

Zależność między markerami fizjologicznymi krwi jałówek a wskaźnikami produkcyjnymi i funkcjonalnymi w okresie życia

ILONA SZELAĞ-GRUSZKA, RYSZARD SKRZYPEK

Katedra Hodowli Bydła i Produkcji Mleka Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt UP, ul. Wołyńska 33, 60-637 Poznań

Szelağ-Gruszka I., Skrzypek R.

Relationship between the physiological blood markers of heifers and productive and functional features during their lifetime

Summary

The aim of this study was to evaluate phenotypic relationships between physiological blood markers tested in dairy heifers during the first 18 months after birth and their subsequent reproductive and productive performance, as well as length of life. The study was conducted on 104 heifers born between 1985-1988 as a result of the crossing of native Black-and-White cattle with the Holstein-Friesian breed. All animals were born, reared and managed until the end of their lives at the same farm. Blood samples were taken according to the following schedule: 2, 21, 42, 90, 200, 440 and 540 days after birth. The whole blood was assayed for glucose and haemoglobin concentrations and haematocrite number, whereas blood serum was assayed for concentrations of urea, total cholesterol, total protein, albumins, and immunoglobulins, as well as AspAT and AlAT activities.

Pearson correlations between physiological blood markers and efficiency traits were calculated at the first stage of statistical evaluation of the data. These correlations were low, not exceeding the value of 0.4. There-after a multiple polynomial regression analysis was undertaken, which remarkably increased the predictive value of physiological blood markers. The largest values of the multiple correlation coefficient (R_m) were found for the first calving interval and average lifetime calving interval (R_m 0.93 and 0.80, respectively), followed by pooled fat and protein yield at the first lactation, and milk yield and pooled fat and protein yield per day of life (R_m from 0.66 to 0.76). The R_m value for other dependant variables (age at first calving, length of life, lifetime milk yield, lifetime fat and protein yield) ranged from 0.44 to 0.58. Based on the results of the regression analysis it was determined that glucose, immunoglobulins, urea and the haematocrite number have the highest association with efficiency traits, whereas 2, 21, 90 and 540 days after birth appear to be appropriate ages for testing.

Keywords: heifers, physiological blood markers, efficiency traits

Wartość użytkowa bydła mlecznego jest znana wyjątkowo późno ze względu na liczne ograniczenia w jej ocenie. Najważniejsze z nich to: późne dojrzewanie, mała rozrodczość samic i późna ekspresja cech użytkowych ograniczona do płci żeńskiej.

Jedną z metod wczesnej oceny wartości użytkowej i w związku z tym wartości hodowlanej bydła mlecznego mogą być badania markerów fizjologicznych (biomarkerów) krwi wykonywane w przedprodukcyjnym okresie życia. Mianowicie wykazano istotne zależności fenotypowe i genetyczne między tymi markerami testowanymi u jałówek w okresie wychowu a ich późniejszą produktywnością (3-8, 14). W cytowanych badaniach brano jednak pod uwagę cechy produkcyjne rejestrowane najdalej do ukończenia pierwszej laktacji. Oprócz tego udowodniono, że markery fizjologiczne krwi mogą służyć do prognozowania użyteczności rozrodczej (3, 14), przy czym tylko Hayhurst i wsp. (3) uwzględnili wskaźniki za okres całego życia. Natomiast nie analizowano dotychczas wartości markerów fizjologicznych krwi w kontekście długości życia i życiowych wskaźników produkcyjnych.

Celem badań było określenie związku fenotypowego między wybranymi markerami fizjologicznymi krwi oznaczanymi u jałówek w pierwszych 18 miesiącach po urodzeniu a ich późniejszą użytecznością rozrodczą i mleczną oraz długością życia.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 104 jałówkach, które urodziły się w latach 1985-1988 w wyniku krzyżowania rodzimej rasy bydła czarno-białej z holsztyńsko-fryzyjską. Wszystkie zwierzęta pochodziły z ciąży pojedynczej i były wychowane oraz użytkowane do końca życia w tym samym gospodarstwie, którym było RGD Dłóż. W okresie użytkowania badanych zwierząt średnia wydajność laktacyjna w stadzie wynosiła w granicach od 7000 do 8000 kg mleka od krowy, przy średnim stanie wynoszącym ok. 160 szt.

