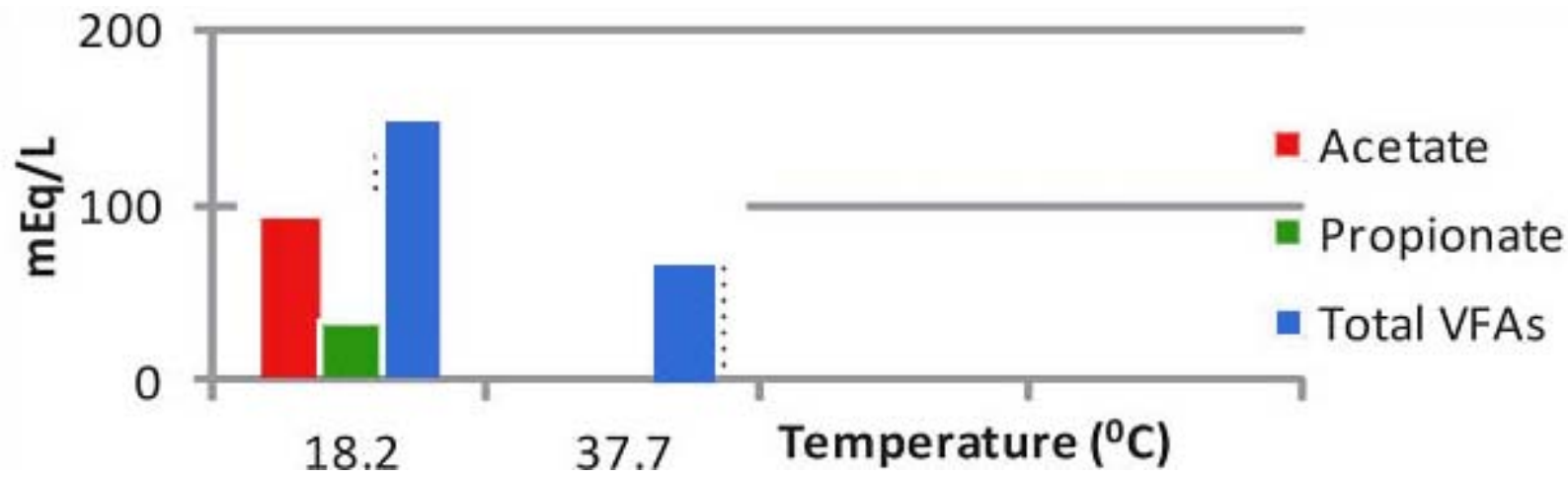
- spadek pobierania suchej masy,
- niski udział pasz objętościowych (włóknistych),
- zwiększony poziom łatwo fermentujących węglowodanów,
- osłabienie przeżuwania,
- ograniczony dopływ śliny,
- zwiększone wydalanie dwutlenku węgla,
- przyspieszone oddychanie zwierząt,

Kwasica żwacza c.d.

- spadek kwasowości płynu żwaczowego osłabia strawność włókna surowego, gdyż wartość pH < 6,0 negatywnie oddziałuje na bakterie celulolityczne,
- spadek wydajności i zawartości tłuszczu w mleku,
- obniżony na status zdrowotny jajników zwierzęcia,
- płodność,
- czas życia.


wzrost
CO_2
Wysoka temperatura
dyszenie
mniej
paszy
mniejsze
przeżuwanie
ślinienie
żwacz
pH
mniej śliny
(bufor)
problemy z kwasicą
mniejsza produkcja mleka

LKT w żwaczu

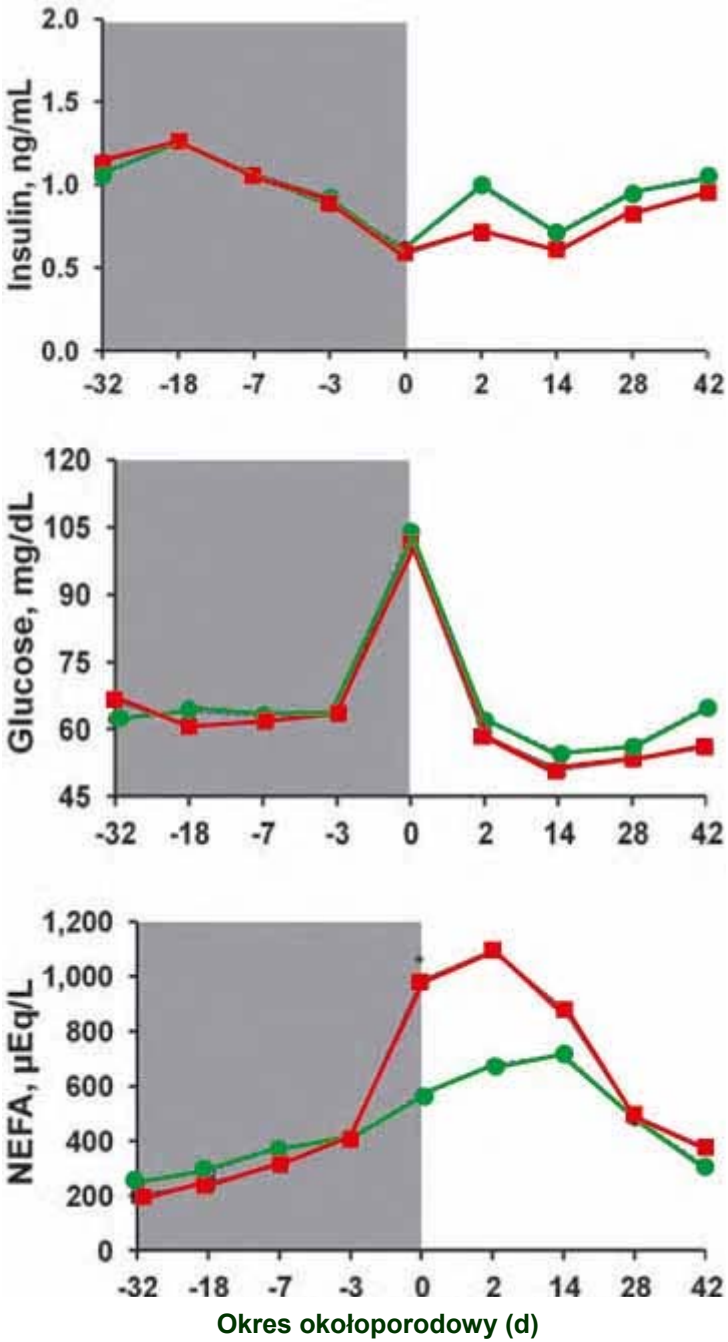


Kelly et al., 1986

Pasza gorszej jakości – mykotoksyny

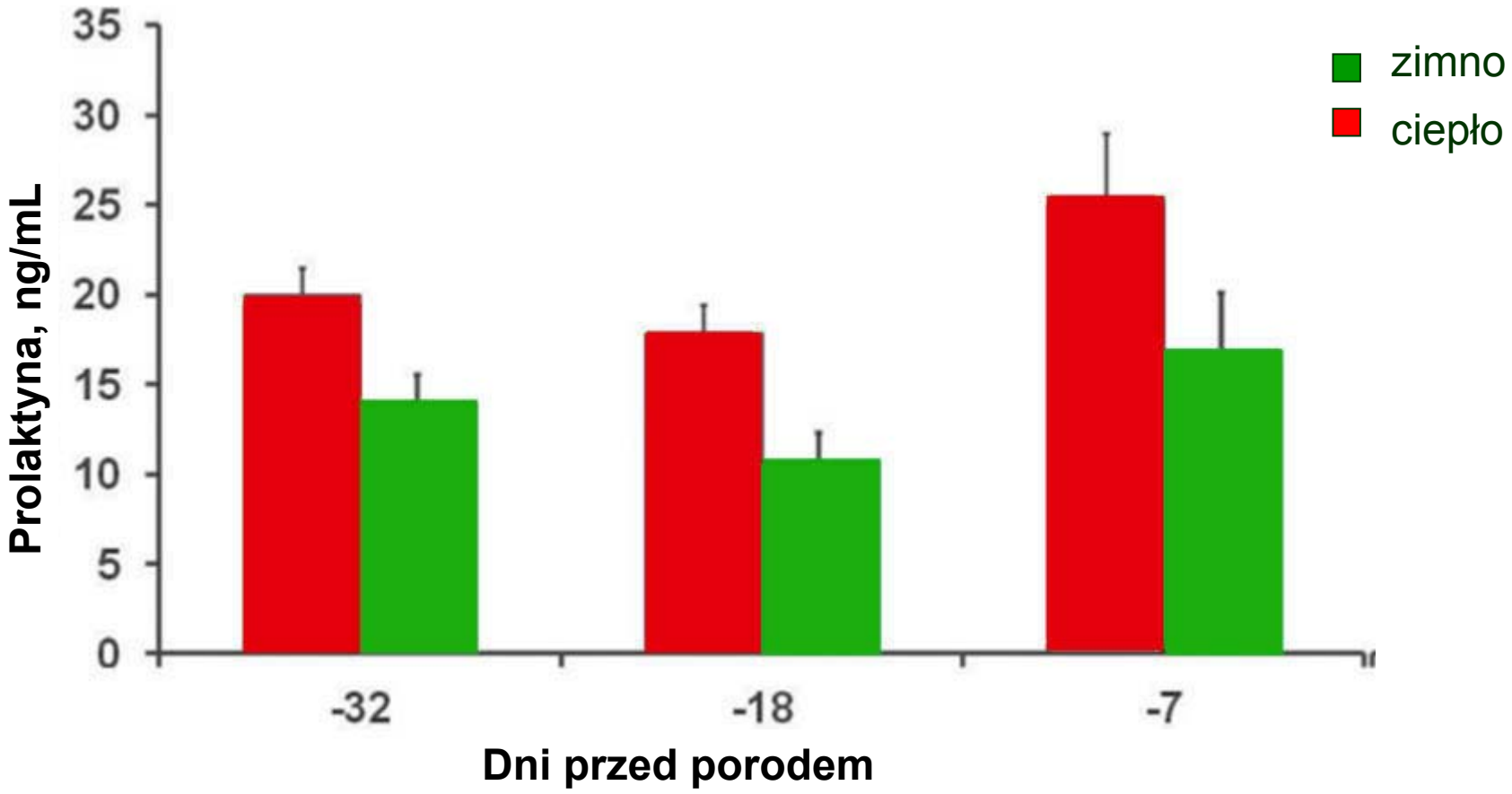
- ograniczenie pobrania paszy
- zaburzenia płodności
- osłabienie systemu immunologicznego
- patofizjologia narządów wewnętrznych

