

**ZESZYTY NAUKOWE  
AKADEMII ROLNICZEJ  
WE WROCŁAWIU**

**NR 523**

**ROZPRAWY CCXXXV**

**ANDRZEJ TOMASZEWSKI**

**PATTERNS OF MILK CHOLESTEROL CONTENT  
IN BLACK-AND-WHITE BREED COWS**

**DEPARTMENT OF CATTLE BREEDING AND MILK  
PRODUCTION**



**WROCŁAW 2005**

**ANDRZEJ TOMASZEWSKI**

**KSZTAŁTOWANIE SIĘ ZAWARTOŚCI  
CHOLESTEROLU W MLEKU KRÓW RASY  
CZARNO-BIAŁEJ**

**ZAKŁAD HODOWLI BYDŁA I PRODUKCJI MLEKA**



**WROCŁAW 2005**

*Opiniodawca*

prof. dr hab. Zbigniew Dorynek

*Redaktor merytoryczny*

dr hab. Krystyn Chudoba

*Korekta*

Janina Szydłowska

*Łamanie*

Halina Sebzda

*Projekt okładki*

Grażyna Kwiatkowska

© Copyright by Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 2005

Utwór w całości ani w fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany  
za pomocą urządzeń elektronicznych, nagrywających i innych  
bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

ISSN 0867-7964

ISSN 0867-1427

**WYDAWNICTWO AKADEMII ROLNICZEJ WE WROCŁAWIU**

**Redaktor naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**

**ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel./fax (071) 328-12-77**

**e-mail: [wyd@ozi.ar.wroc.pl](mailto:wyd@ozi.ar.wroc.pl)**

---

Nakład: 100 + 16 egz. Ark. druk. 4,75

Druk i oprawa: F.P.H. ELMA

*Pamięci moich Rodziców poświęcam*



# SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	9
2. PRZEGLĄD LITERATURY .....	11
2.1. Zawartość cholesterolu w mleku krowim.....	11
2.2. Zawartość cholesterolu we krwi.....	12
2.3. Wpływ rasy i genotypu.....	13
2.4. Wpływ wieku .....	14
2.5. Wpływ laktacji .....	15
2.6. Wpływ sezonu .....	15
2.7. Odziedziczalności cech mleka oraz korelacje genetyczne.....	16
2.8. Zawartość aminotransferaz AspAT i AlAT.....	16
2.9. Zawartość trójglicerydów.....	17
2.10. Wpływ żywienia.....	17
3. MATERIAŁ I METODY .....	20
4. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA .....	23
4.1. Wpływ genotypu krów .....	23
4.2. Wpływ wieku krów .....	28
4.3. Wpływ kolejnej laktacji.....	32
4.4. Wpływ sezonu wycielenia.....	36
4.5. Wpływ sezonu żywienia.....	36
4.6. Współczynniki korelacji ( $r_G$ , $r_P$ ) i regresji ( $b_G$ , $b_P$ ) .....	43
4.7. Cholesterol w mleku i we krwi.....	43
4.8. Zawartość aminotransferaz AspAT i AlAT oraz wskaźnik aktywności metabolizmu .....	50
4.9. Trójglicerydy .....	51
4.10. Współczynniki odziedziczalności $h^2$ .....	52
4.11. Ocena wartości hodowlanej buhajów .....	52
4.12. Wpływ żywienia.....	55
4.13. Związki pomiędzy stężeniem cholesterolu a cechami wydajności mleka .....	60

5. PODSUMOWANIE.....	63
6. WNIOSKI .....	64
7. PIŚMIENNICTWO.....	65



# 1. WSTĘP

W ostatnim dwudziestoleciu cholesterol jako związek budzi w populacji ludzkiej mniej lub bardziej uzasadnione obawy. Jednak jest on niezbędny dla właściwego funkcjonowania organizmu. Udowodniono, że szkodzi dopiero jego nadmiar, który prowadzi do miażdżycy naczyń, a to z kolei może być przyczyną zawałów serca i udarów mózgu [Bartnikowska i Kulasek 1994, Nath i Murthy 1995]. Substancja ta jako składnik żółci uczestniczy w procesie trawienia, jest potrzebna do produkcji hormonów, zwłaszcza płciowych a także antystresowych, jak również witaminy D. Niedobór cholesterolu w dzieciństwie może zahamować proces wzrostu. Dlatego też organizm na drodze syntezy endogennej sam wytwarza tę potrzebną mu substancję, przede wszystkim w wątrobie i w jelicie cienkim, skąd wraz z krwią dociera ona do wszystkich komórek [Michajlik i Sznajderman 1986]. Część cholesterolu, ok. 20–40%, jest syntetyzowana na drodze egzogennej z pożywienia, a ściślej z tłuszczu pochodzenia zwierzęcego [Floriańczyk i Pasternak 1994].

Cholesterol jest nienasyconym alkoholem z grupy sterydów, do której należą również kwasy żółciowe, witamina D i hormony płciowe. Związek ten występuje w świecie zwierzęcym, a przede wszystkim u ssaków. Organizm dorosłego człowieka zawiera ok. 200 g cholesterolu, najczęściej w postaci estru np. z kwasami tłuszczowymi. Szczególnie dużo występuje go w gruczole nadnercza, wątrobie i tkance tłuszczowej. Wspólnie z fosfolipidami wchodzi w skład błon komórkowych (cytoplazmatycznej). Jest on również swoistym buforem pozwalającym zachować właściwą elastyczność błony komórkowej w różnych temperaturach [Leśniak i Porembaska 1993].

Dla każdego organizmu istnieje niezbędna i jednocześnie nieszkodliwa ilość cholesterolu, której wielkość zależy od wielu czynników. Za stan naszego zdrowia głównie odpowiadają dwie odmiany cholesterolu: wysokocząsteczkowy HDL i niskocząsteczkowy LDL. Jednak frakcji HDL z racji jej „czyszczącego” działania przypisuje się większe znaczenie.

