

ZYGMUNT EWY, WŁADYSŁAW KUHL

WPLYW OZIĘBIENIA PRZY STRZYŻY NA PRZEMIANĘ ENERGETYCZNĄ U OWIEC

Z Katedry Fizjologii Zwierząt WSR w Krakowie
Kierownik: prof. dr Z. Ewy

Temperatura ciała zwierząt homoiotermicznych jest wynikiem równowagi jaka zachodzi pomiędzy ilością wytwarzanego ciepła, a utratą jego do otoczenia. Ciepło wytwarza się przy przemianach biochemicznych zachodzących w ustroju, zaś uchodzi przez promieniowanie, przenoszenie, przewodzenie, parowanie ze skóry i płuc oraz ogrzewanie powietrza wdychanego, wypitej wody i pobranej karmy, do temperatury ciała. Poza tym mała ilość ciepła uchodzi z wydaliniami zwierząt.

Poszczególne gatunki zwierząt zależnie od okrywy skóry oraz zdolności pocenia się mają różne mechanizmy termoregulacyjne. Szczególnie skomplikowany jest układ regulujący stałą ciepłotę ciała u owiec, bowiem wełniasta okrywa skóry utrudnia straty ciepła przez promieniowanie, przenoszenie i przewodzenie, oraz nieznaczne są ilości wytwarzanego potu przez gruczoły potowe (*Brook* i wsp.).

Owce są zaliczane do grupy zwierząt, u których głównie mechanizm termoregulacyjny zachodzi przez zwolnienie lub przyspieszenie oddechu (*Lee* i wsp.), (*Knapp* i wsp.).

W hodowli owiec przeprowadza się okresowo strzyżę, w czasie której pozbawia się zwierzęta izolującej okrywy wełnistej, co powoduje bardzo silne oziębienie organizmu. Dla utrzymania stałej ciepłoty ostrzyżone zwierzęta są zmuszone do wytwarzania większej ilości ciepła (*Graham* i wsp.) oraz zmiany mechanizmu termoregulacyjnego. Celem przeprowadzonych badań było wykazanie stopnia nasilenia przemian energetycznych oraz zmian w termoregulacji zachodzących u owiec w okresie strzyży.

METODYKA

Do doświadczeń użyto 8 owiec rasy: Merynos i Cakiel. Owce były trzymane w jednolitych warunkach pomieszczeniowych i żywieniowych. U zwierząt tych oznaczano przemianę spoczynkową przed podaniem karmy, używając metody systemu otwar-

tego przy pomocy masek i worka Douglasa. Wydechane powietrze analizowano przy pomocy aparatu Haldane'a, opierając się na metodach opisanych przez Brody'ego.

Przemiany energetyczne obliczano w oparciu o wartość kaloryczną 1 litra tlenu, podając przeliczone wartości na kg żywej wagi zwierzęcia, pozbawionego okrywy wełnistej oraz w przeliczeniu na 1 m² powierzchni ciała. Powierzchnię ciała obliczano według wzoru podanego przez Dukesa.

$$S = 0,1 \times W^b$$

S = powierzchnia ciała w m², W = żywa waga zwierzęcia w kg, b = 0,7.

Oprócz przemiany energii mierzono ilość oddechów, pojemność oddechową oraz minutową płuc. Pojemność minutową płuc obliczano przez dzielenie zawartości powietrza w worku Douglasa przez ilość minut, w czasie których trwało doświadczenie, zaś pojemność oddechową obliczano, dzieląc pojemność minutową przez ilość oddechów w czasie minuty. Tętno liczono na tętnicy udowej, zaś temperaturę mierzono w prostnicy.

Zwierzęta doświadczalne były przyzwyczajane do oddychania w maskach. Przemiana spoczynkowa była mierzona codziennie o godz. 6 rano. Na jednej parze zwierząt przeprowadzono 3 pomiary przed strzyżą, codziennie 1 pomiar. Następny pomiar był przeprowadzony po 22 godzinach po strzyży, zaś ostatni wykonano w drugim dniu po strzyży. Łącznie przeprowadzono 3 przed strzyżą i 2 pomiary po strzyży na jednej parze zwierząt.