Próbki krwi do badań pobierano w następującym wieku: 2 dni (24-48 godz.) oraz 21 (± 3), 42 (± 3), 90 (± 3), 200 (± 14), 440 (± 14) i 540 (± 14) dni. Analizy laboratoryjne wykonywano w krwi pełnej i surowicy. W próbkach krwi pełnej badano stężenie glukozy i hemoglobiny, określano także liczbę hematokrytową. W surowicy analizowano stężenie:

Tab. 1. Analizowane cechy, przyjęte skróty i statystyki opisowe

Markery fizjologiczne krwi				Cechy użytkowe			
marker	skrót	średnia arytmetyczna	odchylenie standardowe	cecha	skrót	średnia arytmetyczna	odchylenie standardowe
Glukoza, mmol/L	GL	3,82	0,30	Wiek przy I wycieleniu, dni	W(I)W	784	93
Mocznik, mmol/L	UR	4,22	0,76	Długość I okresu międzywycieleniowego, dni	OMW(I)	377	54
Cholesterol całkowity, mmol/L	CH	2,50	0,35	Średnia długość okresu międzywycieleniowego w okresie życia, dni	OMW(Ż)	386	53
AspAT, mmol/L	ASPT	1,68	0,14	Wydajność mleka w pierwszych 100 dniach I laktacji, kg	M(I)100	2042	252
AIAT, mmol/L	ALAT	0,65	0,09	Wydajność tłuszczu i białka w pierwszych 100 dniach I laktacji, kg	TB(I)100	143,65	18,69
Hemoglobina, mmol/L	Hb	6,59	0,56	Wydajność mleka w I laktacji, kg	M(I)	5576	1473
Liczba hematokrytowa, %	Ht	27,9	2,6	Wydajność tłuszczu i białka w I laktacji, kg	TB(I)	402,26	96,99
Białko całkowite, g/L	BC	62,9	3,7	Długość życia, dni	D(Ż)	1698	647
Albuminy, g/L	ALB	36,9	1,6	Wydajność życiowa mleka, kg	M(Ż)	15 597	11 090
Immunoglobuliny, j. ZST	Ig	22,9	4,7	Wydajność życiowa tłuszczu i białka, kg	TB(Ż)	1128,06	788,90
				Wydajność życiowa mleka w przeliczeniu na dzień życia, kg	M(Ż)/dż	8,16	3,26
				Wydajność życiowa tłuszczu i białka w przeliczeniu na dzień życia, kg	TB(Ż)/dż	0,664	0,228

mocznika, cholesterolu całkowitego, białka całkowitego, albumin i immunoglobulin. Ponadto, począwszy od 42. dnia życia w surowicy oznaczano aktywność AspAT (ET 2.6.1.1) i AIAT (ET 2.6.1.2). Sposób pobierania próbek i postępowanie z próbkami przed analizą, metody analityczne oraz opis żywienia i utrzymania zwierząt doświadczalnych podano we wcześniejszych opracowaniach (12, 13). Wykaz analizowanych cech fizjologicznych krwi i cech użytkowych, zastosowane skróty oraz statystyki opisowe przedstawiono w tab. 1.

W obliczeniach statystycznych uwzględniono osobniki, które ukończyły co najmniej 150 dni pierwszej laktacji. Wszystkie laktacje dłuższe niż pierwsza laktacja 100-dniowa (tab. 1) były laktacjami rzeczywistymi. We wstępnej fazie

obliczeń oszacowano korelacje Pearsona pomiędzy cechami użytkowymi oraz między tymi cechami i markerami fizjologicznymi krwi. Następnie za pomocą analizy regresji wielomianowej wielokrotnej skonstruowano równania, służące do prognozowania poszczególnych cech użytkowych na podstawie wszystkich markerów fizjologicznych jednocześnie. W równaniach testowano istotność współczynników liniowych i kwadratowych. Równania tworzone eliminując z nich stopniowo elementy o $p > 0,10$. Wyniki analizy regresji przedstawiono w postaci współczynników korelacji wielokrotnej (R_m). W przypadkach, w których wskaźniki rozrodu były skorelowane istotnie z pozostałymi cechami użytkowymi, do równań włączano także dany wskaźnik lub wskaźniki rozrodu i sza-

Tab. 2. Współczynniki korelacji Pearsona między cechami użytkowymi

Cecha użytkowa	W(I)W	OMW(I)	OMW(Ż)	M(I)100	TB(I)100	M(I)	TB(I)	D(Ż)	M(Ż)	TB(Ż)	M(Ż)/dż
OMW(I)	0,12										
OMW(Ż)	0,05	0,88**									
M(I)100	0,28**	0,12	0,21								
TB(I)100	0,28**	0,15	0,22	0,88**							
M(I)	0,13	0,63**	0,58**	0,53**	0,46**						
TB(I)	0,17	0,59**	0,54**	0,46**	0,48**	0,98**					
D(Ż)	0,04	-0,12	-0,11	-0,03	-0,10	0,09	0,14				
M(Ż)	-0,12	-0,13	-0,09	-0,02	-0,07	0,15	0,21*	0,96**			
TB(Ż)	-0,13	-0,15	-0,12	-0,07	-0,07	0,19	0,20	0,96**	1,00**		
M(Ż)/dż	-0,24*	-0,09	-0,03	-0,01	-0,01	0,39**	0,40**	0,85**	0,93**	0,93**	
TB(Ż)/dż	-0,25*	-0,12	-0,07	-0,04	-0,01	0,37**	0,39**	0,85**	0,94**	0,94**	0,99**