W Polsce stwierdza się zbyt wysoki przekraczający 250 mg/dl krwi poziom cholesterolu u 30% mieszkańców [Bartnikowska i Kulasek 1994]. Natomiast w USA aż 50% populacji charakteryzuje się przekroczonym jego poziomem, wskutek czego corocznie umiera tam pół miliona ludzi [Brisson 1986, Ney 1991]. Thompson i Dennison [1994] stwierdzili, że w USA ponad 80% dzieci w wieku przedszkolnym spożywa więcej tłuszczów pochodzenia zwierzęcego, niż wymaga tego potrzeba ich organizmu. Właśnie kwasy tłuszczowe nasycone sprzyjają syntezie cholesterolu niskocząsteczkowego (LDL) w wątrobie człowieka, natomiast kwasy nienasycone przeciwdziałają tej syntezie. W efekcie nadmiernego spożycia kwasów nasyconych lub cholesterolu zawartego w żywności

pochodzenia zwierzęcego, po przekroczeniu dopuszczalnego poziomu we krwi, odkładany jest on w naczyniach wieńcowych serca.

Sugestia, że tłuszcz mleka zawiera wysoką koncentrację nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu, co może powodować arteriosklerozę, jest poważnie rozważana w świetle ostatnich badań dotyczących wielonienasyconych kwasów tłuszczowych [Nath i Murthy 1995].

Mleko jest największym dostarczycielem tłuszczu i białka zwierzęcego w diecie człowieka. Mleko ssaków zawiera nie tylko składniki niezbędne do odżywiania noworodków, ale również substancje chroniące je przed infekcjami [Dalglish 1993]. Zawarty w mleku cholesterol wspomaga pośrednio ten proces poprzez umożliwienie powstawania witaminy D. O ile wartość biologiczna białka mleka jest bardzo wysoka, to niestety tłuszcz mleczny spożywany w mleku i jego przetworach; maśle, serach, śmietanie, jogurtach i lodach zawiera głównie (60–70%) nasyconych kwasów tłuszczowych [Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991]. Dobre zdanie o mleku obniża w znacznym stopniu negatywna opinia o zawartym w jego tłuszczu cholesterolu. Podejmowane są próby otrzymywania mleka o obniżonej zawartości cholesterolu poprzez usuwanie z niego tłuszczu i zastąpienia go tłuszczem niskocholesterolowym [Błasińska 1992]. Można mieć tylko nadzieję, że sytuację radykalnie poprawi odkryta niedawno skuteczna metoda redukcji cholesterolu w tłuszczu mleka przy wykorzystaniu nadkrytycznego dwutlenku węgla [Huber i Martinez de la Ossa 1995].

Piśmiennictwo dotyczące tych zagadnień zarówno krajowe, jak i zagraniczne jest wprawdzie dość obszerne, ale opisane badania wykonywane były zwykle na niezbyt licznych materiałach zwierzęcych i najprawdopodobniej z tego też powodu wypływające z nich wnioski okazały się niejednoznaczne. Dlatego też podjęto próbę, aby na stosunkowo dużym materiale zwierzęcym, odpowiedzieć w miarę obiektywnie na postawioną hipotezę: czy i jakie współzależności istnieją pomiędzy poziomem cholesterolu w mleku i krwi krów rasy czarno-białej hodowanych w Polsce a ich genotypem, wydajnością, wiekiem, kolejną laktacją oraz sezonami wycielenia i żywienia.

Biorąc powyższe pod uwagę, ustalono jako cel pracy określenie wpływu czynników genetycznych i pozagenetycznych na poziom cholesterolu w mleku i krwi krów rasy czarno-białej utrzymywanych w warunkach produkcyjnych.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

Cholesterol występujący w ustroju przyjmuje formę wolną i zestryfikowaną. Przeważająca część cholesterolu ustrojowego ma postać wolną, jedynie tylko w osoczu i w nadnerczach przeważa cholesterol zestryfikowany (powyżej 70%) [Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991; Bronicki i Dembiński 1997]. Wojciechowski [1986] podaje, że synteza cholesterolu jest bardzo złożonym, wieloetapowym procesem, w którym uczestniczy blisko 20 białek enzymatycznych. Poza syntezą endogenną, prowadzoną przez wszystkie komórki ustroju, w wyniku której powstaje 60–80% cholesterolu, innym jego źródłem jest pokarm [Floriańczyk i Pasternak 1994]. Natomiast pod względem ilościowym głównym miejscem wytwarzania cholesterolu jest wątroba i jelito cienkie [Michajlik i Sznajderman 1986]. Właśnie zaburzenia stanów czynnościowych wątroby jak również nieodwracalne zmiany w wyniku przebytych chorób powodują zakłócenie biosyntezy cholesterolu w tym narządzie [Bronicki i Dembiński 1995]. Bardzo ścisły związek występuje pomiędzy liczną grupą związków o wielorakich funkcjach w ustroju zwanych lipidami a cholesterolem [Grzegorzak i wsp. 1970]. Barej [1986] stwierdził, że pomimo iż metabolizm lipidów u zwierząt poligastrycznych przebiega podobnie jak u monogastrycznych, to jednak ze względu na obecność przedżołądków, występują pewne istotne różnice. Mianowicie, przemiana tłuszczów w żwaczu dotyczy przede wszystkim hydrolizy glicerydów i fosfolipidów, jak również uwodorowania nienasyconych kwasów tłuszczowych [Feliński i wsp. 1974, Barej 1990, Krzymowski 1998].