Doświadczenie trwało przez 4 tygodnie, przy czym jedna para zwierząt była używana do doświadczeń przez jeden tydzień. W czasie doświadczenia przeprowadzono pomiary temperatury pomieszczenia. Wyniki pomiarów podano w postaci średnich arytmetycznych dla wszystkich pomiarów i wszystkich zwierząt. Dla charakterystyki szeregu pomiarów obliczono odchylenie standartowe wg wzoru podanego przez Ruszczyca.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}$$

gdzie σ — odchylenie standartowe — sigma

x = wartość poszczególnych pomiarów badanego szeregu

n — ilość pomiarów badanego wskaźnika.

WYNIKI

Temperatura otoczenia w czasie strzyży zwierząt wahała się w granicach 9—14°C, przy czym miesiąc (maj 1957) należał do chłodnych i wilgotnych.

Ilość wytwarzanego ciepła przed strzyżą wynosi u owiec przeciętnie 1,233 Kcal/kg ż. w./godz. ($\sigma = \pm 0,145$). Przy przeliczeniach na m² i godz. ilość wytwarzanego ciepła wynosi 38,55 Kcal ($\sigma = \pm 4,34$).

Po ostrzyżeniu ilość wytwarzanego ciepła wynosi po przeliczeniu na kg ż. w. i 1 godz., 1,506 Kcal ($\sigma = \pm 0,450$), a przy przeliczeniu na m² i 1 godz., wynosi 44,23 Kcal ($\sigma = \pm 11,4$). Z zestawienia danych zarysowuje się

wpływ strzyży, która powoduje wzrost przetwarzanej energii, odpowiednio o 22,2% i 14,8% w zależności od sposobu przeliczania.

Pochłanianie tlenu u owiec przed strzyżą wynosi 2,45%, zaś wydalenie dwutlenku węgla 2,22% ogólnej ilości powietrza przechodzącego przez płuca. σ dotycząca tlenu wynosi $\pm 0,35$, zaś dwutlenku węgla $\pm 0,29$. Po

Tabela 1. Poziom badanych wskaźników przed strzyżą i po strzyży oraz procentowe wartości wzrostu względnie obniżenia wywołane strzyżą

Table 1. The indexes as before and after shearing, and the differences

	Przed strzyżą 1)	Po strzyży 2)	% zwwyżki 3)	% zniżki 4)
Poziom przemian energetycznych, Kcal/kg ż. w./lh 5)	1,233	1,506	22,2	—
Poziom przemian energetycznych, Kcal/kg ż. w./lh	38,55	44,23	14,8	—
% objętości pochłoniętego tlenu 6)	2,45	4,29	74,6	—
% objętości wydalanego dwutlenku węgla 7)	2,22	3,63	63,5	—
Ilość oddechów w minucie 8)	32	16	—	50
Pojemność minutowa płuc w litrach 9)	6,63	4,42	—	33,3
Pojemność oddechowa płuc w mililitrach 10)	218	275	26	—
Ilość tętna w minucie 11)	73	98	34	—
Poziom temperatury rektalnej 12)	39,1	38,5	—	1,5
Współczynnik oddechowy 13)	0,902	0,846	—	—

Before shearing 1); After shearing 2); Increase in % 3); Decrease — in % 4); Energy metabolism, in kilocal./kg body weight/h. 5); Oxygen uptake, in % of volume 6); Carbon dioxide expired, in % of volume 7); Respirations per minute 8); Capacity of lungs, in litres per minute 9); Respiratory capacity in millilitres 10); Pulse rate, per min. 11); Rectal temperature 12); Respiratory quotient 13).

strzyży nastąpiło zwiększone pochłanianie tlenu, bo do zawartości 4,29% ($\sigma = \pm 0,49$), zaś wydalenie dwutlenku węgla do 3,63% ($\sigma = \pm 0,13$). Po strzyży wzrósł stopień pochłaniania tlenu o 74,6%, zaś wydalenie dwutlenku o 63,5% w stosunku do okresu przed strzyżą.