Objaśnienia: skróty – tab. 1; * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$

cowano wielkość zmienionego współczynnika korelacji wielokrotnej. W celu zobrazowania wartości prognostycznej markerów fizjologicznych krwi oraz wskazania odpowiedniego wieku zwierząt podczas testów, na podstawie oszacowanych korelacji Pearsona i utworzonych równań regresji zestawiono częstotliwość występowania wszystkich istotnych współczynników korelacji i współczynników regresji (tab. 5).

Wyniki i omówienie

Współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy cechami produkcyjnymi i funkcjonalnymi przedstawiono w tab. 2. Biorąc pod uwagę tylko cechy produkcyjne, stwierdzono bardzo wysokie korelacje między wydajnością mleka a łączną wydajnością tłuszczu i białka, oszacowane dla poszczególnych par cech odnoszących się do tego samego okresu (r od 0,88 do 1,00; $p \leq 0,01$). Zwracają natomiast uwagę bardzo niskie i nieistotne korelacje między wskaźnikami produkcyjnymi w pierwszej laktacji i w okresie całego życia. Z kolei biorąc pod uwagę wskaźniki rozrodu, stwierdzono bardzo wysoką korelację między obydwoma wskaźnikami długości okresu międzywycieleniowego (r = 0,88; $p \leq 0,01$). Rozpatrując korelacje między cechami użytkowymi poszczególnych kategorii

(produkcja, rozród, długość życia), największe wartości współczynnika korelacji stwierdzono między długością życia a wszystkimi wskaźnikami produkcyjnymi za okres życia (r od 0,85 do 0,96; $p \leq 0,01$). Wiek przy pierwszym wycieleniu był skorelowany dodatnio z obydwoma wskaźnikami produkcyjnymi w pierwszych 100 dniach pierwszej laktacji (w obu przypadkach r = 0,28; $p \leq 0,01$) i ujemnie z wydajnością mleka oraz wydajnością tłuszczu i białka w przeliczeniu na dzień życia (r, odpowiednio, -0,24 i -0,25; $p \leq 0,05$). Długość pierwszego okresu międzywycieleniowego i średnia długość okresu międzywycieleniowego w okresie życia były skorelowane dodatnio i na zbliżonym poziomie z obydwoma wskaźnikami produkcyjnymi charakteryzującymi pierwszą laktację (r od 0,54 do 0,63; $p \leq 0,01$), przy czym nieco większe wartości współczynnika korelacji stwierdzono dla pierwszego okresu.

W tab. 3 przedstawiono współczynniki korelacji Pearsona między markerami fizjologicznymi krwi i cechami użytkowymi, ograniczając się do wartości statystycznie istotnych. Wiek przy pierwszym wycieleniu był skorelowany ujemnie z koncentracją glukozy określaną w wieku 2 i 200 dni oraz koncentracją cholesterolu i hemoglobiny

Tab. 3. Istotne współczynniki korelacji Pearsona (w nawiasach) między markerami fizjologicznymi krwi badanymi u jałówek w różnym wieku a cechami użytkowymi

Cecha użytkowa	Wiek zwierząt, dni						
	2	21	42	90	200	440	540
WIW	GL (-0,27*)			CH (-0,22*) Hb (-0,24*)	GL (-0,33**) BC (0,22*) lg (0,28*)	Hb (0,27*) Ht (0,29**) BC (0,33**) lg (0,27*)	BC (0,23*) lg (0,30**)
OMW(I)	Ht (-0,31*) BC (-0,32**) lg (-0,40**)			UR (0,28*) ALAT (0,30*) ALB (0,30*)		BC (0,34**)	GL (0,34**) ALAT (0,24*)
OMW(Ż)	BC (-0,26*) lg (-0,31*)			UR (0,31*) ALAT (0,27*)			GL (0,35**) ALAT (0,26*)
M(I)100	Ht (-0,25*) lg (-0,22*)	GL (0,36**)		UR (0,27*)		Hb (0,22*) Ht (0,25*)	GL (0,27*) ALAT (0,22*) lg (0,27*)
TB(I)100	Ht (-0,29*)	GL (0,31**)		UR (0,30**)		Hb (0,23*) Ht (0,27*)	GL (0,24*)
M(I)	Ht (-0,24*) BC (-0,21*) lg (-0,33**)			UR (0,30**) ALAT (0,24*) Hb (-0,25*) Ht (-0,22*)	ASPT (-0,25*)		
TB(I)	Ht (-0,28*) BC (-0,22*) lg (-0,31**)			UR (0,29**) ALAT (0,28*) Hb (-0,27*) Ht (-0,24*)	ASPT (-0,22*)		
DŻ	Hb (-0,28**) Ht (-0,25*)						
M(Ż)	Hb (-0,26*) Ht (-0,26*)				ASPT (-0,22*)		UR (0,23*)
TB(Ż)	Hb (-0,27*) Ht (-0,26*)				ASPT (-0,21*)		UR (0,22*)
M(Ż)/dż	Hb (-0,23*) Ht (-0,25*)				ASPT (-0,26*)		UR (0,23*)
TB(Ż)/dż	Hb (-0,24*) Ht (-0,27*)				ASPT (-0,25*)		UR (0,23*)