### 2.1. Zawartość cholesterolu w mleku krowim

Zawartość cholesterolu w mleku krowim, jak wynika z piśmiennictwa dotyczące tego zakresu, może być określana kilkoma miernikami (mg/dl; mg/100g tł; mg/1g tłuszczu mleka). Stężenie cholesterolu według pierwszego miernika mieści się w dość szerokich granicach wynoszących od 10 do 20 mg/dl [Jensen i wsp. 1991]. Sharma i wsp. [1996] określili ten zakres jeszcze szerzej od 8,72 do 25,42 mg/dl. Z drugiej zaś strony Ernstrom [1990] zakreślił tę granicę nieco wężej od 13,49 do 15,20 mg/dl. W warunkach polskich Brzóska i wsp. [1998] wykazali zawartość cholesterolu w rasie czerwono-białej na poziomie 10,39 mg/dl mleka. Ci sami autorzy również w rasie holsztyńskiej ustalili tę wartość na 10,43 mg/dl [Brzóska i wsp. 1999b]. Wartości w zbliżonych granicach (9,24–10,98) u bydła czeskiego srokatego wykazali Čitek i wsp. [1997]. Z kolei na Litwie w populacji krów ras czarno-białej i litewskiej brązowej określono zawartość cholesterolu

w ich mleku na poziomie 16,25 i 18,63 mg/dl [Šterna i Jemeljanovs 2003]. Natomiast Kiszka i wsp. [1994] wykorzystując do pomiarów zawartość cholesterolu w mleku użyli drugiego z pomiarów, a mianowicie mg/100g tłuszczu. Wykazali, że w rejonie Gliwic dla mleka zbiorczego stężenie cholesterolu wyniosło 239,24 mg/100 g tłuszczu, przy zmienności pomiaru wynoszącego 17,81%. Z kolei Precht [2001] analizując 1142 próby mleka od użytkowanych w Niemczech krów stwierdził poziom cholesterolu wynoszący od 204 do 382 mg/100g tłuszczu (średnio 265 mg/100g tł.). Analizując skład mleka z 12 krajów Unii Europejskiej ten sam autor ustalił średnią jego wartość na poziomie 258 mg/100 g tłuszczu mlecznego w przedziale od 215 do 331 mg/100 g tłuszczu. Natomiast Grega i wsp. [2000] dla krów rasy simental podają zawartość cholesterolu na poziomie 196 mg/100 g tłuszczu.

Część autorów poszerzyła zakres badań o mleko pasteryzowane oraz siarę. Cerutti i wsp. [1993] określili zawartość cholesterolu w mleku pasteryzowanym w granicach 2,37–3,06 mg/dl. Natomiast Precht [2001] analizując stężenie cholesterolu w mleku i w sianie krów wykazał, że jego stężenie w sianie jest wyraźnie wyższe (o ok. 26%) niż w mleku. Fakt ten potwierdzają niejako badania Hammona i Bluma [1998], którzy wykazali, że zawartości cholesterolu oraz trójglicerydów we krwi cieląt pojonych tylko siarą były wyższe w porównaniu do cieląt pojonych preparatami mlekozastępczymi.

W piśmiennictwie można również znaleźć informacje o istnieniu wyraźnej zależności pomiędzy zawartością tłuszczu mleka a zawartym w nim cholesterolem [Šterna i Jemeljanovs 2003].

Ciekawe wydają się być również stwierdzenia Demigne i wsp. [1994] oraz Berggren i wsp. [1996] wykazujące, że u zwierząt nieprzeżuwających kwas propionowy, powstający na skutek bakteryjnego rozkładu włókna, jest czynnikiem obniżającym poziom cholesterolu przez hamowanie jego syntezy z octanu w wątrobie.

Niektórzy badacze tacy jak Nak [1999] i Krzyżewski i wsp. [2003] poszukiwali związków pomiędzy stężeniem cholesterolu w mleku a występowaniem stanu zapalnego gruczołu mlekowego krów. I tak Nak [1999] wykazał bardzo niskie, bo wynoszące 7,27 i 8,04 mg/dl mleka, stężenie cholesterolu u zwierząt z subkliniczną formą *mastitis*. Natomiast Krzyżewski i wsp. [2003] sugerują, że stężenie cholesterolu może obniżyć się w rezultacie poprawy zdrowotnej gruczołu mlekowego. Innym zagadnieniem zajmowali się Homer i Virtanen [1967], którzy doświadczalnie potwierdzili teorię o tworzeniu się lipidów w gruczole mlecznym krów.

## 2.2. Zawartość cholesterolu we krwi

O bezpośrednim wpływie czynników hormonalnych i genetycznych na stężenie cholesterolu we krwi donoszą Ziemiański i Budzyńska-Topolowska [1991]. Z kolei Malinowska i Daszyńska [1970] artykułują istotny wpływ na tę cechę warunków środowiskowych, takich jak żywienie.

Nad kwestią zawartości cholesterolu we krwi krów koncentrowało swoją uwagę wielu autorów. Kumar i Pachauri [2001] analizując poziom cholesterolu we krwi u krów mlecznych stwierdzili, że czym większa wydajność mleka, tym wyższy poziom cholesterolu. Floryszczak [2000] określił poziom cholesterolu we krwi na 131 do 147 mg/dl, a Kulczycki i wsp. [1985] na 140,51 mg/dl. Bardzo podobny rezultat wynoszący 3,8 mmol/litr krwi (co stanowi 146,15 mg/dl krwi) uzyskali Nazifi i wsp. [2003]. Nieco wyższe rezultaty 4,3 mmol/litr krwi (165,38 mg/dl krwi) stwierdzili m.in. Gueorguieva i Gueorguiev [1997] oraz Strzetelski i wsp. [1993] 152,10 mg/dl krwi. Natomiast Chladek i wsp. [2001] u krów rasy holsztyńskiej podają 3,44 mmola cholesterolu na litr krwi (132,31 mg/dl krwi). Podobny rezultat 3,50 mmol/litr krwi (134,61mg/dl), jak również niższy udział frakcji HDL i LDL w całości w okresie okołoporodowym stwierdzili Ceballos i wsp. [2002]. Wyraźnie wyższy rezultat 185 do 235 mg/dl krwi u rasy holsztyńskiej uzyskali Schroeder i wsp. [2002]. Ruegg i wsp. [1992] wykazali u krów tej samej rasy wzrost cholesterolu w surowicy krwi wynoszący od 110,1 mg/dl do 398,3 mg/dl w pierwszych 80. dniach laktacji. Wydaje się, że właśnie zaburzenie wewnątrzkomórkowych mechanizmów regulacyjnych może doprowadzić do nadmiernej inhibicji komórek cholesterolu egzogennym [Tomaszewski i Woźniak 1987].

