

# Zależności pomiędzy poziomem wybranych wskaźników biochemicznych krwi u jałówek rasy czarno-białej a użytkowością mleczną

JOLANTA OPRZĄDEK, EDWARD DYMNIKI, ADAM KOŁATAJ, ARTUR OPRZĄDEK

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, ul. Postępu 1, Jastrzębiec, 05-552 Wólka Kosowska

Oprządek J., Dymnicki E., Kołataj A., Oprządek A.

## Relationship between concentration of selected biochemical indicators of blood measured in heifers and the latter's milk performance

### Summary

The aim of the study was to determine the relationship between concentrations of selected biochemical indicators of blood (thyroxin, triiodothyronine, insulin, alanine aminotransferase, urea, glucose, and cholesterol) measured in heifers and the latter's milk performance in 100 and 300-day lactations (milk, fat and protein yields, as well as fat and protein contents). The blood samples were taken from 109 heifers (7-8 months old). The first blood samples were collected under standard feeding conditions when the heifers were 200 days old. The second sampling was done 50 days after fasting.

Cholesterol concentration in heifers' blood had no effect on any milk performance traits. There was some relationship found between concentrations of  $T_4$ ,  $T_3$ , insulin, glucose and urea as well as GPT activity and some milk performance traits in 200-250 days old heifers' and. Nonetheless, it cannot be stated that these are good indicators for prediction of future milk performance.

**Keywords:** heifers, milk performance

Wykorzystanie danych o zawartości pewnych wskaźników fizjologicznych we krwi ocenianych zwierząt w pracy hodowlanej i selekcji bydła mlecznego prowadzone jest w kilku kierunkach. Najwcześniej podjęto badania mające na celu znalezienie związku między cechami fizjologicznymi krwi u laktujących krów a ich produktywnością (2, 8, 11, 22, 24) oraz pomiędzy cechami fizjologicznymi krwi a wartością hodowlaną buhajów (3, 15). Prace prowadzone w tym kierunku sygnalizują możliwość użycia poszczególnych wskaźników fizjologicznych jako kryterium selekcyjnego np. przy wyborze buhajów do testowania na potomstwie lub włączenia ich do programów hodowlanych opartych na centrach wykorzystujących techniki superowulacji i przenoszenia zarodków, gdzie testowanie na potomstwie zastępuje się oceną wartości hodowlanej na podstawie użytkowości siostr i półsiostr, co skraca odstęp międzypokoleniowy (3). Prowadzone są również badania w kierunku wykorzystania wskaźników fizjologicznych krwi do pośredniego szacowania wartości genetycznej bydła w młodym wieku i szacowania jego późniejszej produktywności (10, 15, 18, 20, 26, 28). Na tło genetyczne nakładają się czynniki żywieniowe, wiek, płeć, a także poziom produktywności, nawet cykle światła i ciemności do-

bowej (5, 7, 14, 21). Można sugerować, że z punktu widzenia selekcji bydła, najbardziej indykatorowe wskaźniki fizjologiczne krwi to: poziom mocznika, glukozy, wolnych kwasów tłuszczowych oraz koncentracja hormonu wzrostu, insuliny i hormonów tarczycy (6, 18, 25).

Możliwość zastosowania wskaźników fizjologicznych krwi jako genetycznych markerów użytkowości mlecznej bydła była przedmiotem badań wielu autorów (3, 9, 18, 25), jednak ich wyniki często były odmienne, a nawet przeciwstawne. Spowodowane jest to prawdopodobnie różną metodyką badań, odmiennym postępowaniem ze zwierzętami, ich wiekiem a przede wszystkim różnym rodzajem żywienia.

Celem badań było określenie zależności między koncentracją wybranych biochemicznych wskaźników krwi oznaczonych u jałówek a późniejszą ich użytkowością mleczną w okresie ich pierwszej laktacji.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN. Materiał doświadczalny stanowiło 109 jałówek rasy czarno-białej z udziałem krwi holsztyńsko-fryzyjskiej od 37,5% do 98,4% utrzymywanych na stanowiskach w oborze uwięziowej.

Krew od tych samych zwierząt pobierano dwukrotnie:  
– około 200. dnia życia w warunkach standardowego żywienia kiszoną z kukurydzy, sianem łąkowym i dodatkiem paszy treściwej, po 36-godzinnej głodówce;

– około 250. dnia życia od jałówek żywionych *ad libitum* mieszanką granulowaną paszy treściwej zawierającą 135 g białka ogólnego i 9,5 MJ energii netto oraz sianem łąkowym, po 36-godzinnej głodówce.