Współczynnik oddechowy obliczony dla wszystkich owiec przed strzyżą wynosił 0,902, zaś po strzyży 0,846.

Ilość oddechów w okresie przed strzyżą wynosiła przeciętnie 32 na minutę, przy czym występowała duża zmienność ($\sigma = \pm 11$). Strzyża spowodowała bardzo dużą obniżkę ilości oddechów, obniżenie wynosiło 50%.

Średnia ilość oddechów w minucie po ostrzyżeniu wynosiła 16 ($\sigma = \pm 2$). Różnica ta jest statystycznie wysoce znamienne.

Podobnie jak ilość oddechów zachowuje się pod wpływem strzyży pojemność minutowa płuc, obniżając się o 33,3%. Średnie wartości pojemności minutowej płuc kształtowały się na poziomie 6,63 l ($\sigma = \pm 0,991$) po strzyży zaś 4,42 l ($\sigma = \pm 0,99$). Różnica statystycznie znamienne.

Pojemność oddechowa płuc zachowuje się odmiennie od ilości oddechów i pojemności minutowej. Pod wpływem strzyży pojemność oddechowa, która przed strzyżą wynosiła średnio 218 ml ($\sigma = \pm 56$), podniosła się o 26% i kształtowała się przeciętnie na poziomie 275 ml ($\sigma = \pm 61$).

Tętno u badanych owiec wynosiło przeciętnie 73 na min. w okresie przed strzyżą. Pozbawienie okrywy wełnistej wywołało podniesienie się częstotliwości tętna o 34%, tzn. do wartości 98 na minutę, przy czym było ono słabo wyczuwalne. Zwyżka jest statystycznie wysoce znamienne.

Ostatni z badanych wskaźników temperatura ciała, zmniejszyła swój poziom pod wpływem strzyży. Różnica pomiędzy obu okresami wynosi zaledwie 1,5%, a w wartości bezwzględnej spadek wynosi 0,6°C, różnica jest jednak statystycznie znamienne. Temperatura ciała przed strzyżą wynosiła 39,1°C (wahając się w granicach 38,9 do 39,3°C). Po strzyży nastąpił spadek do wartości 38,5°C przy wahaniami w granicach od 38,4 do 38,9°C.

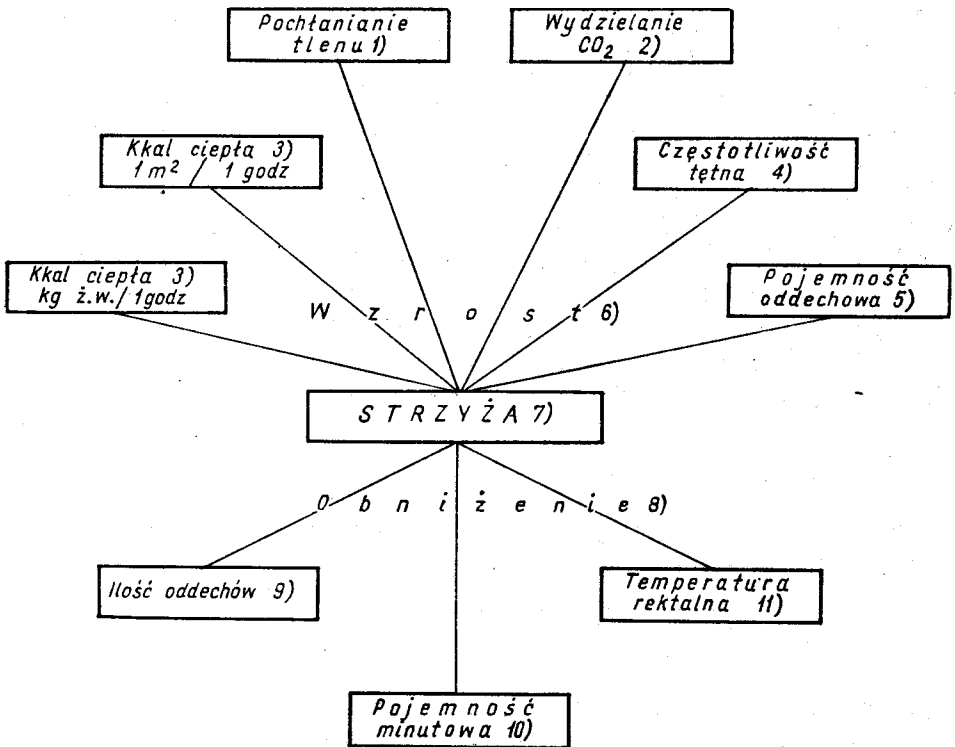
Ilustrację wpływu strzyży na omawiane wskaźniki fizjologiczne przedstawia ryc. 1 oraz tab. 1.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Poziom przemian energetycznych zachodzących w ustroju zwierzęcym zależy od wielu czynników, wśród których dużą rolę odgrywa temperatura otoczenia. Zakres temperatury strefy obojętnej dla tej samej owcy jest różny, w zależności od tego czy jest ona w okrywie wełnistej czy też jest ostrzyżona. Według *Tomme'go* temperatura strefy obojętnej dla owcy niestrzyżonej wynosi 12,5°C, dla ostrzyżonej zaś około 20°C. Wyniki badań *Blaxtera* i wsp. [4] oraz *Grahama* i wsp. wskazują, że u owiec dokładnie ostrzyżonych wartości powyższe wahają się w granicach od 24 do 39°C, przy czym dużą rozpiętość temperatury i stosunkowo bardzo duże wartości były tłumaczone wpływem wysoko- i niskokalorycznej karmy, którą były żywione zwierzęta.