Parametry krwi u krów



zimno

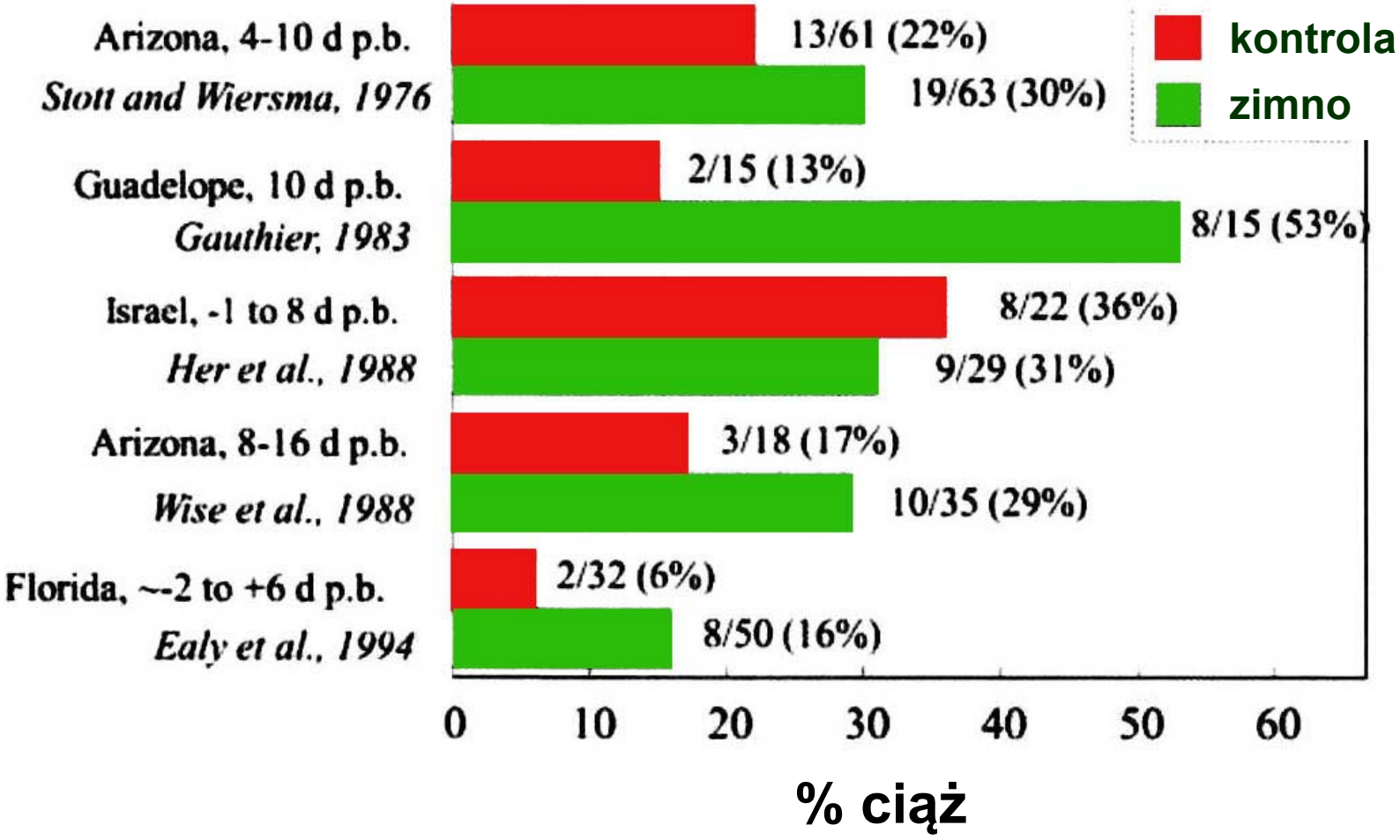
ciepło


35
30
25
20
15
10
5
0
Prolaktyna, ng/mL
-32
-18
-7
Dni przed porodem
zimno
ciepło