Objaśnienia: skróty – tab. 1; * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$

w wieku 90 dni, zaś dodatnie korelacje stwierdzono dla hemoglobiny i hematokrytu badanych w wieku 440 dni oraz białka całkowitego i immunoglobulin w wieku 200, 440 i 540 dni. Długość pierwszego okresu międzywycieleniowego była skorelowana ujemnie z liczbą hematokrytową oraz poziomem białka całkowitego i immunoglobulin oznaczanym w wieku 2 dni oraz dodatnio z poziomem: mocznika w wieku 90 dni, ALAT w wieku 90 i 540 dni, albumin w wieku 90 dni, białka całkowitego w wieku 440 dni oraz glukozy w wieku 540 dni. Korelacje dla średniej długości okresu międzywycieleniowego w okresie życia były bardzo podobne jak dla długości pierwszego okresu, było ich jednak mniej. W innych pracach nad związkiem między markerami fizjologicznymi krwi badanymi u bydła w przedprodukcyjnym okresie życia a wskaźnikami płodności również stwierdzono istotną wartość prognostyczną glukozy i hemoglobiny, uzyskując zbliżone wyniki. Mianowicie stwierdzono (3), że wysoki poziom glukozy określany u 9-miesięcznych buhajków reprodukcyjnych jest związany niekorzystnie z płodnością ich córek, ocenianą zarówno u pierwiastek, jak i u wieloródek. W innych badaniach (14) stwierdzono ujemną korelację między poziomem hemoglobiny analizowanym w kilku terminach wiekowych w pierwszych 3 miesiącach ich życia a wiekiem przy pierwszym wycieleniu i liczbą zabiegów inseminacyjnych na stwierdzonej ciąży.

Wydajność mleka w pierwszej laktacji 100-dniowej była skorelowana ujemnie z liczbą hematokrytową i zawartością immunoglobulin oznaczanych we krwi w 2. dniu życia oraz dodatnio z koncentracją: glukozy w wieku 21 i 540 dni, mocznika w wieku 90 dni, hemoglobiny w wieku 440 dni oraz immunoglobulin w wieku 540 dni. Oprócz tego omawiany wskaźnik produkcyjny był skorelowany dodatnio z liczbą hematokrytową w wieku 440 dni i ak-

tywnością ALAT w wieku 540 dni. W przypadku łącznej wydajności tłuszczu i białka za analogiczny okres laktacji wystąpiły podobne, lecz mniej liczne korelacje jak dla wydajności mleka. Dla wydajności mleka oraz tłuszczu i białka w całej pierwszej laktacji stwierdzono więcej korelacji niż dla tych samych cech w pierwszych 100 dniach tej laktacji. Oprócz tego zwraca uwagę, że korelacje dla obu wskaźników produkcyjnych dotyczyły tych samych markerów fizjologicznych krwi, określanych w tych samych terminach badań, a także że występowały one tylko dla wyników testów fizjologicznych przeprowadzonych w pierwszych 200 dniach po urodzeniu; ujemne korelacje wystąpiły dla białka całkowitego i immunoglobulin analizowanych w wieku 2 dni, hematokrytu w wieku 2 i 90 dni, hemoglobiny w wieku 90 dni i AspAT w wieku 200 dni, natomiast dodatnie korelacje oszacowano w przypadku koncentracji mocznika i aktywności ALAT określanych w wieku 90 dni. Długość życia była związana istotnie tylko z markerami fizjologicznymi krwi analizowanymi w 2. dniu życia – stwierdzono ujemne korelacje dla koncentracji hemoglobiny i liczby hematokrytovej. Wszystkie cztery wskaźniki produkcyjne dotyczące okresu życia produkcyjnego lub całego życia, wymienione w dolnej części tab. 3, były skorelowane z markerami fizjologicznymi w identyczny sposób. Mianowicie, korelacje ujemne wystąpiły dla koncentracji hemoglobiny i liczby hematokrytovej określanej w wieku 2 dni oraz aktywności AspAT w wieku 200 dni, natomiast korelacje dodatnie stwierdzono dla koncentracji mocznika analizowanej w wieku 540 dni.