O wpływie na poziom cholesterolu w surowicy krwi może decydować również płęć zwierząt [Skrzypek 1993, Maza i Dizon 1971]. Odmiennego zdania w tym zakresie są Otto i wsp. [2000] oraz Nazifi i wsp. [2003], którym nie udało się znaleźć dowodów potwierdzających wyżej podaną sugestię.

Również ciąża może stanowić o poziomie cholesterolu we krwi krów. Tacy badacze, jak Kumar i Pachauri [2001] oraz Otto i wsp. [2000] stwierdzili najwyższy poziom cholesterolu we krwi krów niezacielonych. Wniosek ten potwierdził Cengiz [2000] określając poziom cholesterolu w grupach krów nie będących w ciąży i ciężarnych. Z badań tych wynika, że krowy ciężarne w stosunku do niezacielonych charakteryzowały się niższym poziomem cholesterolu o 8 mg/dl krwi (96 mg/dl : 104 mg/dl.).

Selvaraju i Rajasundaram [2001] sugerują, że poziom cholesterolu w surowicy krwi zależy od poziomu hormonu estrogenu. Do podobnego wniosku doszedł Sonawane i wsp. [2002] podając krowom mlecznym somatotropinę.

Poszukując wpływu niestandardowych czynników na zawartość cholesterolu we krwi, kwasów tłuszczowych i poziomu trójglicerydów Jaakson i Ling [2001] wykazali, że w efekcie jedno- i dwutygodniowego mrożenia próbek krwi poziom cholesterolu i kwasów tłuszczowych zwiększył się, natomiast zawartość trójglicerydów obniżyła się. Autorzy badania te przeprowadzili na krowach estonian-holsztyń. Ciekawe i interesujące okazało się to, że rezultaty tych badań potwierdzono statystycznie.

### **2.3. Wpływ rasy i genotypu**

Niektórzy autorzy [Prasad i Pandita 1990, Pabst i Walte 1992, Pruthi i Bindal 1996] poszukiwali związków pomiędzy rasą, genotypem krów mieszańców a zawartością

cholesterolu w mleku. Bitman i wsp. [1995] porównując zawartość cholesterolu w mleku krów rasy jersey pochodzących z USA i Danii, wykazali, że mleko krów rasy jersey duński zawierało więcej cholesterolu niż mleko krów rasy jersey amerykański (odpowiednio 17,5 i 14,3 mg/dl). Z kolei Verma i Prasad [2000] analizując różny udział genów trzech ras – sahiwal, duńskiej czerwonej i jersey stwierdzili, że najwyższą koncentracją cholesterolu odznaczały się mieszańce z udziałem: 25% genów rasy sahiwal, 25% genów duńskiej czerwonej i 50% genów rasy jersey. Cole i wsp. [2001] badając wpływ genotypu i paszy na rasę angus i brahman stwierdzili, że zawartość cholesterolu w osoczu krwi była efektem podawanych pasz ( $p \leq 0,01$ ) i rasy zwierząt ( $p \leq 0,05$ ).

O wpływie rasy ojca użytego do krzyżowania na stężenie cholesterolu we krwi krów mieszańców informują Lammoglia i wsp. [2000]. Tej sugestii nie potwierdzili Sharma i wsp. [1998]. Z kolei Tomaszewski i wsp. [2000] zajmując się tym problemem wykazali mało wyraźny wpływ genotypu na poziom cholesterolu w mleku krów.

Leimann [2001] przestudiował rodowody 59 buhajów i stwierdził, że koncentracja cholesterolu była ujemnie skorelowana z wartością hodowlaną buhajów. Do podobnych wniosków doszli Bulla i wsp. [1999], którzy u mieszańców bydła słowackiego z holztyńskim zauważyli, że wraz ze wzrostem udziału genów rasy doskonalącej, buhaje wykazywały niższe stężenie cholesterolu w osoczu krwi.

Próbowano również określić wpływ genotypu i żywienia na zawartość cholesterolu u zwierząt ras mięsnych. Cole i wsp. [2001] badając ten problem w rasie angus i brahman stwierdzili, że zawartość cholesterolu w osoczu krwi była efektem skarmianych pasz ( $p \leq 0,01$ ) oraz rasy zwierząt ( $p \leq 0,01$ ).

## 2.4. Wpływ wieku

Analizując wpływ wieku na zawartość cholesterolu w mleku i krwi krów tacy autorzy, jak: Otto i wsp. [2000], Kumar i Pachauri [2001] oraz Nazifi i wsp. [2003] wykazali, w rezultacie przeprowadzonych badań, istotny związek pomiędzy wiekiem zwierząt a zawartością cholesterolu w ich krwi. Poszukując zależności pomiędzy wiekiem krów a zawartością cholesterolu w mleku Norman i Van Vleck [1972] oraz Tomaszewski i Hibner [2001] potwierdzili statystycznie ( $p \leq 0,01$ ) wpływ wieku na tę cechę. Natomiast Sharma i wsp. [1998] nie znaleźli związku pomiędzy wiekiem zwierząt a zawartością cholesterolu w ich krwi. Autorzy ci swoje badania przeprowadzili na trzech różnych wiekowo grupach zwierząt: na cielętach, jałowicach oraz krowach 3–5-letnich. Bardzo dużą zależność między zawartością cholesterolu w surowicy krwi a wiekiem cieląt stwierdziła Orowicz [2001]. Natomiast Tumbleson i Hutcheson [1971] wykazali liniowy wzrost poziomu cholesterolu w osoczu krów do 3 roku życia. Według niektórych autorów zawartość cholesterolu obniża się w miarę zaawansowania wiekowego krów [Kappel i wsp. 1984, Skrzypek 1990].