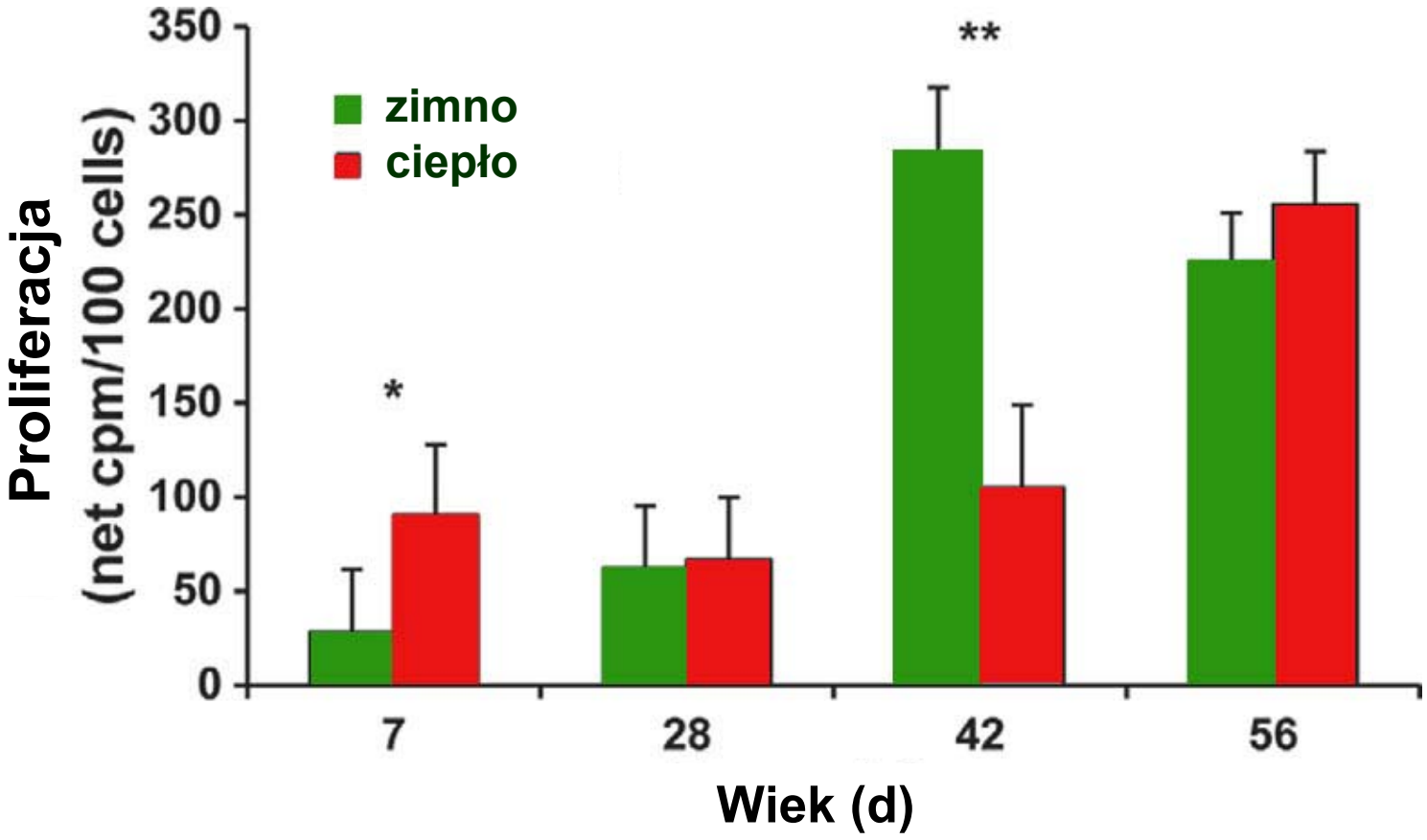
Parametry hematologiczne u krów

	Hb (g%)	Leukocyty ($x10^3$)	Neutrofile (%)	Limfocyty (%)	Monocyty (%)	Eozynofile (%)
Norma (n=15)	12.28 ± 0.42	7.05 ± 0.38	40.57 ± 0.99	57.00 ± 1.27	2.00 ± 0.30	0.42 ± 0.20
Hypertermia (n=55)	8.21 ± 0.27	8.41 ± 0.51	45. 30 ± 2.44	50.20 ± 2.40	1.60 ± 0.48	1.83 ± 0.42