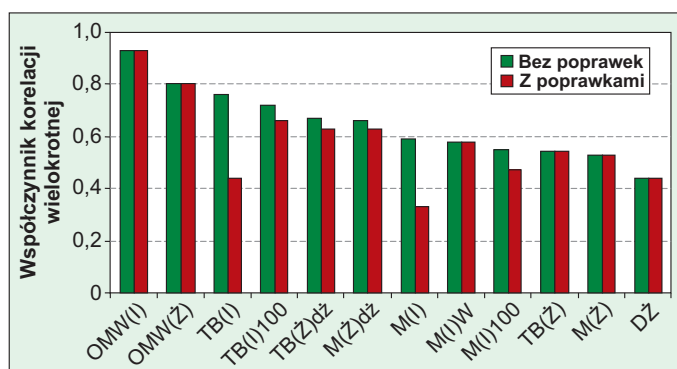
Jak wspomniano we wstępie, w dotychczasowych badaniach nad wykorzystaniem markerów fizjologicznych krwi do wczesnej oceny wartości użytkowej i hodowlanej bydła pod względem cech produkcyjnych analizowa-

Tab. 4. Równania regresji wielokrotnej cech użytkowych na markery fizjologiczne krwi

Cecha użytkowa	Równanie	R _m *
W(I)W	$W(I)W = 831,04 - 1,21(GL2)** - 33,62(GL440)** + 1,00(BC540)** - 4,58(ALB540)$	0,58
OMW(I)	$OMW(I) = 1492,16 + 219,59(GL21) - 25,73(GL21)** + 38,17(GL540) + 10,36(UR90) - 112,92(ALAT90) + 3,49(Hb21)** - 15,99(Ht2) + 0,28(Ht2)** - 12,20(Ht21)** - 31,74(BC90) + 2,11(BC90)** - 8,66(Ig2) + 0,13(Ig2)**$	0,93
OMW(Ż)	$OMW(Ż) = 294,21 + 86,62(GL540)** - 41,25(UR90) + 4,19(UR90)** - 1,37(UR200)** + 23,46(Hb21)$	0,80
M(I)100	$M(I-100) = 756,91 + 126,76(GL21) + 214,48(GL540) - 0,13(Ig2)** + 0,15(Ig540)**$	0,55
TB(I)100	$TB(I-100) = 217,70 + (GL21)** - 12,31(UR42) + 0,81(UR42)** + 0,33(UR90) - 0,02(Ht2)** - 0,38(Ig2) - 3,76(Ig90) + 0,06(Ig90)** + 0,02(Ig540)**$	0,72
M(I)	$M(I) = 38530,40 - 2001,04(Ht90) + 31,43(Ht90)** - 91,38(Ig2) + 1,91(Ig21) - 0,62(Ig90)**$	0,59
TB(I)	$TB(I) = -93,31 - 19,38(GL540)** + 1419,32(ASPT90) - 363,26(ASPT90)** - 61,35(ASPT200)** - 36,36(Hb90) - 0,12(Ht2)** + 68,83(ALB42) - 9,56(Ig2) + 0,14(Ig2)** - 19,46(Ig90) + 0,28(Ig90)**$	0,76
DŻ	$DŻ = 1093,08 - 738,11(ASPT200) + 83,62(ALB21)** + 24,27(Ig200)$	0,44
M(Ż)	$M(Ż) = -87177,27 + 1623,69(GL2) + 10586,77(UR540) - 1104,83(UR540)** + 13722,36(ASPT90) + 3347,65(Ht2) - 63,48(Ht2)**$	0,53
TB(Ż)	$TB(Ż) = -4363,79 + 840,53(UR540) - 89,67(UR540)** - 786,87(ASPT440) + 334,21(Ht2) - 6,33(Ht2)** + 29,00(BC21)**$	0,54
M(Ż)/dż	$M(Ż)/dż = -9,06 - 1,76(GL21) + 3,99(UR440) - 0,50(UR440)** + 3,39(UR540) - 0,37(UR540)** - 1,34(ASPT200)** + 1,27(Ht2) - 0,02(Ht2)**$	0,66
TB(Ż)/dż	$TB(Ż)/dż = -0,99 - 0,01(GL21)** - 0,08(ASPT200)** + 0,09(Ht2) - 0,01(Ht2)** + 0,31(ALB21)$	0,67