## 2.5. Wpływ laktacji

Kwestia ta dotyczy zarówno zawartości cholesterolu w kolejnych laktacjach, jak i jego stężenia w trakcie laktacji. I tak Čitek i wsp. [1997] określili zawartość cholesterolu w mleku krowim w pierwszej laktacji na poziomie 10,21 mg/dl. Poza tym niektórzy autorzy wykazują wzrost stężenia cholesterolu w mleku w kolejnej laktacji [Rossato i wsp. 2001, Tomaszewski i Hibner 2001]. Wielu autorów między innymi [Son i wsp. 1996, Gueorguieva i Gueorguiev 1997, Turk i wsp. 2003] informuje o stwierdzonej wzrastającej tendencji stężenia cholesterolu w mleku krów wraz z przebiegiem laktacji. Tendencję tę potwierdzają badania Lynch'a i wsp. [1992]. Autorzy ci oznaczali zawartość cholesterolu w mleku krów rasy holsztyńskiej w okresie do 42 tygodnia trwania laktacji, obserwując powolny i systematyczny wzrost jego poziomu ze szczytem przypadającym na 30 tydzień jej trwania. Tomaszewski i Hibner [2001] ustalili, że najwyższe stężenie cholesterolu w laktacji ma miejsce pomiędzy 7 a 10 miesiącem jej trwania.

Część autorów badała kwestię wpływu różnych stanów fizjologicznych zwierząt na profil metaboliczny krów. Polat i Cetin [2001] sugerują, że różne stany fizjologiczne krów, takie jak zasuszenie czy laktacja, mogą ten profil zmieniać.

## 2.6. Wpływ sezonu

Liczni autorzy, jak Abdel-Samee i Ibrahim [1992], Marai i wsp. [1997], Bernabucci i wsp. [1999] oraz Calamari i wsp. [1999] wykazali niższą zawartość cholesterolu w mleku krów w okresie lata. Innego zdania są Sharma i wsp. [1996] oraz Kumar i Pachauri [2001], którzy w grupie krów mieszańców holsztyn-sahiwal zaobserwowali wyższy poziom cholesterolu w tym właśnie okresie. Do podobnych wniosków doszli zarówno Paura i wsp. [2003], jak i Krzyżewski i wsp. [2003]. Z kolei Goswami i wsp. [2000] zaobserwowali najniższą wynoszącą 165 mg/dl krwi koncentrację cholesterolu w okresie jesiennym. Także El-Masry i Marai [1991] u krów rasy fryzyjskiej zaobserwowali niższą zawartość cholesterolu w osoczu krwi w okresie lata. Dorynek [1983] stwierdził wpływ sezonu żywieniowego matek na zawartość cholesterolu w surowicy krwi ich cieląt.

Niektórzy autorzy starali się dociec, czy istnieje sezonowe zróżnicowanie zawartości cholesterolu w maśle. Staniewski i wsp. [1995] wykazali sezonowe, w trakcie roku, zróżnicowanie zawartości cholesterolu w maśle produkowanym w 10 zakładach mleczarskich północno-wschodniej Polski. Zaobserwowane różnice mieściły się w granicach od 1,80 wiosną do 2,12 g/kg masła jesienią.

## 2.7. Odziedziczalności cech mleka oraz korelacje genetyczne

Wielu autorów zajmujących się odziedziczalnością zawartości cholesterolu w mleku krów podaje jego dość szeroki zakres  $h^2$  od 0,10 do 0,80 [O'Kelly 1968, Bettini i Masina 1972, Arave i wsp. 1975; Edfors-Lilja i wsp. 1978, Pabst i Walte 1992, Taylor i wsp. 1966]. Sasaki i wsp. [2002] oszacowali u bydła użytkowanego w Japonii współczynniki odziedziczalności dla cech mlecznych i stężenia cholesterolu w mleku. Według nich współczynniki odziedziczalności zawartości tłuszczu i białka w mleku wyniosły odpowiednio  $h^2 = 0,50$  i  $0,38$ . Natomiast określona odziedziczalność stężenia cholesterolu całkowitego w mleku uplasowała się w górnym zakresie tego parametru ( $h^2 = 0,83$ ). Z kolei współczynniki korelacji genetycznych pomiędzy stężeniem cholesterolu całkowitego a cechami wydajności mlecznej mieściły się w granicach 0,58 (wydajność mleka); 0,42 (wydajność tłuszczu) i 0,45 (wydajność białka). Niższe wartości odziedziczalności zawartości tłuszczu ( $h^2 = 0,18$ ) i białka ( $h^2 = 0,17$ ) w mleku krów rasy czb uzyskali Tomaszewski i Juszcak [1991].

Analizując różnice sezonowe w związkach pomiędzy zawartością cholesterolu a cechami mleczności Paura i wsp. [2003] stwierdzili wyższe zależności pomiędzy tymi cechami w okresie zimowym.

Niektórzy autorzy zajmowali się kwestią związków pomiędzy wydajnością mleka a zawartością cholesterolu we krwi krów. Nad tym zagadnieniem pracowali Ceballos i wsp. [2002] określając wspomnianą zależność na  $r = 0,31$  ( $p \leq 0,05$ ). Również Bhuiya i wsp. [1993] w stadzie liczącym 40 krów rasy brown swiss – hariana wykazali dodatnie zależności zarówno fenotypowe, jak i genetyczne pomiędzy zawartością cholesterolu we krwi a wydajnością tłuszczu mlecznego.