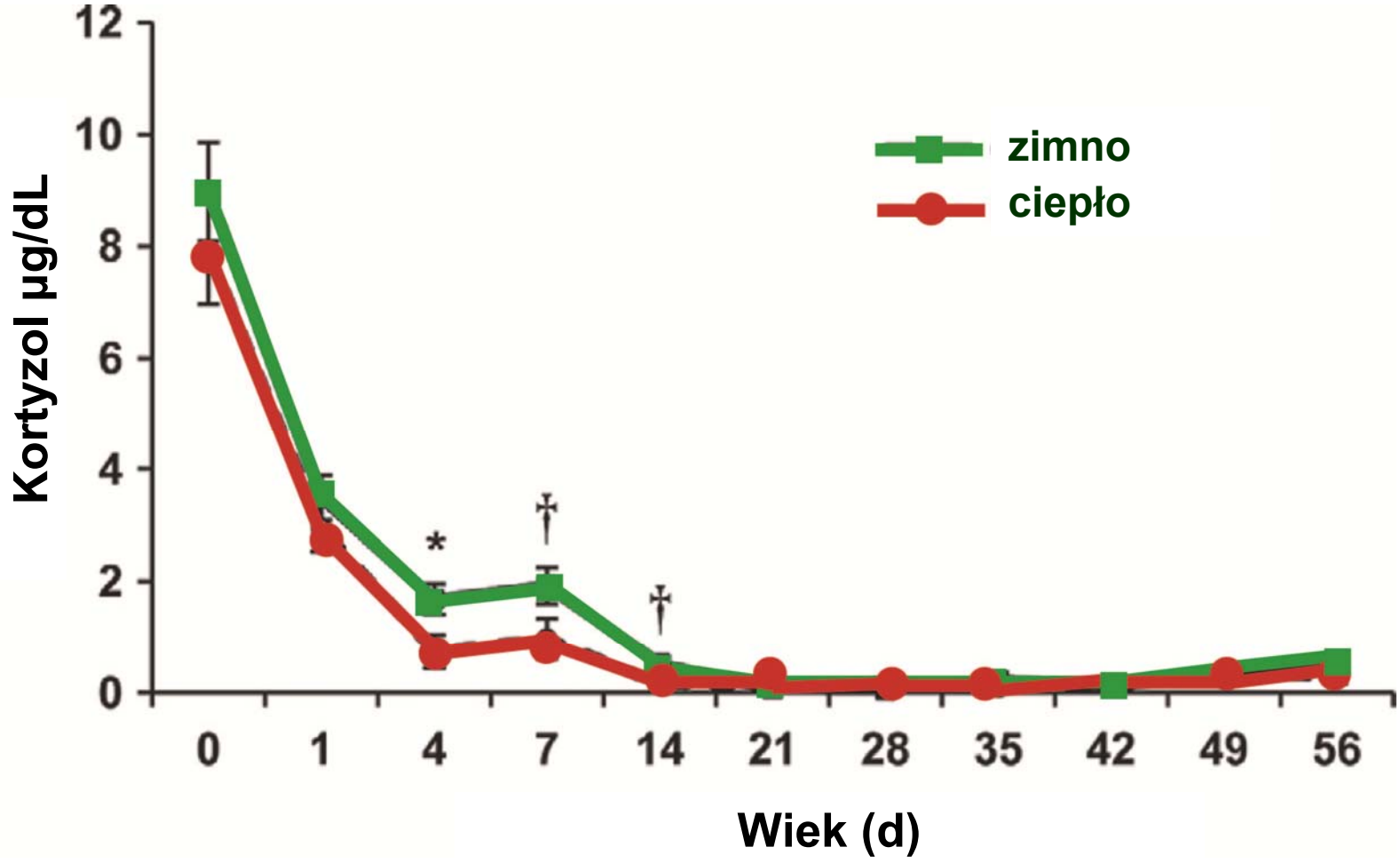
Temperatura a rozród



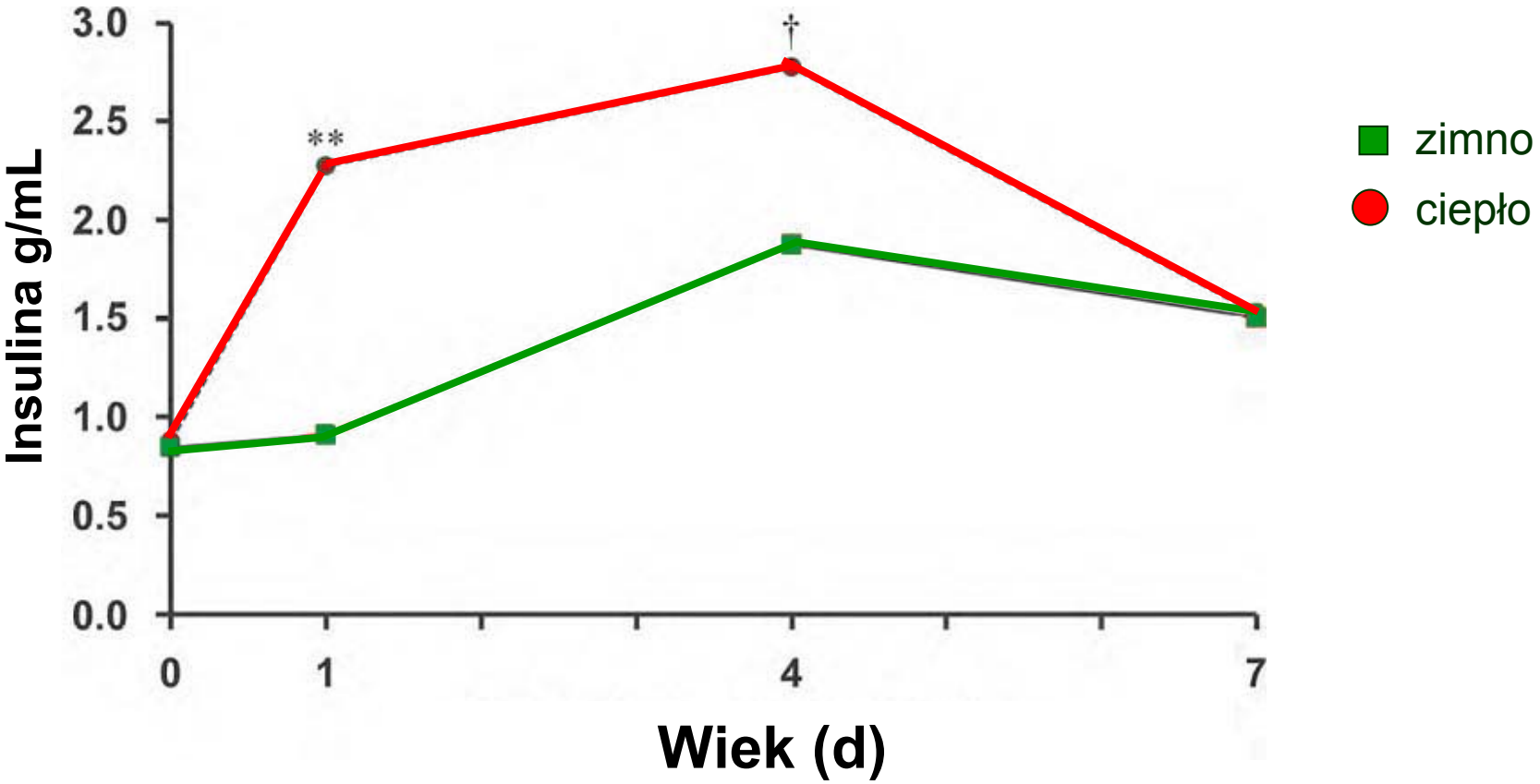
Układ immunologiczny - cielęta



Temperatura krów – kortyzol u cieląt

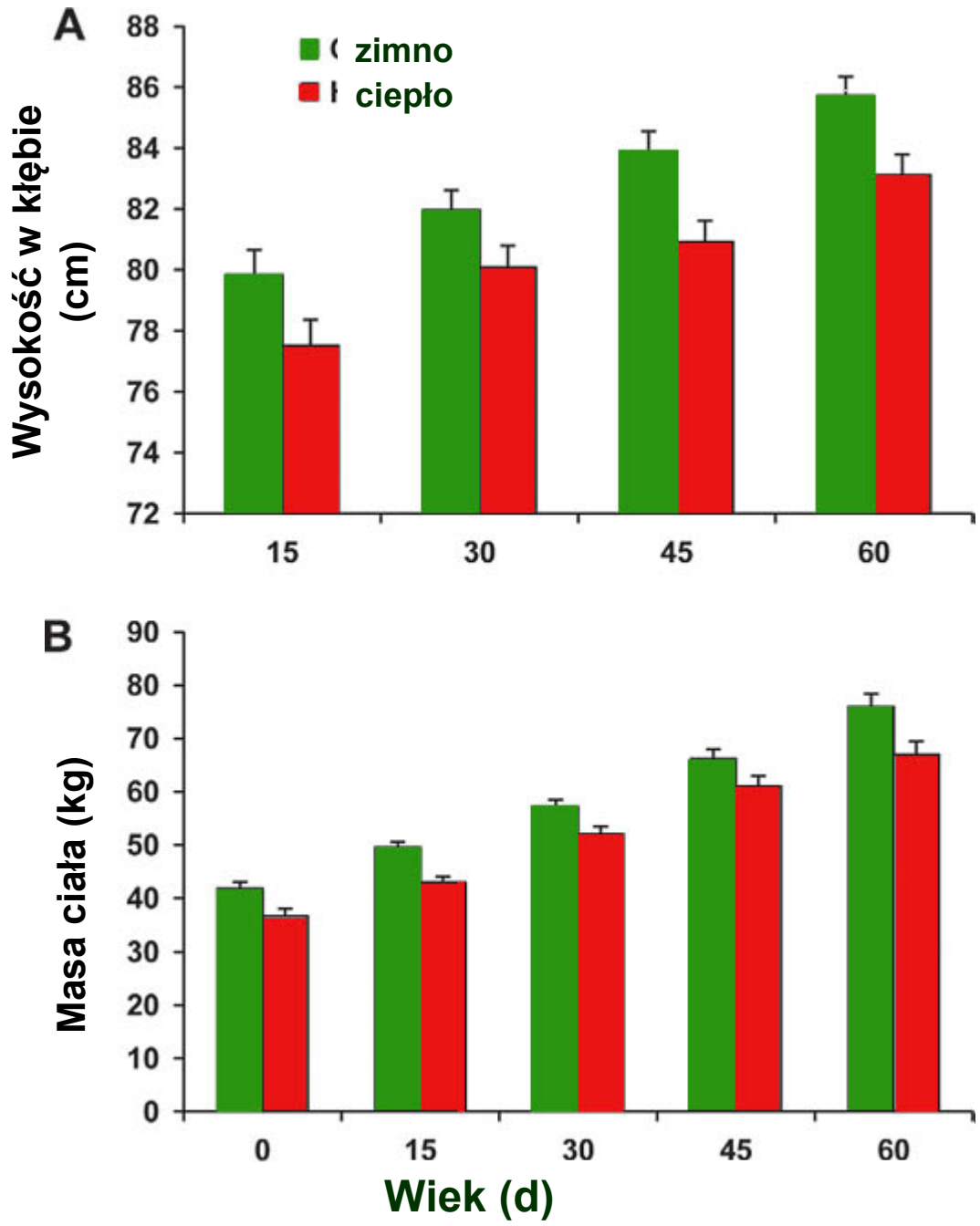


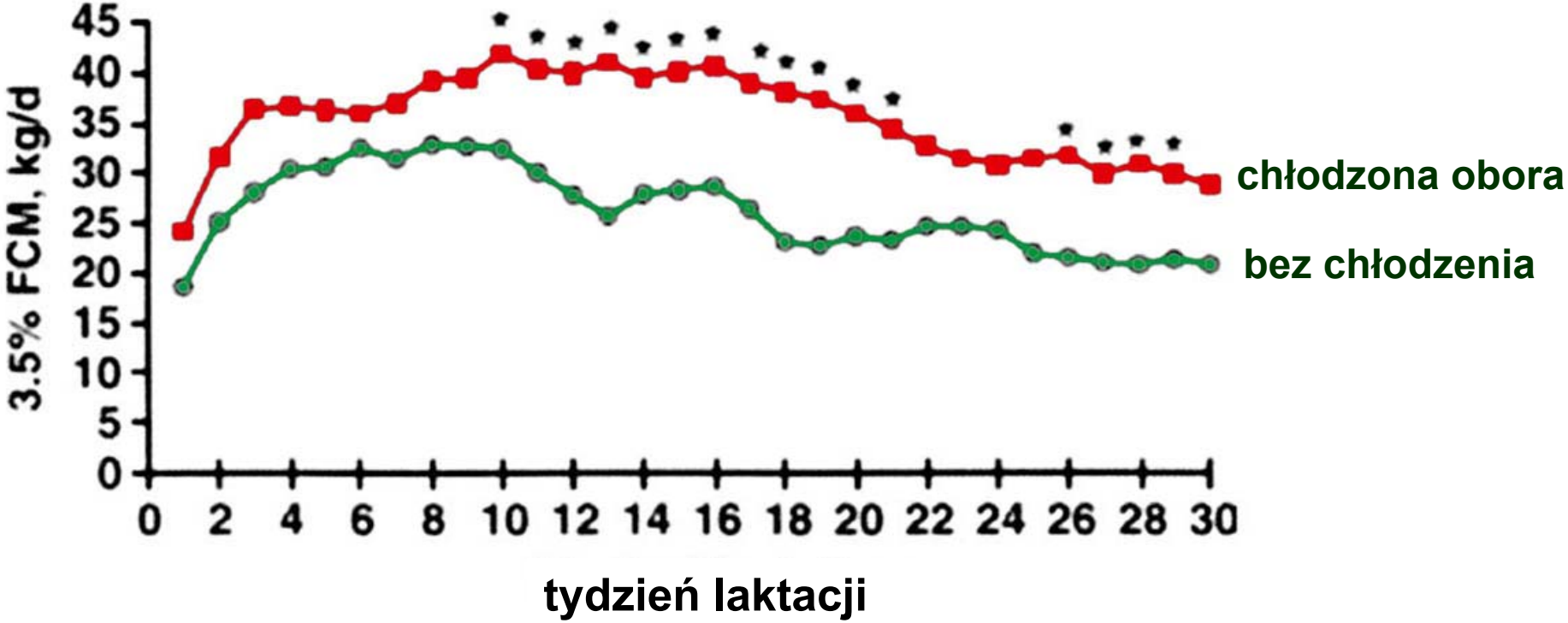
Cielęta i insulina



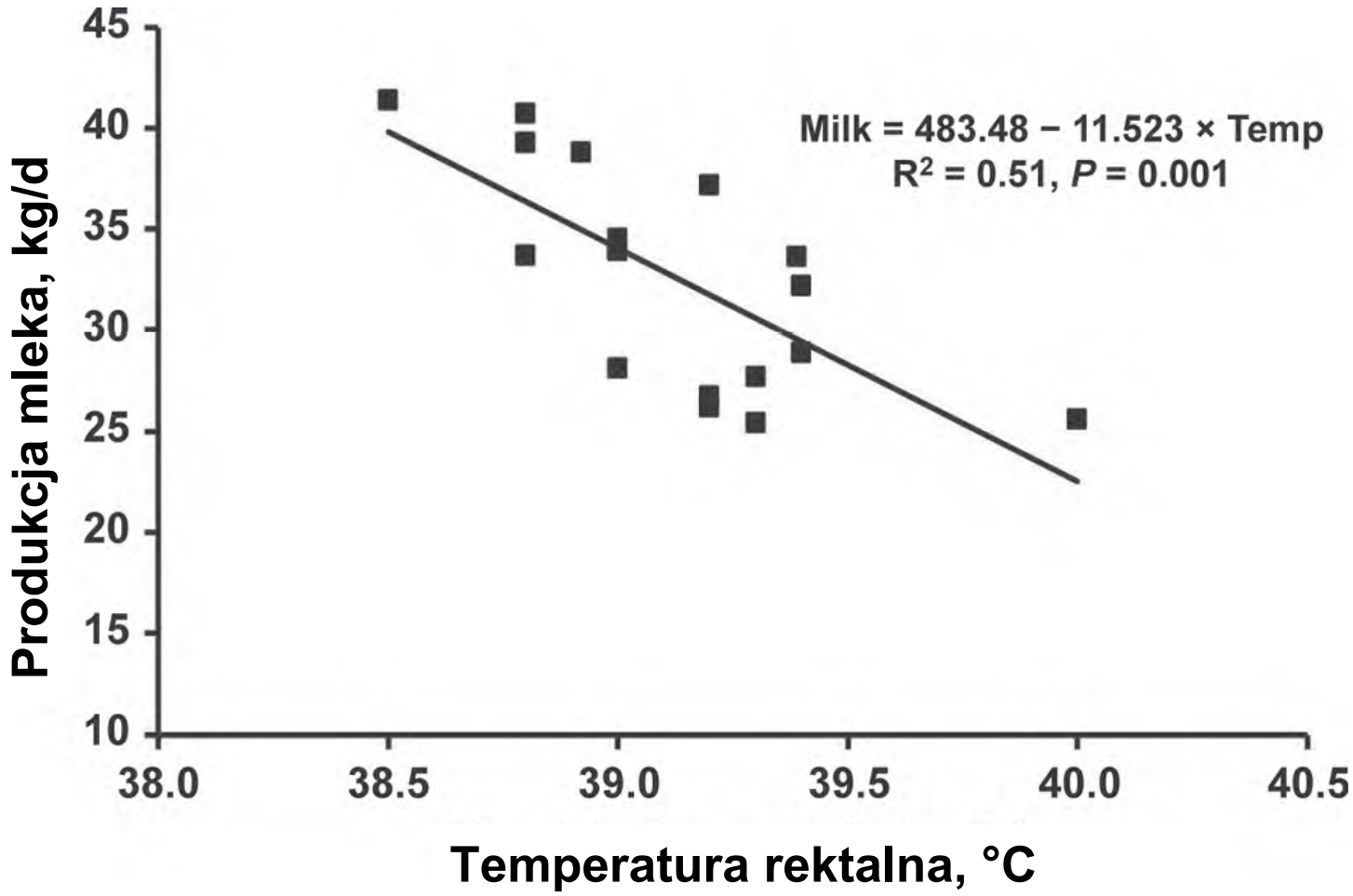
Wpływ stresu cieplnego krowy na parametry wzrostu cieląt