W osoczu oznaczano koncentrację następujących hormonów: tyroksyny ( $T_4$ ), trójiodotyroniny ( $T_3$ ), insuliny (IRI). W surowicy oznaczano poziom: glukozy (GLU), mocznika (UR), cholesterolu (Chol) oraz aktywność aminotransferazy alaninowej (GPT). Metody użyte przy oznaczaniu poziomu wymienionych wskaźników biochemicznych opisano w pracy Oprządek i wsp. (12).

Badane zwierzęta podzielono na 3 grupy w zależności od koncentracji badanych wskaźników w krwi, w wieku 250 dni (tab. 1). Ustalając granice koncentracji poszczególnych wskaźników kierowano się zasadą, aby w każdej grupie liczebność wynosiła minimum 20 osobników. Użytkowość mleczną w laktacji 100-dniowej i 305-dniowej ustalono na podstawie comiesięcznych dojów próbnych w oborze ZD Instytutu.

Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu SAS. Różnice pomiędzy poszczególnymi grupami oszacowano testem wielokrotnego rozstępu Duncana.

Zastosowano następujący model statystyczny:

$$y_{ijkl} = \mu + s_i + RS_j + G_k + \beta (m_{ijkl} - \bar{m}) + e_{ijkl}$$

gdzie:

$y_{ijkl}$  – wydajność: mleka, tłuszczu, białka; procent: tłuszczu, białka;

$\mu$  – średnia ogólna;

$s_i$  – losowy wpływ i-tego ojca ( $i = 1...33$ );

$RS_j$  – stały wpływ j-tego roku i sezonu ocielenia ( $j = 1...10$ );

$G_k$  – stały wpływ k-tej grupy badanego wskaźnika ( $k = 1, 2, 3$ );

$\beta (m_{ijkl} - \bar{m})$  – regresja na wiek ocielenia;

$e_{ijkl}$  – błąd losowy.

## Wyniki i omówienie

W tab. 2 podano średnie arytmetyczne, standardowe odchylenia i współczynniki zmienności badanych wskaźników oznaczonych w krwi tych samych osobników w wieku 200 i 250 dni. Stwierdzono bardzo dużą zmienność wszystkich badanych wskaźników (współczynniki zmienności od 21,6% w przypadku glukozy do 136% w przypadku insuliny). Zaobserwowano wzrost stężenia  $T_4$ ,  $T_3$ , IRI oraz poziomu cholesterolu w 250. dniu życia. Stwierdzono także nieznaczny spadek aktywności GPT oraz poziomu glukozy i mocznika w 250. dniu życia. Jak wynika z wcześniejszych badań (12), koncentracja wskaźników fizjologicznych krwi charakteryzuje się znaczną zmiennością, gdyż zależy w dużym stopniu od warunków środowiskowych, co w wysokim stopniu utrudnia interpretację.

W tab. 3 i 4 podano tylko wyniki użytkowości mlecznej, jeżeli różnice pomiędzy przynajmniej dwoma gru-

Tab. 1. Koncentracja badanych wskaźników fizjologicznych w poszczególnych grupach

Wskaźnik fizjologiczny	Skrót	Jednostki	Grupa zwierząt		
			1	2	3
Tyroksyna	$T_4$	ng/ml	≤ 50	> 50 ≤ 70	> 70
Triiodotyronina	$T_3$	ng/ml	≤ 0,8	> 0,8 ≤ 1,4	> 1,4
Insulina	IRI	μU/ml	≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0
Glukoza	GLU	mmol/l	≤ 2,5	> 2,5 ≤ 4,0	> 4,0
Mocznik	UR	mmol/l	≤ 5,0	> 5,0 ≤ 6,5	> 6,5
Aminotransferaza alaninowa	GPT	U/l	≤ 15	> 15 ≤ 20	> 20
Cholesterol	Chol	mg/dl	≤ 55	> 55 ≤ 90	> 90

Tab. 2. Poziom wskaźników fizjologicznych w krwi jałówek (po głodzeniu) w zależności od wieku ( $\bar{x} \pm SD$ ; V%)