## 2.8. Zawartość aminotransferaz AspAT i AlAT

Duże znaczenie w prognozowaniu wartości użytkowej zwierząt mają enzymy biorące udział w podstawowej przemianie materii, a przede wszystkim aminotransferaza asparaginianowa (AspAT) i aminotransferaza alaninowa (AlAT). Bronicki i Dembiński [1994] stwierdzili w grupie wysoko wydajnych krów mlecznych w końcowym okresie ciąży zaburzenia przemiany tłuszczowej, co prowadziło w następstwie do naruszenia czynności wątroby po porodzie. Badania wielu autorów potwierdziły występowanie u około 60% krów zmian zwyrodnieniowych w wątrobie o charakterze stłuszczenia [Markusfeld i wsp. 1988, Sokol i wsp. 1988, Holtenius 1989]. Herdt [1988a i b] uważa transaminazę AspAT za enzym w pełni odzwierciedlający stopień stłuszczenia wątroby.

Niektórzy autorzy podjęli próbę określenia wpływu różnych czynników środowiskowych na aktywność aminotransferazy asparaginianowej. I tak Oprządek i wsp. [2002] nie wykazali wpływu roku i sezonu na aktywność tego enzymu u jałówek. Ci sami autorzy nie stwierdzili wpływu żywienia oraz głodzenia na aktywność aminotransferazy



alaninowej i asparaginianowej. W innym doświadczeniu przeprowadzonym na buhajkach Oprządek i wsp. [2000] stwierdzają, że zastosowane systemy żywienia nie wpływały na poziom aktywności aminotransferazy alaninowej. Natomiast spowodowały istotne obniżenie aktywności aminotransferazy asparaginianowej. Innego zdania jest Kececi i Keskin [2001], którzy donoszą o wyższej aktywności aminotransferazy asparaginianowej w wysokich temperaturach zewnętrznych u buhajków rasy brown swiss. Poziom obu aminotransferaz (AspAT i AlAT) w osoczu krwi w standardowych warunkach utrzymania zwierząt określono odpowiednio 32,25 i 16,57 IU/l [Oprządek i wsp. 2000].

## 2.9. Zawartość trójglicerydów

Trójglicerydy zwane tłuszczami właściwymi pełnią w organizmie funkcje zapasowe i energetyczne [Barowicz 1998], a jednocześnie stanowią ważny wskaźnik gospodarki lipidowej. Magazynowane są w tkance tłuszczowej podskórnej i w torebkach okołonarządowych [Floriańczyk i Pasternak 1994]. Występują również we krwi i składnikach morfotycznych, a w osoczu jako połączenia z białkami stanowiąc składniki lipoprotein, głównie chylomikronów i frakcji VLDL-cholesterolu [Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991].

Dla niektórych badaczy interesujące okazało się określenie przyczyn powstawania tzw. zespołu stłuszczenia wątroby bydła. I tak Bronicki i Dembiński [1994] stwierdzają, że przyczyną tego stanu może być obniżenie poziomu trójglicerydów i cholesterolu, z równoczesnym wzrostem wartości ilorazu tych składników.

Wiadomo, że trójglicerydy pochodzą z dwóch źródeł: tłuszczu pożywienia oraz syntezy zachodzącej w organizmie i są ważnym elementem w przemianie cholesterolowej [Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991]. Ich poziom u krów będących w laktacji waha się w granicach uznanych jako fizjologiczne od 0,1 do 0,3 mmol/l [Winnicka 1997]. Część autorów sugeruje możliwość stymulowania zawartości trójglicerydów we krwi bydła poprzez skarmianie takich dodatków, jak moczone w NaOH ziarno zbóż czy też podawanie uwodornionego tłuszczu [Demeterova i Vajda 2000; Schroeder i wsp. 2002].

## 2.10. Wpływ żywienia

Cole i wsp. [2001] udowodnili wysoką ( $p \leq 0,01$ ) zależność zawartości cholesterolu w osoczu krwi z rodzajem podawanych pasz. Natomiast Arave i wsp. [1975] nie stwierdzili wpływu wielkości skarmianej dawki pokarmowej na tę cechę. Tacy autorzy jak Barowicz i Brejta [2001], Lammoglia i wsp. [2000] oraz Son i wsp. [1996] wskazują na wyraźną zależność pomiędzy ilością tłuszczu zawartego w paszy a stężeniem cholesterolu we krwi bydła. Część autorów, takich jak El-Hafeez i wsp. [2002] oraz Pieszka

i Brzóska [2001] wykazało wpływ dodatku tłuszczu chronionego w paszy na stężenie cholesterolu w osoczu krwi krów mlecznych. Również Bielak i wsp. [1993] podając dodatek sypkiego tłuszczu paszowego „Erafet” w dawce pokarmowej dla krów stwierdzili wzrost koncentracji cholesterolu w ich krwi.

W celu bliższego poznania omawianej kwestii próbowano zastosować również dodatek oleju rybnego. I tak Offer i wsp. [2001] podając krowom do paszy olej rybny wykazali zwiększenie zawartości cholesterolu całkowitego i HDL w osoczu ich krwi. Podobne rezultaty, z zastosowaniem tłuszczu z nasion lnu wykazali Petit i wsp. [2001]. Również Palo i wsp. [1997] stosując jako dodatek do paszy dla krów krystalizowane na zimno kwasy tłuszczowe potwierdzili zwiększenie poziomu cholesterolu całkowitego we krwi. Natomiast Delbecchi i wsp. [2001] próbowali wykorzystać w tym samym celu rzepik. Niestety, autorom tym nie udało się udowodnić jego wpływu na zawartość cholesterolu we krwi.