	HT cielęta	CL cielęta
Masa urodzeniowa (kg)	38.3	43.1*
Masa przy odsadzeniu (kg)	67.0	76.0*
Wysokość w kłębie przy odsadzeniu (cm)	83.1	85.7*

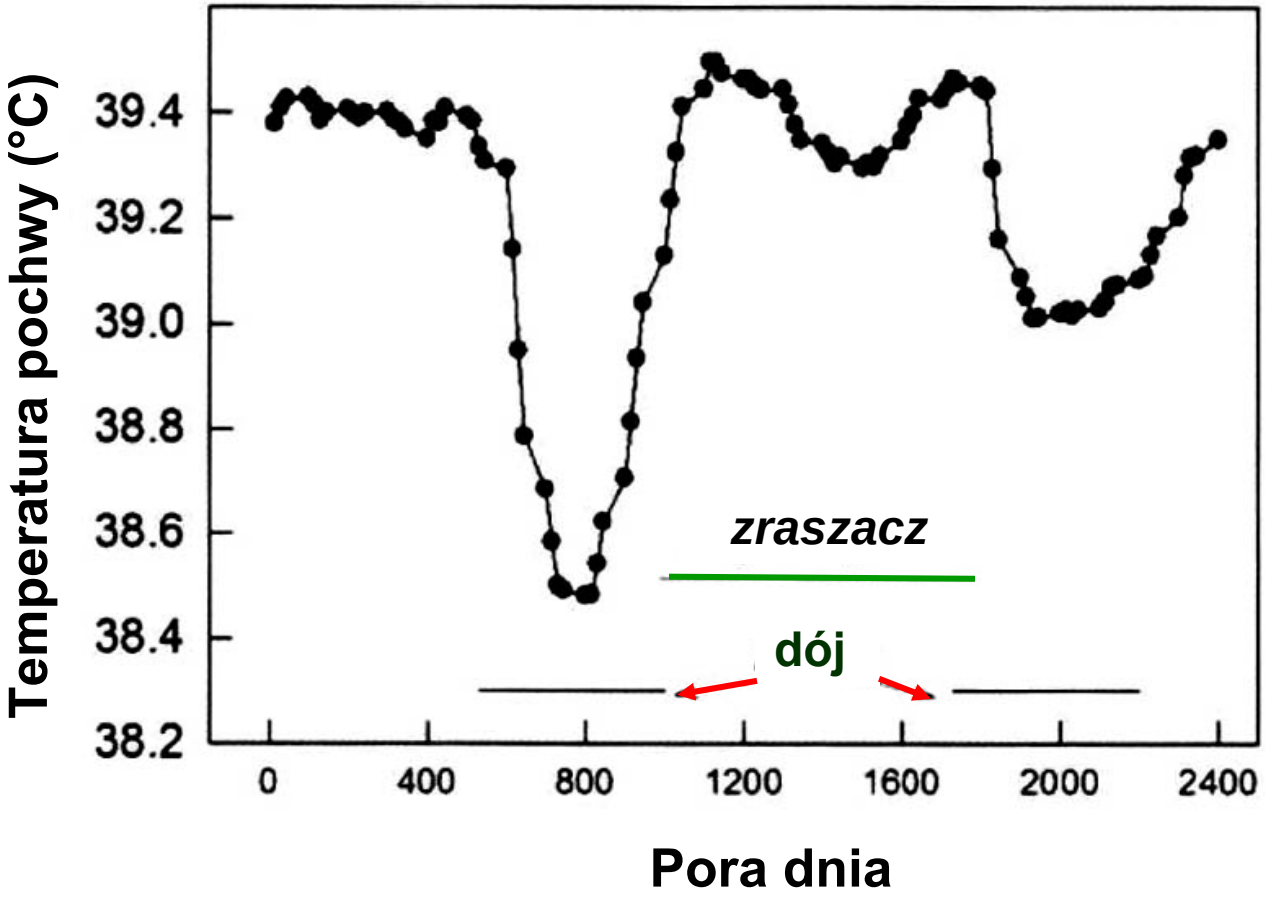

A
zimno
ciepło
Wysokość w kłębie (cm)
88
86
84
82
80
78
76
74
72
15
30
45
60
B
Masa ciała (kg)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
15
30
45
60
Wiek (d)