Wskaźnik	Wiek					
	200 dni			250 dni		
$T_4$	57,70	23,50	40,72	66,50	25,30	38,04
$T_3$	0,84	0,37	44,04	1,01	0,35	34,45
IRI	4,65	4,34	93,33	5,41	7,36	136,04
GLU	3,75	0,81	21,60	3,62	0,94	25,97
UR	3,57	0,79	22,12	3,37	0,81	24,03
GPT	19,60	8,15	41,58	18,50	9,35	50,54
Chol	73,50	20,92	28,46	92,02	26,06	28,32

pami (stężeniem danego wskaźnika) były statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ). W tab. 3 przedstawiono użytkowość mleczną poszczególnych grup krów pierwiastek w zależności od stężenia badanego wskaźnika fizjologicznego w wieku 200 dni. Stwierdzono istotne różnice w późniejszej użytkowości mlecznej u jałówek charakteryzujących się różnym poziomem mocznika oraz aktywnością GPT w krwi. Różnice te dotyczyły jedynie laktacji 305-dniowej. Najwyższą wydajność tłuszczu i białka w 305-dniowej laktacji osiągnęły zwierzęta z grupy o najwyższym poziomie mocznika. W wydajności tłuszczu różnice te były istotne w porównaniu z dwoma pozostałymi grupami zwierząt o niższym poziomie tego metabolitu w krwi. W przypadku wydajności białka różnice statystycznie istotne dotyczą tylko najwyższego i średniego poziomu. Nie stwierdzono istotnych różnic między grupami w wydajności mleka oraz zawartości tłuszczu i białka. Niemniej jednak najwyższą wartość obserwowano w grupach zwierząt o najwyższym stężeniu mocznika. Wydajności tłuszczu i białka są pochodnymi wydajności mleka i zawartości w nim tych składników. Zaobserwowano również istotnie większą zawartość tłuszczu w grupie krów o średniej aktywności GPT. Zarówno jałówki o niskiej, jak i wysokiej aktywności GPT charakteryzowały się niższą zawartością tłuszczu w pierwszej laktacji. Stężenie pozostałych wskaźników w krwi 200-dniowych jałówek ( $T_4$ ,  $T_3$ , IRI, GLU i Chol) nie miało istotnego wpływu na ich późniejszą użytkowość



Tab. 3. Użytkowość mleczna krów pierwiastek w zależności od koncentracji wskaźników fizjologicznych krwi w wieku 200 dni\*

Wskaźnik	Laktacja	Grupa	Wydajność mleka	Wydajność tłuszczu	Zawartość tłuszczu (%)	Wydajność białka	Zawartość białka (%)
UR	305	1	6018	260,6 <sup>a</sup>	4,37	203,7	3,40
		2	5954	262,6 <sup>a</sup>	4,42	200,2 <sup>a</sup>	3,38
		3	6284	285,0 <sup>b</sup>	4,58	216,0 <sup>b</sup>	3,46
GPT	305	1	5957	256,7	4,34 <sup>a</sup>	201,7	3,40
		2	5979	271,5	4,59 <sup>b</sup>	205,4	3,46
		3	6125	264,6	4,33 <sup>a</sup>	204,4	3,45

Objaśnienia: \* – nie stwierdzono istotnych różnic w cechach użytkowości mlecznej w zależności od stężenia T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, IRI, GLU, Chol i dlatego nie zamieszczono wyników; a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy p ≤ 0,05

Tab. 4. Użytkowość mleczna krów pierwiastek w zależności od koncentracji wskaźników

Wskaźnik	Laktacja	Grupa	Wydajność mleka	Wydajność tłuszczu	Zawartość tłuszczu (%)	Wydajność białka	Zawartość białka (%)
T <sub>4</sub>	100	1	2311	99,9 <sup>a</sup>	4,33	70,9	3,08
		2	2199	88,9 <sup>b</sup>	4,09	66,6	3,04
		3	2253	93,5	4,18	68,4	3,06
	305	1	6134	274,5 <sup>a</sup>	4,51	208,9	3,42
		2	5917	257,2	4,38	201,3	3,42
		3	5982	256,8 <sup>b</sup>	4,32	199,4	3,35
T <sub>3</sub>	100	1	2269	93,7	4,14	70,2	3,12 <sup>a</sup>
		2	2218	91,1 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	67,1	3,03 <sup>b</sup>
		3	2296	99,9 <sup>b</sup>	4,40 <sup>b</sup>	70,4	3,09
IRI	100	1	2389,7 <sup>b</sup>	98,7 <sup>a</sup>	4,14	72,6 <sup>a</sup>	3,05
		2	2209,6 <sup>a</sup>	94,9	4,30	68,1	3,09
		3	2203,3 <sup>a</sup>	91,1 <sup>b</sup>	4,18	67,3 <sup>b</sup>	3,07
	305	1	6380,4 <sup>b</sup>	274,0 <sup>a</sup>	4,33	212,2 <sup>a</sup>	3,34
		2	5911,9 <sup>a</sup>	264,3	4,50	201,9	3,44
		3	5876,1 <sup>a</sup>	255,1 <sup>b</sup>	4,36	199,1 <sup>b</sup>	3,40
GLU	305	1	6224,1 <sup>a</sup>	274,8 <sup>a</sup>	4,45	210,4 <sup>a</sup>	3,40
		2	5789,4 <sup>b</sup>	253,4 <sup>b</sup>	4,40	195,9 <sup>b</sup>	3,39
		3	6029,3	261,9	4,36	204,2	3,40
UR	100	1	2324,7	96,2	4,15	71,5	3,08
		2	2194,8 <sup>a</sup>	91,7 <sup>a</sup>	4,19	67,6	3,09
		3	2334,1 <sup>b</sup>	100,4 <sup>b</sup>	4,35	70,3	3,04