Objaśnienia: skróty – tab. 1; * – współczynnik korelacji wielokrotnej (wszystkie współczynniki istotne przy $p \leq 0,01$); liczby w równaniach następujące w nawiasach po skrótach literowych oznaczają wiek zwierząt przy pobieraniu próbek krwi; ** – 2 gwiazdki za nawiasami oznaczają drugi stopień wielomianu, brak gwiazdek oznacza pierwszy stopień

no związek z tymi markerami najdalej do ukończenia pierwszej laktacji. Podobnie jak w niniejszej pracy, w badaniach tych, przeprowadzonych również w warunkach standardowego żywienia wykazano dodatni związek między koncentracją glukozy we krwi w młodocianym okresie życia a późniejszą wydajnością mleka (1, 10, 16, 18). Natomiast u zwierząt poddawanych głodówce stwierdzono zależność ujemną (8). Również w przypadku mocznika jedni autorzy oszacowali dodatnią zależność między koncentracją tego metabolitu we krwi w okresie wychowu a wydajnością mleka (1, 8, 11), natomiast inni wykazali zależność ujemną (18); jednak w odróżnieniu od glukozy we wszystkich cytowanych badaniach zwierzęta badano w warunkach standardowego statusu żywieniowego. Potwierdza to opinię, że poziom mocznika we krwi badany w młodocianym wieku zwierząt jest skorelowany znacząco z wydajnością mleka, lecz jego wartość predykcyjna jest niska ze względu na nieprzewidywalny kierunek korelacji (4, 15). W przypadku aktywności transaminaz we krwi, w badaniach innych autorów uzyskano podobne wyniki jak w niniejszej pracy, stwierdzając ujemną korelację między aktywnością AspAT a wydajnością tłuszczu i białka (6, 7) oraz dodatnią korelację między aktywnością AlAT i wydajnością mleka (8). Analogiczne wyniki dotyczące hemoglobiny i hematokrytu uzyskał Szulc (17), stwierdzając ujemne korelacje między poziomem tych wskaźników badanym u jałówek przed osiągnięciem dojrzałości rozplodowej a wydajnością mleka. Oprócz wymienionych składników krwi, piśmiennictwo dostarcza informacji na temat związku między koncentracją immunoglobulin surowiczych w młodym wieku u cieląt płci żeńskiej a ich późniejszą produktywnością (2, 17, 18). Z badań tych wynika, że omawiana zależność



Ryc. 1. Współczynniki korelacji wielokrotnej między markerami fizjologicznymi krwi oznaczanymi w przedprodukcyjnym okresie życia a cechami użytkowymi, uszeregowane według wariantu bez poprawek (poprawki uwzględniają wskaźniki płodności: W(I)W, OMW(I) i OMW(Z)). Objasnienia skrótów – tab. 1.

jest dodatnia, co w niniejszej pracy znajduje potwierdzenie jedynie w przypadku poziomu immunoglobulin określonego w wieku 540 dni.

Generalnie, w przeprowadzonych badaniach wartości współczynników korelacji Pearsona między markerami fizjologicznymi krwi i cechami użytkowymi nie były wysokie, nie przekraczając 0,4. Świadczy to, że wartość prognostyczna markerów fizjologicznych krwi oszacowana za pomocą korelacji pojedynczych jest ograniczona. Najwięcej korelacji wystąpiło w kolejności dla następujących markerów: liczba hematokrytowa, hemoglobina, mocznik, immunoglobuliny oraz glukoza i białko całkowite (tab. 5). Najczęstsze występowanie korelacji stwierdzono w wieku 2, a następnie 90 i 540 dni.

Tab. 5. Występowanie markerów fizjologicznych krwi we współczynnikach korelacji Pearsona i równaniach regresji wielokrotnej w poszczególnych terminach testów

Wiek zwierząt podczas testu, dni	Marker fizjologiczny										Liczba przypadków (częstotliwość)
	GL	UR	CH	ASPT	ALAT	Hb	Ht	BC	ALB	Ig	
2	*					*****	*****	****		*****	25* (32,9%)
	++						**			++++	14+ (23,3%)
21	**						+++++				2* (2,6%)
	++++					++	+	+	++	+	12+ (20,0%)
42		+							+		0* (0,0%) 2+ (3,3%)
90		*****	*		****	***	**		*		17* (22,4%)
		+++		++	+	+	+	+		+++	12+ (20,0%)
200	*	+		*****					*	*	9* (11,8%)
				++++						+	6+ (10,0%)
440		+		+		***	***		**	*	9* (11,8%)
	+									*	3+ (5,0%)
540	****	****			***				*	**	14* (18,4%)
	++++	+++						+	+	++	11+ (18,3%)
Liczba przypadków (częstotliwość)	8*	10*	1*	6*	7*	11*	15*	8*	1*	9*	76*
	(10,5%) 12+ (20,0%)	(13,2%) 9+ (15,0%)	(1,3%) 0+ (0,0%)	(7,9%) 7+ (11,7%)	(9,2%) 1+ (1,7%)	(14,5%) 3+ (5,0%)	(19,7%) 9+ (15,0%)	(10,5%) 3+ (5,0%)	(1,3%) 4+ (6,7%)	(11,8%) 12+ (20,0%)	(100,0%) 60+ (100,0%)