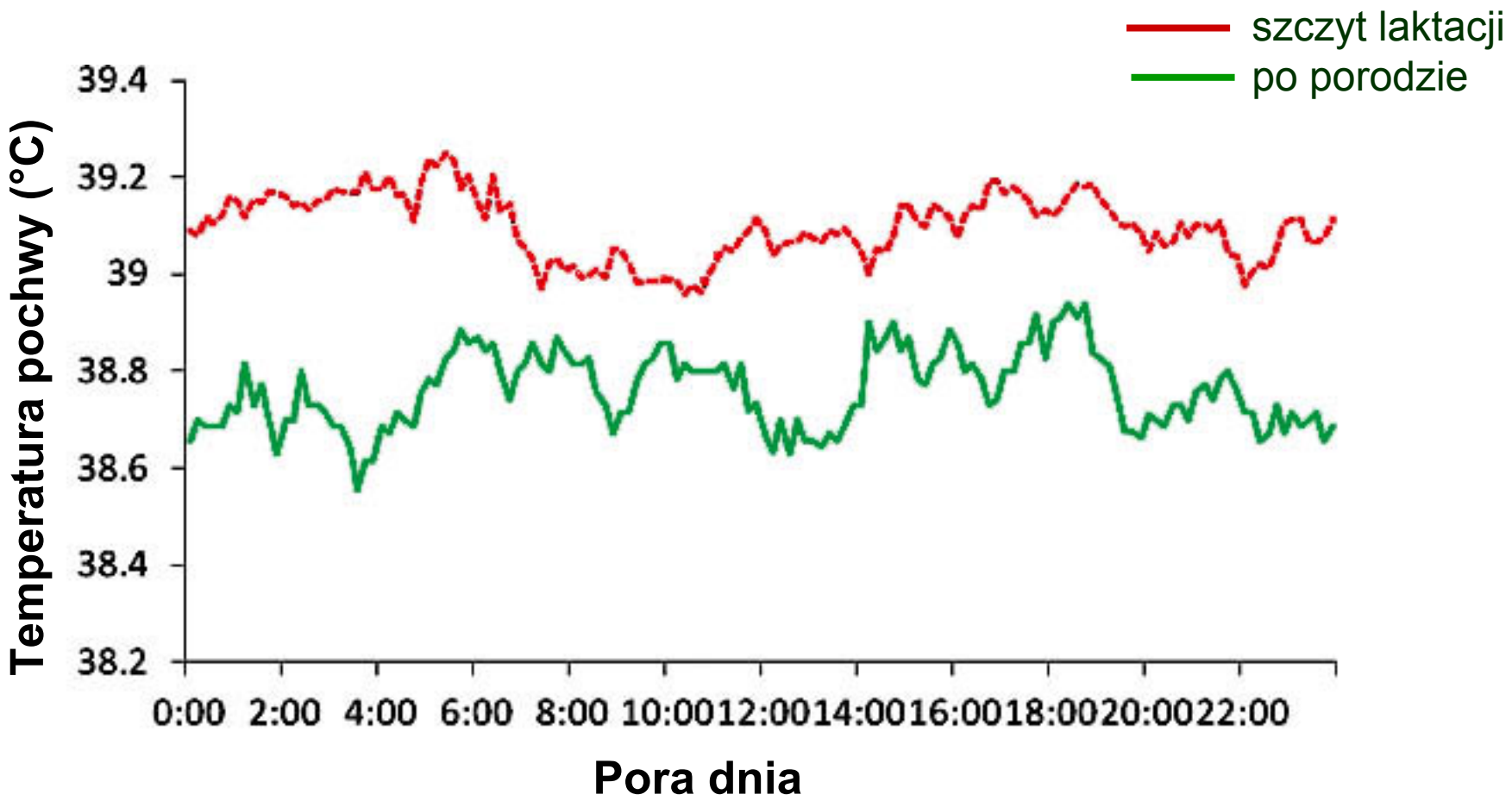

3.5% FCM, kg/d
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
tydzień laktacji
chłodzona obora
bez chłodzenia