Objaśnienia: jak w tab. 3.

mleczną. Nie potwierdzono więc wyników Skrzypka (18), który stwierdził ujemne zależności między aktywnością GPT w krwi jałówek w wieku 200 dni a wydajnością mleka, tłuszczu i białka oraz nie stwierdził istotnych związków między poziomem mocznika w krwi 200-dniowych jałówek a użytkowością mleczną, ale w wieku 90 dni poziom mocznika był dodatnio skorelowany z wydajnością mleka, tłuszczu i białka.

Różnice w koncentracji hormonów tarczycy, insuliny, glukozy i mocznika w 250. dniu życia jałówek mia-

ły istotny wpływ na niektóre cechy ich późniejszej użytkowości mlecznej (tab. 4). Jałówki z grup o najniższej koncentracji insuliny i glukozy miały istotnie wyższą wydajność mleka, tłuszczu i białka w pierwszej laktacji. Podobne, choć nieistotne zależności uzyskali Robinson i wsp. (13) oraz Graml i wsp. (3). Xing i wsp. (27) i Min i wsp. (10) stwierdzili istotną różnicę pomiędzy koncentracją insuliny w krwi młodych cieląt w zależności od wartości hodowlanej. Zwierzęta z wyższym indeksem zawsze miały wyższą koncentrację insuliny. Wyniki te są w sprzeczności z uzyskanymi w tej pracy. Stwierdzono również istotnie wyższą wydajność tłuszczu w laktacji 100-dniowej i 305-dniowej u krów pierwiastek, które w wieku 250 dni miały najniższe stężenie tyroksyny w krwi. Przeciwnie wyniki stwierdzono w odniesieniu do trijodotyroniny. Jałówki o najwyższej koncentracji tego hormonu miały najwyższą wydajność i zawartość tłuszczu w laktacji 100-dniowej. Otrzymane wyniki są zgodne z badaniami Grochowskiej (4), która stwierdziła istnienie genetycznej korelacji między koncentracją trijodotyroniny a zawartością tłuszczu ( $r = 0,45$ ) i zawartością białka ( $r = -0,20$ ). Zdecydowana większość autorów podaje dodatnie zależności między stężeniem glukozy w krwi młodych zwierząt a wydajnością mleka, tłuszczu i białka (1, 16, 19, 23). Cytowane wyniki badań nie są zgodne z wynikami badań własnych. Badania Staufenbiela i wsp. (20) jednak potwierdzają ujemne zależności między poziomem glukozy w krwi a wydajnością mleka i tłuszczu uzyskane w niniejszej pracy. Stężenie mocznika w surowicy krwi może być, według niektórych autorów, potencjalnym wskaźnikiem wartości hodowlanej bydła pod

względem wydajności mlecznej (26). W niniejszej pracy stwierdzono najwyższą wydajność mleka i tłuszczu w laktacji 100-dniowej u krów pierwiastek o najwyższym poziomie metabolitu. Najniższą wydajnością charakteryzowały się zwierzęta z poziomem mocznika pomiędzy 5,0 a 6,5 nmol/litr. Uzyskane wyniki są także zgodne z wynikami badań Barnes i wsp. (1) i Sinnott-Smitha i wsp. (17), którzy otrzymali dodatnie współczynniki korelacji między stężeniem mocznika w krwi jałówek w wieku 3, 4 i 6 mie-

sięcy a ich późniejszą wydajnością mleka i tłuszczu. Także Graml i wsp. (3) wykazali dodatni związek poziomu mocznika w krwi z wartością hodowlaną. Pozostałe różnice w użytkowości mlecznej między grupami krów o różnym stężeniu wskaźników fizjologicznych w krwi w 250. dniu życia były statystycznie nieistotne.