Objasnienia: skróty – tab. 1; gwiazdki oznaczają występowanie markerów we współczynnikach korelacji Pearsona przedstawionych w tab. 3; plusek oznaczają występowanie markerów w równaniach regresji przedstawionych w tab. 4 – jeśli w równaniu dla danego markera w tym samym wieku podczas testu wystąpił współczynnik liniowy i kwadratowy stawiano tylko jeden plus

W tab. 4 przedstawiono równania regresji wielokrotnej, określające zależności między markerami fizjologicznymi krwi testowanymi w przedprodukcyjnym okresie życia a wskaźnikami użytkowymi. Współczynniki korelacji wielokrotnej oszacowane na podstawie równań regresji przedstawiono także w kolejności malejącej na ryc. 1, gdzie oprócz tego przedstawiono współczynniki poprawione w sposób podany w poprzednim rozdziale. Największe wartości współczynnika korelacji wielokrotnej nie zawierającego poprawek oszacowano dla pierwszego okresu międzywycieleniowego oraz dla średniego okresu międzywycieleniowego w okresie życia (R_m , odpowiednio, 0,93 i 0,80), a następnie na nieco niższym poziomie dla obu wskaźników wydajności tłuszczu i białka dotyczących pierwszej laktacji oraz wydajności tłuszczu i białka, a także wydajności mleka w przeliczeniu na dzień życia (R_m od 0,66 do 0,76). Dla pozostałych wskaźników użytkowych współczynnik R_m zawierał się w granicach od 0,44 do 0,58. Po wprowadzeniu poprawek na wskaźniki płodności, wartość R_m dla pozostałych cech użytkowych zmniejszyła się najbardziej dla wydajności mleka w pierwszej laktacji (z 0,79 do 0,44) oraz dla łącznej wydajności tłuszczu i białka w tej samej laktacji (z 0,59 do 0,33), a więc tych cech, które były najbardziej skorelowane z wskaźnikami płodności (tab. 2).

Wszystkie współczynniki korelacji uzyskane w wyniku analizy regresji były znacznie większe niż korelacje Pearsona. Uwaga ta dotyczy wprawdzie współczynników korelacji wielokrotnej uzyskanych bez zastosowania poprawek, ale nie zmienia to praktycznej wartości prognostycznej markerów fizjologicznych krwi, gdyż poprawki z tytułu cech wywołujących największe zmiany w wielkości współczynnika korelacji (długość okresów międzyciążowych) można by wprowadzić dopiero po osiągnięciu przez zwierzęta wieku produkcyjnego, gdyż wówczas są znane wartości tych cech. Wtedy jednak nie ma już potrzeby prognozowania większości innych cech użytkowych, gdyż są one także znane bezpośrednio. Znaczący wzrost wielkości współczynników korelacji wielokrotnej i poziomu ich istotności statystycznej w stosunku do korelacji Pearsona przy prognozowaniu tych samych cech użytkowych za pomocą markerów fizjologicznych krwi należy tłumaczyć nie tylko jednoczesnym włączeniem do analizy statystycznej więcej niż jednej cechy niezależnej, ale przede wszystkim uwzględnieniem za pomocą funkcji wielomianowej związków nieliniowych (krzywoliniowych) między cechami niezależnymi i zależnymi. Jak zaś wiadomo, wszystkie markery fizjologiczne dążą siłami homeostazy do specyficznego dla nich optimum, co przekłada się na wspomnianą nieliniowość. Szereg autorów (4-6, 9, 10, 13) również sugeruje, że przy wykorzystywaniu markerów fizjologicznych krwi do oceny zwierząt ich wartość prognostyczna przy zastosowaniu równań regresji wielokrotnej (tzw. indeksów fizjologicznych) jest znacznie większa niż przy zastosowaniu korelacji pojedynczych. Dane zawarte w tab. 5 wskazują, że przy użyciu regresji wielokrotnej największą wartość prognostyczną spośród badanych markerów miały glukoza i immunoglobuliny, a następnie na nieco niższym poziomie moczyn i liczba hematokrytowa. Podobnie jak w przypadku korelacji Pearsona, najodpowiedniejszym wiekiem do wykonywania testów okazał się w kolejności 2., 90. i 540.,

a oprócz tego jeszcze 21. dzień życia (to samo miejsce w rankingu co wiek 90 dni).