Temperatura rektalna – produkcja mleka

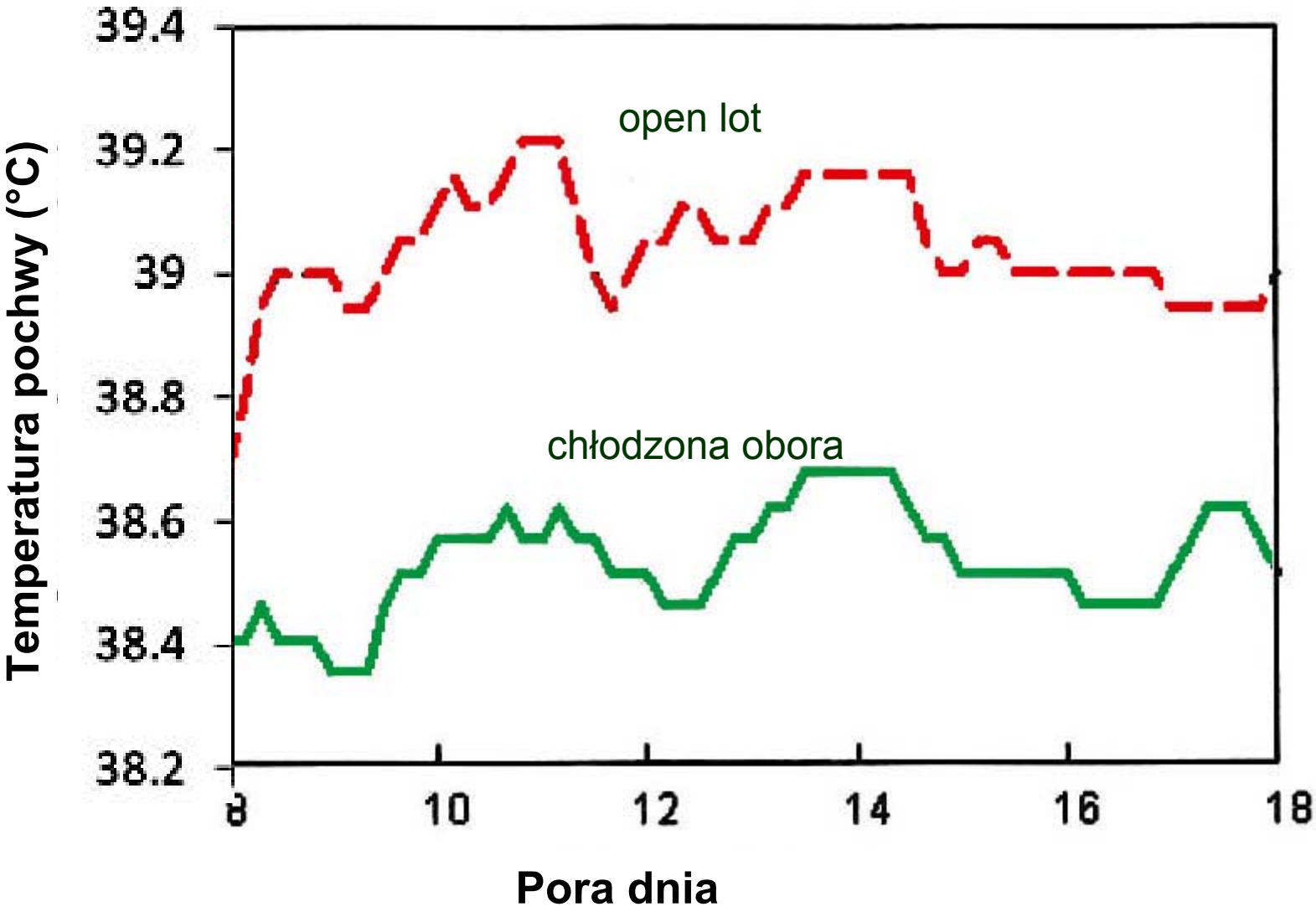


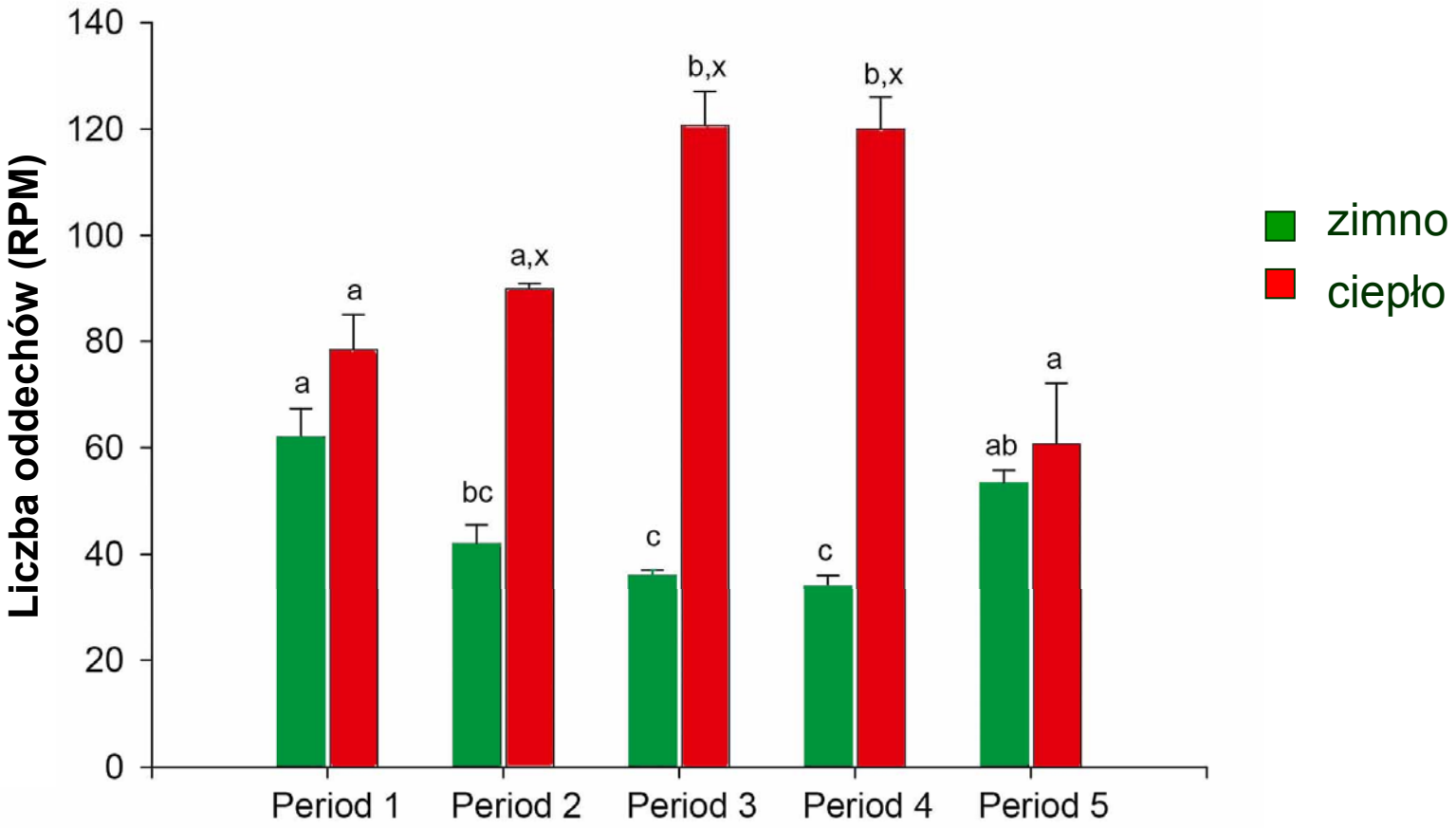
Pomiar temperatury

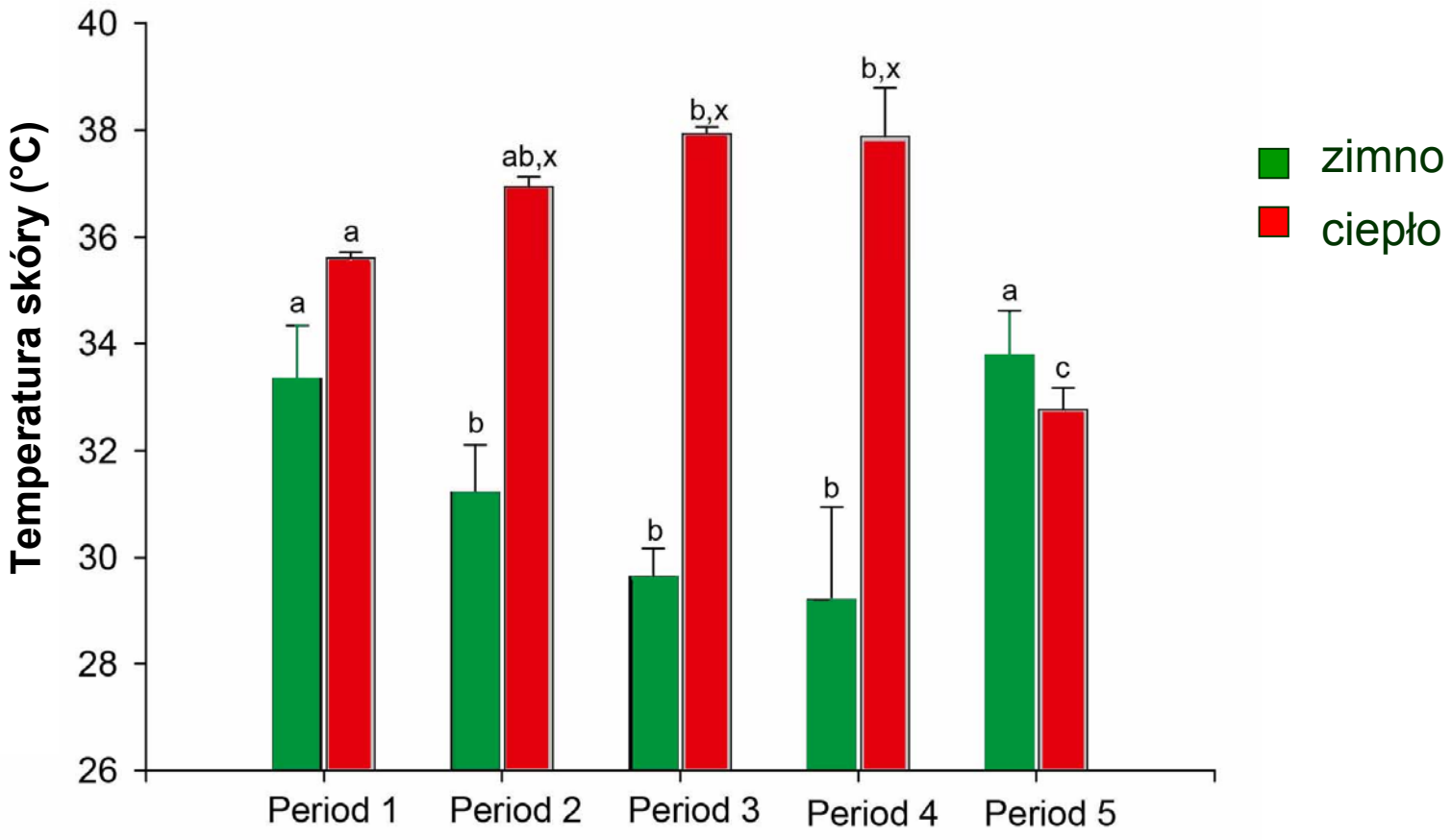


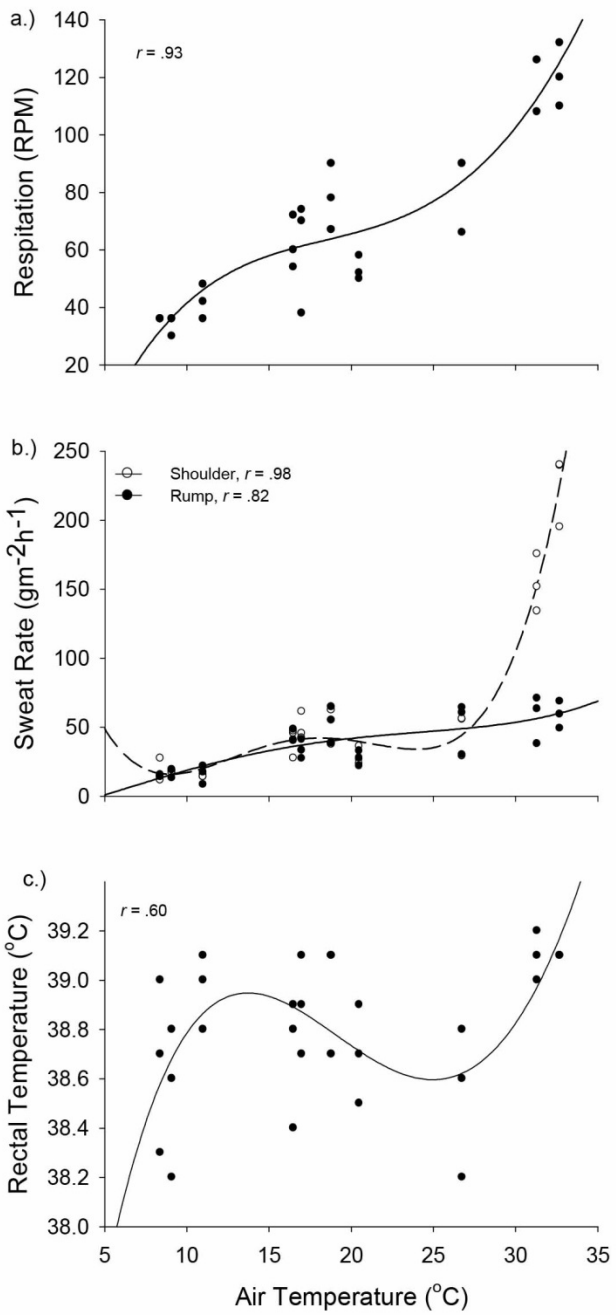

szczyt laktacji
po porodzie
Temperatura pochwy (°C)
39.4
39.2
39
38.8
38.6
38.4
38.2
0:00
2:00
4:00
6:00
8:00
10:00
12:00
14:00
16:00
18:00
20:00
22:00
Pora dnia

Rodzaj obory




Liczba oddechów (RPM)
140
120
100
80
60
40
20
0
a
a
bc
a,x
c
b,x
c
b,x
ab
a
Period 1
Period 2
Period 3
Period 4
Period 5
zimno
ciepło