Wyniki badań wykazują, że trudno przewidywać przyszłą użytkowość mleczną krów na podstawie wskaźników fizjologicznych oznaczanych w krwi jałówek. Na podstawie analizy wyników można twierdzić, że poza cholesterolem, którego poziom nie miał istotnego wpływu na cechy mleczności, pozostałe wskaźniki wykazują pewne powiązania z użytkowością mleczną. Krowy o najwyższej wydajności tłuszczu miały najniższą koncentrację tyroksyny w krwi w 250. dniu życia. Najwyższą wydajność i zawartość tłuszczu wykazywały krowy, które miały najwyższą koncentrację trijodotyroniny. Jałówki o niskim stężeniu insuliny we krwi w wieku 250 dni miały najwyższą wydajność mleka, tłuszczu i białka w pierwszej laktacji 100-dniowej i 305-dniowej. Najwyższą wydajność mleka, tłuszczu i białka wykazywały krowy, które miały najniższy poziom glukozy w krwi w wieku 250 dni. Jałówki, które miały najwyższą koncentrację mocznika w krwi w wieku 200 dni, osiągały najwyższą wydajność tłuszczu i białka w laktacji 305-dniowej. W przypadku koncentracji w 250. dniu życia, krowy o najwyższej wydajności mleka i tłuszczu w laktacji 100-dniowej miały najwyższe stężenie tego wskaźnika w krwi. Pierwiastki z grupy o aktywności aminotransferazy alaninowej między 15 a 20 U/l w 200. dniu życia wykazywały najwyższą zawartość tłuszczu.