Temperatura w naszych doświadczeniach wahała się w granicach 9 do 14°C i jak wynika z danych przedstawionych w cytowanych pracach jest znacznie niższa od temperatury strefy obojętnej. Dla uzyskania równowagi cieplnej zwierzęta były zmuszone do zwiększenia przemian energetycznych o 14,8% przy przeliczeniu na m², zaś przy przeliczeniu na kg

ż. w. o 22,2% stanu przed strzyżą. Wyniki powyższe potwierdzają badania *Grahama* i wsp., którzy określając poziom przemian energetycznych owiec strzyżonych stwierdzili, że przy temperaturze 8°C występował prawie dwukrotny wzrost przemian energetycznych w stosunku do poziomu mierzonego w zakresie temperatur obojętnych. Zwiększenie przemian ener-



Ryc. 1. Schemat wpływu strzyży na wzrost lub obniżenie badanych wskaźników fizjologicznych.

Fig. 1. Diagram of the effect of shearing on the physiological index investigated. 1) Oxygen uptake. 2) CO₂ expiration. 3) Kilocalories. 4) Pulse rate. 5) Respiratory capacity. 6) Increase. 7) Shearing. 8) Decrease. 9) Number of respirations. 11) Lung capacity per minute. 11) Rectal temperature.

getycznych łączy się ściśle z większą czynnością tarczycy. *Ewy* i *Slebodziński* stwierdzili u owiec w czasie strzyży występowanie znacznie większej konwersji i zwiększenie szybkości uwalniania jodu hormonalnego z tarczycy.

Obserwacje dotyczące ilości oddechów, pojemności minutowej oraz oddechowej płuc wykazują, że zwierzęta starają się zmniejszyć utratę ciepła parowania wody z dróg oddechowych oraz zmniejszyć ubytek ciepła potrzebnego do ogrzania powietrza przechodzącego przez płuca. Zwierzęta

ostrzyżone zmniejszają znacznie, bo ok. 50% ilości oddechów oraz o 33,3% ilości powietrza przechodzącego przez płuca w 1 minucie w stosunku do okresu przed strzyżą. Pojemność poszczególnych oddechów jest natomiast o 26% wyższa. W dostępnym nam piśmiennictwie nie spotykano danych dotyczących pojemności oddechowej u owiec przy oziębieniach. W licznych badaniach u bydła *Kibler* i *Brody* [13, 14, 15, 18] wykazali, że przy niskich temperaturach występuje zmniejszenie częstotliwości oddychania.