Wielu autorów poszukiwało wpływu różnych dodatków do dawki pokarmowej dla krów na zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mleku. Brzóska [1998] wykazał na przykład że skarmianie soli wapniowych kwasów tłuszczowych pochodzących z oleju lnianego i rybnego w formie modyfikowanego tłuszczu paszowego „Erafet” istotnie obniża poziom nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku. W późniejszych pracach zarówno Brzóska i wsp. [1999 a], jak i Fahey i wsp. [2002] określili istotny wpływ dodatku soli wapniowych kwasów tłuszczowych w dawce pokarmowej na zawartość cholesterolu w mleku krów.

W dalszych poszukiwaniach związku pomiędzy składem dawki pokarmowej u zwierząt lub jadłospisem u ludzi zajęto się kwestią braku włókna. Uznano, że brak włókna w diecie rozwiniętych społeczeństw Zachodu jest przyczyną coraz częstszych zachorowań na tak zwane choroby cywilizacyjne, przede wszystkim na raka jelita grubego [Burkitt i wsp. 1974]. Jedną z teorii, w tym względzie głosi, że składniki włókna wiążą kwasy żółciowe, zmniejszając w ten sposób ich reabsorpcję z przewodu pokarmowego [Hanczakowski 1999]. W badaniach Gerhardt'a i Gallo [1998] przeprowadzonych w populacji ludzkiej stwierdzono znaczne obniżenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi po wprowadzeniu do ich diety otręb ryżowych i owsianych. Hicks i wsp. [1995] potwierdzili tę tezę doświadczalnie na zwierzętach laboratoryjnych (szczury). Inni autorzy, jak Kishimoto i wsp. [1995] udowodnili doświadczalnie, że włókno stosowane w żywieniu szczurów znacznie obniżyło, w porównaniu do dawki bez włókna, zawartość cholesterolu we krwi. Wielkości te wynosiły odpowiednio 63,2 i 92,7 mg/dl. Porównując stosowanie w żywieniu krów otręb pszennych i ryżowych (bez dodatku oleju) Singh i wsp. [2002] wskazali na niższą zawartość cholesterolu w grupie zwierząt żywionych otrębami ryżowymi. Precht [2001] sugeruje, że przy zastosowaniu paszy z dużym udziałem nasion rzepaku można oczekiwać na zmniejszenie poziomu cholesterolu w mleku o 8–13%. Sidowski i Kwiatkowski [1993] upatrują optymalizację zawartości cholesterolu w mleku poprzez podawanie mieszanek mineralnych, które stabilizują metabolizm wątroby krów.

Niektórzy autorzy poszukiwali i poszukują możliwości obniżenia zawartości cholesterolu w mleku poprzez stosowanie w żywieniu krów swego rodzaju „niekonwencjonalnych” pasz, oraz poprawy „cholesterolowej jakości” pozyskanego mleka.

Hanczakowski [1998 b] stwierdził na przykład, że na zawartość cholesterolu w mleku obniżająco wpływało białko soi a zwiększała jego zawartość kazeina. Ten pozytywny efekt działania soi w diecie ludzi stwierdzili Sirtori i wsp. [1999]. Hariharan i wsp. [1995] wykazali możliwość obniżenia cholesterolu w mleku zastępując jego tłuszcz olejem z orzeszków ziemnych.

Zarówno Reklewski [2000], jak Brzóska i Sala [2001] w doświadczeniach żywieniowych udowodnili istnienie możliwości modyfikowania składu mleka w celu polepszenia jego właściwości prozdrowotnych.

Również niższą zawartość cholesterolu we krwi krów zaobserwowano w niektórych chorobach metabolicznych (subkliniczna i kliniczna ketoza) [Rakesh i wsp. 2001; Roy i Ghorui 2000].

### 3. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 10 stadach krów w regionie dolnośląskim w latach 1997–2001. Materiał badawczy stanowiły informacje o wydajności mlecznej 1995 krów rasy czarno-białej (cb) oraz mieszańców tej rasy z rasą holsztyńską (cb×hf) o różnym udziale genów rasy holsztyńskiej (hf). Od badanych krów pobierano próby mleka do analiz chemicznych zgodnie z metodyką Oceny i Użytkowości Mlecznej Krów „SYMLEK”. Próby te pobrano jednokrotnie od wszystkich zwierząt pomiędzy 7 a 10 miesiącem laktacji, tj. w okresie wyznaczonego najwyższego [Tomaszewski i Hibner 2001] stężenia cholesterolu w mleku. Natomiast krew od krów pobierano po skończonym rannym doju w tym samym dniu co próby mleka. W całym materiale wydzielono 5 klas krów z różnym procentowym udziałem genów hf: 100% cb; 12,6–50,0% hf; 50,1–75,0% hf; 75,1–93,8% hf; >93,8% hf.

Oprócz dobowej wydajności mlecznej w pobranych próbach mleka, oznaczono podstawowy skład (tłuszcz i białko) oraz zawartość cholesterolu i jego poszczególnych frakcji.

W jednym z ocenianych stad krów (159 szt.) poza ocenianymi powyżej parametrami dodatkowo oznaczono w surowicy krwi poziom aminotransferaz AlAT i AspAT oraz trójglicerydów a także frakcje HDL i LDL cholesterolu (II etap badań). Stado to charakteryzowało się średnią wydajnością mleka na poziomie około 4800 kg.

Zawartość podstawowych składników mleka określono za pomocą aparatu Milko-Scan 133 B.

Koncentrację cholesterolu całkowitego w mleku oznaczono metodą enzymatyczną, a jej wielkości odczytywano metodą kolorymetryczną na spektrofotometrze Becmana przy długości fali 500 milimikronów.