Wyniki przeprowadzonych badań świadczą, że markery fizjologiczne krwi badane u jałówek bydła mlecznego w przedprodukcyjnym okresie życia mają znaczący związek fenotypowy z cechami użytkowymi, zwłaszcza użytkowością rozrodczą, a następnie na nieco niższym poziomie z intensywnością produkcji mleka oraz tłuszczu i białka w okresie życia. Badania wskazują również, że metoda regresji wielokrotnej jest znacznie bardziej przydatna do określania związku między markerami fizjologicznymi krwi a cechami użytkowymi niż korelacje pojedyncze. W oparciu o analizę regresji stwierdzono, że największy związek z cechami użytkowymi mają: glukoza, immunoglobuliny, moczyn i liczba hematokrytowa; natomiast odpowiedni wiek zwierząt podczas wykonywania testów to: 2, 21, 90 i 540 dni po urodzeniu.

Piśmiennictwo

1. 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.
2. DeNise S. K., Robison J. D., Stott G. H., Armstrong D. V.: Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 1989, 72, 552-554.
3. Hayhurst C., Sørensen M. K., Royal M. D., Lrvendahl P.: Metabolic regulation in Danish bull calves and the relationship to the fertility of their female offspring. *J. Dairy Sci.* 2007, 90, 3909-3916.
4. Lovendahl P., Jensen J.: Ægtrnsplantation, Fysiologiske Funktionsprover og Kerneavl med Malkekvæg: 5. Fysiologiske funktionsprover. Beretn. fra Danmarks Jordbrugsforskning, Foulum 1997, 737, 73-116.
5. Müller U., Leuthold G., Dalle T., Reinecke P.: Der Einfluß des genetischen Milchleistungspotentials auf immunkompetente Merkmale und Stoffwechselindikatoren bei hungerbelasteten Milchrindbullen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 1997, 40, 493-504.
6. Müller U., Mlaouhi A., Staufenbiel R., Hasselmann L., Tripmacher R., Brockmann G.: Der Einfluss der Energiekonzentration in der Jungviehaufzucht auf physiologische Kennwerte und Milchleistung: Eine Zwillingsstudie. *Züchtungskunde* 2007, 79, 231-242.
7. Oprządek A.: Zależności między żernością, tempem wzrostu i wybranymi wskaźnikami fizjologicznymi jałówek a ich przyszłą użytkowością mleczną. Praca dokt., IGIH PAN, Jastrzębiec 2001.
8. Oprządek J., Dymnicki E., Kołtaj A., Oprządek A.: Zależność między poziomem wybranych wskaźników biochemicznych krwi u jałówek rasy czarno-białej a użytkowością mleczną. *Medycyna Wet.* 2005, 61, 1374-1377.
9. Robinson D. L., Hammond K., Graser H.-U., McDowell G. H.: Relationships between breeding values and physiological responses to improved contemporary comparisons for production traits. *J. Agric. Sci., Camb.* 1992, 107, 71-74.
10. Sejrnsen K., Larsen F., Andersen B. B.: Use of plasma hormone and metabolite levels to predict breeding value of young bulls for butterfat production. *Anim. Prod.* 1984, 39, 335-344.
11. Sinnott-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.
12. Skrzypek R.: Heterozja dla wybranych wskaźników fizjologicznych krwi w rozwoju osobniczym mieszańców bydła cb x hf. *Medycyna Wet.* 2003, 59, 513-516.
13. Skrzypek R.: Przydatność cech fizjologicznych krwi oraz tempa wzrostu do wczesnej oceny wartości hodowlanej bydła mlecznego. Praca hab., Wyd. Zootechniczny AR, Wrocław 1995.
14. Skrzypek R.: Przydatność niektórych wskaźników biochemicznych u jałówek do prognozowania użytkowości mlecznej i rozrodczej. *Rocz. AR Pozn.* 1991, 229, 139-146.
15. Skrzypek R., Lovendahl P., Sejrnsen K.: Hormonal and metabolic responses to fasting and refeeding in calves of two lines divergently selected for milk fat yield. *Proc. EAAP 44th Ann. Meet., Aarhus* 1993, G 3.12, I, 209.
16. Skrzypek R., Szwachkowski T.: Predictive value of physiological traits measured in young dairy cattle under standard feeding conditions. *Proc. EAAP 45th Ann. Meet., Edinburgh* 1994, NGC4., 11.
17. Szulc T.: Poszukiwanie metod wczesnej selekcji bydła w oparciu o badania niektórych wskaźników krwi. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 1973, 104, 61-81.
18. Tllakarathne 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.