Podobne spostrzeżenia zrobił *Bianca* [1] w doświadczeniach przeprowadzonych na cielętach. Powyżsi badacze podkreślają dużą rolę częstotliwości oddychania w mechanizmie termoregulacji.

Bardzo ciekawym wynikiem jest stopień wykorzystania tlenu powietrza oddechowego u owiec po strzyży. Powietrze, przebywając dłuższy okres w płucach, oddaje do krwi więcej tlenu, aniżeli dzieje się to przy oddechach szybkich. U owiec po strzyży występuje obniżenie współczynnika oddechowego z 0,906 do 0,846, co wskazywałoby na zwiększenie przemian i wykorzystanie ciał tłuszczowych. Potwierdzeniem powyższych spostrzeżeń są dalsze jeszcze nieopublikowane dane, które wskazują, że przy oziębieniu przy strzyży obniża się ilość cholesterolu w surowicy krwi [9].

Różnica w częstotliwości tętna wywołana strzyżą, otrzymana w naszych doświadczeniach jest dość wysoka i wyraźna. *Kibler* i *Brody* [16, 17] w badaniach u bydła zaobserwowali podwyższenie się ilości tętna przy obniżeniu temperatury otoczenia z 10°C do -15°C. Zaobserwowali oni też podwyższone tętno przy temperaturze 36°C.

Ziębiące działanie strzyży odbiło się w widoczny sposób na poziomie temperatury rektalnej. Poziom ten po ostrzyżeniu nieznacznie niższy (średnio o 0,6°C) jest jednak niższy w stopniu znamionym statystycznie. *Quin*, badając przystosowanie owiec merynosowych do wysokich temperatur stwierdził, że owce przyzwyczajone do słońca miały wyższy poziom temperatury rektalnej, natomiast owce nieprzystosowane do przebywania w wysokiej temperaturze reagowały silniej podniesieniem się temperatury rektalnej, pod wpływem wystawienia na słońce. Podobne wyniki uzyskał *Bianca* [2, 3], badając przystosowanie cieląt do wysokich temperatur. Wykazano, że zwierzęta przystosowane do wysokich temperatur słabiej reagowały zmianą temperatury rektalnej przy zmianie temperatury otoczenia. W naszych badaniach stwierdzono proces przeciwny: ostrzyżenie, a więc stałe oziębienie spowodowało obniżkę temperatury rektalnej. *Foote* i wsp., mierząc temperaturę rektalną oraz temperaturę moszny tryków po ostrzyżeniu otrzymali podobne wyniki.

Przeprowadzone doświadczenia wskazują, że mechanizm regulacji ciepłej u owiec różni się od mechanizmu termoregulacyjnego u innych zwierząt, bowiem okrywa wełnista utrudnia utratę ciepła przez skórę.

WNIOSKI

Następstwem pozbawienia okrywy wełnistej owiec przy strzyży jest zwiększone oziębienie organizmu. Zwierzęta dla utrzymania stałej ciepłoty ciała, wzmagają przemiany energetyczne z 1,233 Kcal/kg k. w./1^h do 1,506 Kcal/kg ż. w./1^h, zaś przy przeliczeniu na m² powierzchni skóry z 38,55 Kcal/1^h do 44,23 Kcal/1^h. Poza tym zmienia się mechanizm termoregulacji objawiający się zmniejszoną ilością oddechów o 50% wartości z przed strzyży, pojemności minutowej płuc o 33,3%, przy czym pojemność oddechowa wzrasta o 26%. Równocześnie następuje wzrost w wykorzystaniu tlenu powietrza wdychanego o 74,6%, wydzielanie dwutlenku węgla o 63,5%, częstotliwości tętna o 34%. Obniża się poziom temperatury ciała o 1,5%. Istotność otrzymanych wyników potwierdzono analizą statystyczną.