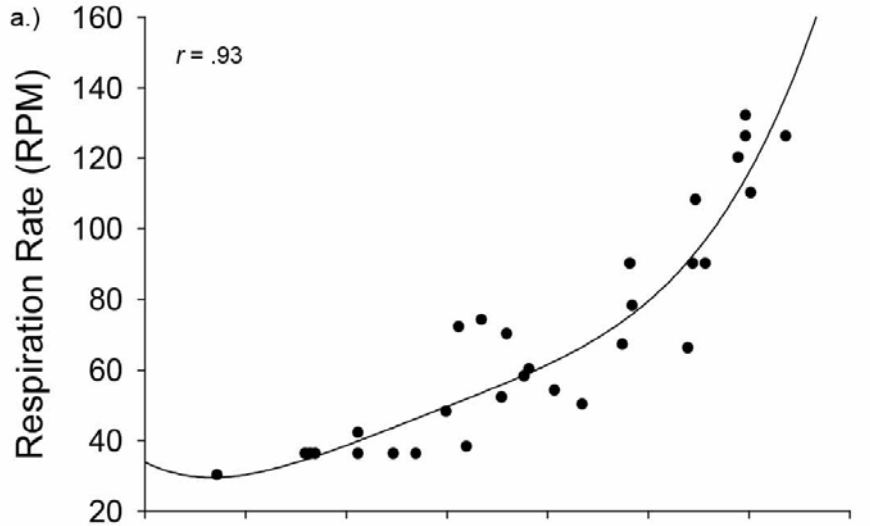

Temperatura skóry (°C)
40
38
36
34
32
30
28
26
a
a
b
ab,x
b
b,x
b
b,x
a
c
Period 1
Period 2
Period 3
Period 4
Period 5
zimno
ciepło



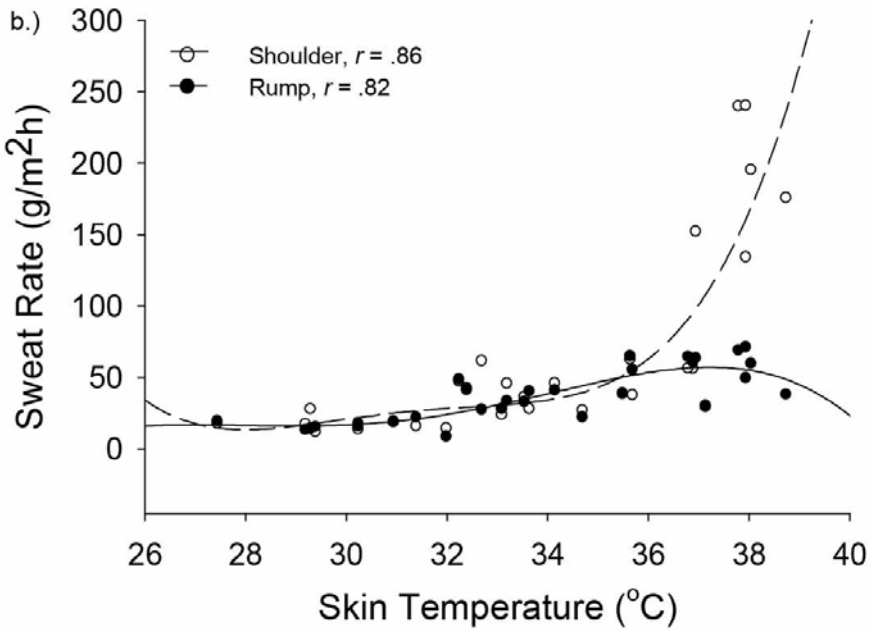
RPM jako funkcja temperatury powietrza (°C)

Pocenie jako funkcja temperatury skóry (°C).

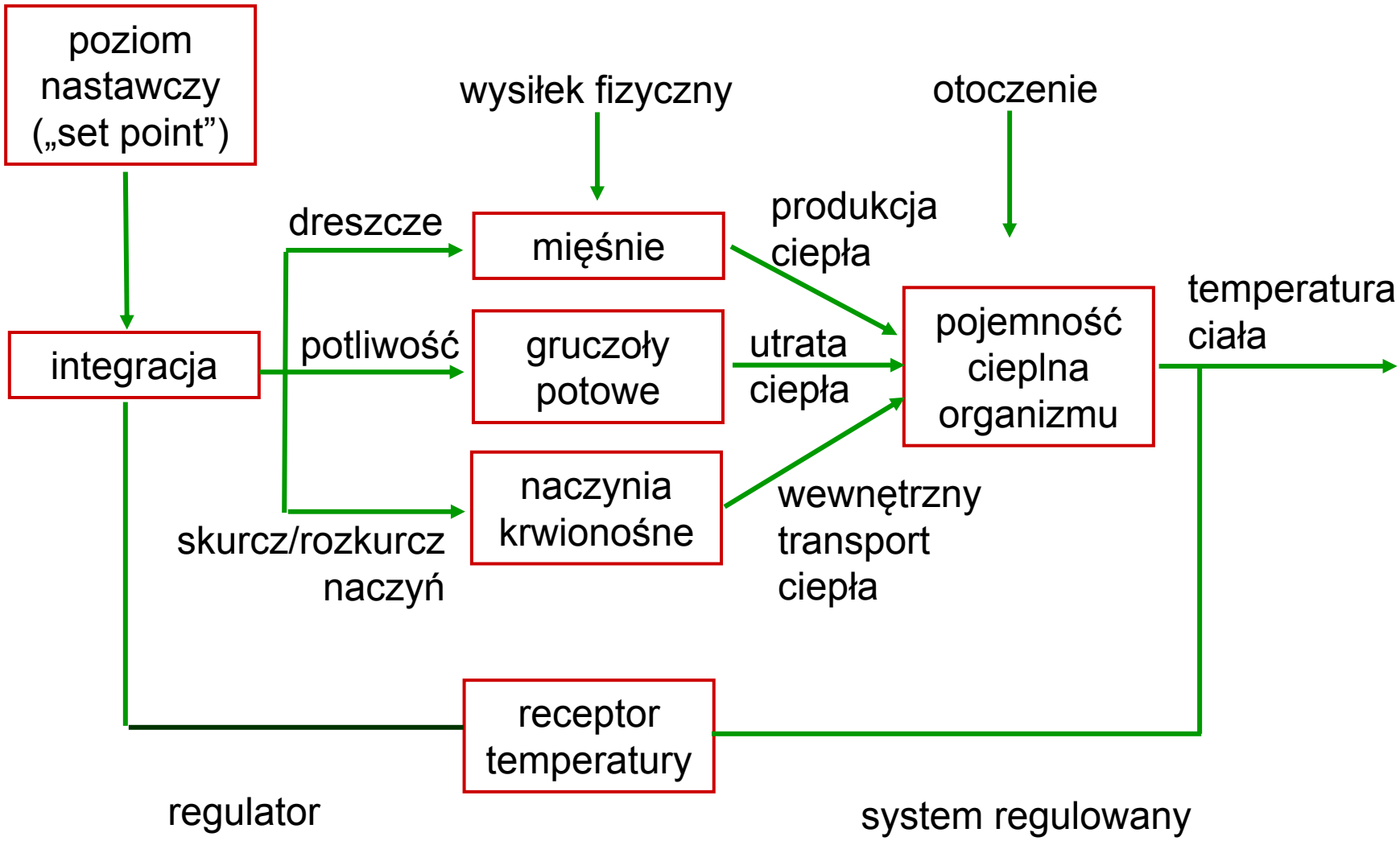
Temperatura rektalna (°C) jako funkcja temperatury powietrza (°C).



RPM jako funkcja temperatury skóry (°C)



Pocenie się jako funkcja temperatury skóry (°C).


poziom nastawczy („set point”)
wysiłek fizyczny
otoczenie
dreszcze
mięśnie
produkcja ciepła
integracja
potliwość
gruczoły potowe
utrata ciepła
pojemność cieplna organizmu
temperatura ciała
naczynia krwionośne
skurcz/rozkurcz naczyń
wewnętrzny transport ciepła
receptor temperatury
regulator
system regulowany

Pytania

- Czy zmieniać temperaturę otoczenia?
- Czy zmieniać metabolizm krowy?
- Jeśli tak – to czy żywieniem?
- Czy regulować poprzez zmianę AKTYWNOŚCI układu nerwowego? Hormonalnego?
- Czy uznać mądrość krowy i naturalne mechanizmy adaptacji?
- A może policzyć: **ILE KOSZTUJE JEDEN °C?**

Materiały źródłowe

- Barowicz, and Pieszka 2014
- Collier et al., 1982b; Wolfenson et al., 1988; Avendano-Reyes et al., 2006; Adin et al., 2009; Amaral et al., 2009, 2011; Tao et al., 2011, 2012b; Thompson et al., 2012
- Zimbelman et al..2009,
- Dikmen et al.. 2009
- Hansen et al..2014
- Monteiro et al..2014
- Randhawa et al.. 2014
- Kennedy 1999
- Burfeind et al.. 2014
- Rensis et al.. 2015
- Tao et al.. 2011, 2012
- Tao and Dahl 2013
- Vermunt and Tronter 2011
- Boulant et al.. 2011
- Scharf 2008
- Suthar et al.. 2011
- Soto et al.. 2003
- Berman 1970
- Bobek et al..1997
- USDANASS, 2011

Podziękowania

mgr Beata Morawska

mgr inż. Kazimierz Mazur

prof.dr hab. Maciej Kowalski

prof.dr hab. Romuald Stupnicki