## Piśmiennictwo

- Barnes M. A., Kazmer G. W., Akers R. M., Pearson R. E.: Influence of selection for milk yield on endogenous hormones and metabolites in Holstein heifers and cows. *J. Anim. Sci.* 1985, 60, 271-284.
- Graf F., Furtmayr L., Frahm K., Kräusslich H.: Enzymaktivitäten und Metabolitkonzentrationen im Blutserum von Milchkühen als Messgrößen für die Reaktion auf die Leistungsbelastung. 1. Die Korrelationen der Serumwerte mit der Milchleistung. *Z. Tierzucht. Zuchtsbiol.* 1978, 94, 171-177.
- Graml R., Olbrich-Bludau A., Schwab M., Schallenberger E., Schams D., Pirchner F.: Relationship between plasma hormone and metabolite levels and breeding values of bulls. *J. Anim. Breed. Genet.* 1995, 122, 313-326.
- Grochowska R.: Analiza zależności pomiędzy żernością i wybranymi wskaźnikami biochemicznymi we krwi a niektórymi cechami produkcyjnymi bydła mlecznego. Praca dok. IGIHZ PAN, Jastrzębiec 1994.
- Kühne S.: Untersuchungen über den Hämatokritwert und den Hämoglobingehalt des Blutes sowie den Gehalt des Blutplasmas und Gesamtprotein freien Fettsäuren, Glucose, Laktat, Ca, Mg, Na, K, Pa, Fe, Gesamteisenbindungskapazität, Cu, und Zn, bei Rindern und deren Kalbern vor und nach Aufnahme von Kolostrum. Praca dok. Karl Marx Universität, Leipzig 1986.
- Lovendahl P., Jensen J., Liboriussen T., Vestergaard M., Sejrsen K.: Juvenile predictors of dairy merit based on glucose-induced insulin release. *Proc. 5<sup>th</sup> Congr. Gen. Appl. Livest. Prod., Guelph* 1994, XVII, s. 128-131.
- Manteuffel G.: Central nervous regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and its impact on fertility, immunity, metabolism and animal welfare – a review. *Arch. Tierz.* 2002, 6, 575-595.
- Mc Nabb L., Rousesel J. D., Gomila L.: Relationships of certain blood serum parameters with environmental temperatures and milk yield. *J. Dairy Sci.* 1974, 57, 141.
- Michel A., McCutcheon S. N., Mackenzie D. D. S., Tait R. M., Wickham B.: Metabolic responses to exogenous bovine somatotropin in Friesian cows of low or high genetic merit. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1991, 8, 293-306.
- Min S. H., McCutcheon S. N., Mackenzie D. D. S., Wickham B. W.: Plasma metabolite and hormone concentrations in Friesian calves of low or high genetic merit: effects of sex and age. *Anim. Prod.* 1993, 56, 17-27.
- Oldenbroek J. K., Galesloot P. A. J., Pool M. H., van der Werf J. H. J.: Effects of selection for milk yield on feed intake and metabolism of heifers in early lactation. 48<sup>th</sup> EAAP – seminar, Wien 1997, 178.
- Oprządek J., Oprządek A., Dymnicki E., Reklewski Z.: Wpływ żywienia i głodówki na poziom wybranych wskaźników fizjologicznych we krwi jałówek. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 623-627.
- Robinson D. L., Hammond K., Graser H.-U., McDowell G. H.: Relationships between breeding values and physiological responses to fasting and refeeding in dairy bulls. *J. Anim. Breed. Genet.* 1992, 109, 26-36.
- Schwartz W. M., Woods S. C., Porte D., Seeley R. J., Baskin D. J.: Central nervous system control of food intake. *Nature* 2000, 404, 661-671.
- Seeland G., Reinecke P.: Suitability of effective thyroxin ratio and of the triiodothyronine content as auxiliary traits in the selection for growth. *EAAP, Wageningen* 1987, 34, 130-135.
- Sejrsen K.: Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proc. Nutr. Soc.* 1994, 53, 103-111.
- Sinnett-Smith P. A., Slee J., Woolliams J. A.: Biochemical and physiological responses to metabolic stimuli in Friesian calves of different genetic merit for milk production. *Anim. Prod.* 1987, 44, 11-19.
- Skrzypek R.: Przydatność cech fizjologicznych krwi oraz tempa wzrostu do wczesnej oceny wartości hodowlanej bydła mlecznego. Praca hab., Akademia Rolnicza, Wrocław 1995.
- Skrzypek R.: The consequent effects of diarrhoea in calves on blood composition and performance. *J. Dairy Sci.* 1993, 76, 296.
- Staufenbiel R., Reinicke U., Panicke L.: Glukosetoleranztest bei Kalbern und Kühen – Methode, Einfluss des Lebensalters und Beziehung zur Milchleistung. *Internat. Symp. DNA – Polymorphism in the Dairy Cattle, Dummerstorf* 2000, s. 29-33.
- Steinhardt M., Thielscher H. H.: Hematological variables and plasma cortisol in dairy cattle kept loose house and in their newborn calves. Effects of some constant and variable factors. *Arch. Tierz.* 2002, 45, 451-564.
- Szulc T.: Poszukiwanie metod wczesnej selekcji bydła w oparciu o badania niektórych wskaźników krwi. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 1973, 104, 61-81.
- Tilakarante N., Alliston J. C., Carr W. R., Land R. B., Osmond T. J.: Physiological attributes as possible selection criteria for milk production. 1. Study of metabolites in Friesian calves of high and low genetic merit. *Anim. Prod.* 1980, 30, 327-340.
- Walawski K., Pokrzywnicka D., Kruk Z.: Związek pomiędzy aktywnością alkalicznej fosfatazy w surowicy krwi i przyrostami masy ciała cieląt. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn* 1978, 17, 75-79.
- Woolliams J. A., Lovendahl P.: Physiological attributes of male and juvenile cattle differing in genetic merit for milk yield: A review. *Livest. Prod. Sci.* 1991, 29, 1-16.
- Woolliams J. A., Smith C.: The value of indicator traits in the genetic improvement of dairy cattle. *Anim. Prod.* 1988, 46, 333-345.
- Xing G. O., Mackenzie D. D. S., McCutcheon S. N., Wilson G. F., Flux D. S.: Plasma metabolite and hormone concentrations in Friesian calves differing in genetic potential for milkfat production. *New Zealand J. Agric. Res.* 1988, 31, 159-167.
- Xing G. O., Mackenzie D. D. S., McCutcheon S. N.: Diurnal variation in plasma metabolite and hormone concentrations and response to metabolic challenges in high breeding index and low breeding index Friesian heifers fed at two allowances. *New Zealand J. Agric. Res.* 1991, 34, 295-304.

Adres autora: dr Jolanta Oprządek, ul. Postępu 1, 05-552 Wólka Kossowska; e-mail: j.oprzadek@igbz.pl