З. Эвы, В. Куль

ВЛИЯНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ СТРИЖКЕ НА ГАЗООБМЕН
У ОВЕЦ

Содержание

Стрижка овец вызывает у них повышение охлаждения. Животные для поддержания постоянной температуры тела увеличивают энергический обмен с 1.233 Ккал/Кг живого веса /1 час до 1.506 Ккал/Кг живого веса/ 1 час. Кроме того перечисляя на 1 м² поверхности кожи наступает смена механизма терморегуляции. Эта смена вызывает меньшую частоту дыханий на 50% величины перед стрижкой, понижение емкости легких на минуту на 33.3%, при этом дыхательный объем увеличивается на 26% одновременно увеличивается использование кислорода вдыхаемого на 74.6%, выделение углекислоты на 63.5%, пульс на 34%. Температура тела снижается на 1.5%. Сущность полученных результатов подтверждено статистическим анализом.

Zygmunt Ewy, Władysław Kuhl

THE INFLUENCE OF SHEARING ON THE METABOLISM OF ENERGY

Sheep shearing is followed by increased body heat loss of an animal. To maintain the constant body temperature the animals increase their energy methabolism from 1.233 Kcal/Kg live weight/1 h to 1.506 Kcal/Kg live weight/1 h and calculating on m² skin surface from 38.55 Kcal/1 h to 44.23 Kcal/1 h. Moreover the mechanism of thermoregulation is changed manifested by diminished number of respirations 50% value before shearing, reduced lung capacity in one minute 33.3% at the same time respiratory capacity is increased 26%. Simultaneously the oxygen utilisation in inspired air is increased 74.6%, carbon dioxide excretion 63.5% and body temperature is lowered 1.5%. The significance of the obtained results was confirmed by statistical analysis.

PIŚMIENNICTWO

1. Bianca W.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 296.
2. Bianca W.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 305.
3. Bianca W.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 380.
4. Blaxter K. L., Graham N. McC., Wainman F. W.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 41.
5. Blaxter K. L., Graham N. McC., Wainman F. W., Armstrong D. G.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 25.
6. Brody S.: Bioenergetics and Growth, 1945, New York.
7. Brook A. H., Schort B. F.: Austr. J. Agric. Res., 1960, 11, 556.
8. Dukes H. H.: The Physiology of Domestic Animals, 1955, London.
9. Ewy Z., Ryś R., Kuhl W.: Dane nieopublikowane.
10. Ewy Z., Stebodziński A.: Acta Physiol. Polon., 1960, 11, 694.
11. Foote W. C., Pope A. L., Nichols R. E., Casida L. S.: J. Animal Sci., 1957, 16, 144.
12. Graham N. McC., Wainman F. W., Blaxter K. L., Armstrong D. G.: J. Agric. Sci., 1959, 52, 13.
13. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta., 1949, 435, cyt. za A. B. A., 1950, 18, poz. 45.
14. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta., 1949, 450.
15. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta., 1950, 461.
16. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta., 1950, 464.
17. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta., 1951, 473, cyt. za A. B. C., 1952, 20, poz. 93.
18. Kibler H. H., Brody S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta. 1953, 522, cyt. za A. B. C., 1954, 22, poz. 448.
19. Knapp B. J., Robinson K. W.: Austr. J. Agric. Res., 1954, 5, 568.
20. Lee D. H. K.: European Ass. for Animal Production, 1954, 1, 7.
21. Lee D. H. K., Robinson K. W.: Proc. Roy. Soc. Qd., 1941, 53, 189.
22. Ruszczyc Z.: Metodyka doświadczeń zootechnicznych, 1955, cz. 3, Warszawa.
23. Quin J. I.: S. Afr. J., 1950, 43, 252, cyt. za A. B. C., 1951, 19, poz. 681.
24. Tomme F. M.: Obmien wieszczestw i energii u sielskochozajstwiennych zwierząt, 1949, Moskwa.

Otrzymano: 9. 3. 1961.

Adres autorów: Katedra Fizjologii Zwierząt Wyższej Szkoły Rolniczej, Kraków, Al. Mickiewicza 21.