Cholesterol całkowity oraz jego frakcje HDL i LDL, aminotransferazy i trójglicerydy w surowicy krwi określono również metodą enzymatyczną z udziałem esterazy i oksydazy cholesterolowej na automacie biochemicznym EKSPRESS PLUS firmy BAYER.

Zawartość cholesterolu całkowitego w pobranych próbach mleka oznaczono w ilości mg/100 g mleka. Natomiast ilość cholesterolu przypadającą na 1 gram tłuszczu mleka (mg/g tłuszczu) oraz ilość cholesterolu wytworzoną w laktacji (g) krowy przeliczono w oparciu o wydajność tłuszczu w laktacji 305-dniowej.

Na podstawie stężenia aminotransferaz (AspAT i AlAT) obliczono wskaźnik metabolizmu De'Ritisa. Wskaźnik ten według Angielskiego i wsp. [1996] wyraża się stosunkiem zawartości w surowicy krwi transaminazy AspAT do AlAT.

Ponieważ w zebranych materiale liczbowym okresy kontroli mleczności nie były identyczne, dlatego też na podstawie miesięcznych prób wyliczono wydajność mleka oraz podstawowych jego składników z przeliczeniem na „statystyczne” miesiące laktacji o standardowej długości wynoszącej 30,5 dni. Z podanych okresów wyliczono wydajności w laktacjach standardowych 305-dniowych. Zebrane dane liczbowe poddano obliczeniom statystycznym z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji. Założono, że sposób takiego postępowania prowadzi do bardziej wiarygodnych wyników w przeciwieństwie do zastosowania wieloczynnikowej analizy wariancji, ponieważ w tym pierwszym przypadku unika się efektów częstego nie zrównoważenia liczebności klas i podklas, a także podklas pustych.

Wartości liczbowe cech użyteczności mlecznej poprawiono [Żuk 1989] na wpływ stada, wieku, sezonu, przedstawiając je jako odchylenia od średnich równoczesnych grupy: stado  $\times$  wiek  $\times$  sezon.

W podobny sposób eliminowano na zawartość cholesterolu w mleku i krwi wpływ genotypu krów, wieku, kolejnej laktacji, sezonów wycielenia i żywienia, wyrażając wartości badanych cech jako odchylenia od średnich równoczesnych tychże cech.

W celu ustalenia oddziaływania poziomu wydajności krów na zawartość cholesterolu za Gandecką i wsp. [2004] podzielono materiał badawczy (stada) na dwa poziomy produkcyjne do i powyżej 6000 kg mleka w laktacji.

W analizowanym materiale obliczono podstawowe parametry genetyczne: odziedziczalności cech ( $h^2$ ), wskaźniki korelacji genetycznych ( $r_{xy}G$ ) i fenotypowych ( $r_{xy}P$ ) oraz współczynniki regresji genetycznej i fenotypowej ( $b_{yx}G$ ,  $b_{yx}P$ ). Do ich szacowania zastosowano metodę korelacji wewnątrzklasowej w grupach półrodzeństwa ojcowskiego [Żuk 1989]. Uzyskane wartości korelacji testowano programem Test-R.

Wyliczone parametry genetyczne badanych cech posłużyły do oszacowania wartości hodowlanej grupy buhajów ( $\hat{G}$ ) w zakresie wydajności i składu mleka. Wartości te określono metodą podobieństwa wewnątrzklasowego w grupach córek półsióstr. W celu zwiększenia dokładności obliczeń założono *a priori*, że buhaje wchodzące w skład grupy muszą legitymować się liczebnością co najmniej 20 córek (35 buhajów–ojców i 980 córek). Problem ten postanowiono zaprezentować w formie pełnej wartości hodowlanej buhajów, pomijając możliwość przedstawienia jej jako odchylenie (przewaga) od średniej wartości hodowlanej populacji.

Dla pełnego obrazu prowadzonych badań przeanalizowano również związki pomiędzy poziomem produkcji, sezonem żywienia, sezonem ocielenia a koncentracją cholesterolu w mleku krów. W tym celu pobranie składników paszy przez krowy wyliczono opierając się o dokumentację żywieniową w badanych stadach. Pasze stosowane w żywieniu określić można jako objętościowe suche, objętościowe soczyste oraz treściwe wyprodukowane w gospodarstwach. Na wyprodukowanie około 19 kg mleka na dobę (5731 kg w laktacji) w zależności od sezonu zużyto: śruty rzepakowej, zbożowej i otrąb pszennych po 2 kg, kiszonki z kukurydzy lub zielonki po 30 kg, wysłoków świeżych 10 kg, siana 5 kg, słomy 3 kg.

Wyróżniono dwa sezony żywieniowe: letni i zimowy. Sezon letni trwał od 16 maja do 14 października, a zimowy od 15 października do 15 maja. Podobnie wyznaczono sezony wycielenia.

Istotność różnic pomiędzy wielkościami cech określono nowym testem rozstępu D-Duncana. Natomiast w przypadku grup o nierównych liczebnościach zastosowano metodę Kramera [cyt. Oktaba 1976].

## 4. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wykazana przez wielu autorów [Pyska 1984, Skrzypek 1990, Hanczakowski 1998a] ogromna rola jaką odgrywa cholesterol w procesach biologicznych zachodzących w organizmach zwierzęcych skłaniają do podejmowania badań, mających na celu wykazanie wpływu różnych czynników, a także stopnia ich natężenia na kształtowanie się jego zawartości w mleku i krwi krów. Z drugiej jednak strony obiektywna ocena stężenia cholesterolu w mleku i krwi jest trudna z uwagi na bardzo duży wpływ czynników genetycznych i pozagenetycznych na tę cechę [Pyska 1984, Hanczakowski 1998 b].

### 4.1. Wpływ genotypu krów

Jedną z metod podnoszących produkcję mleka od krów jest modyfikacja ich genotypu. W tym celu w Polsce od wielu lat stosuje się krzyżowanie bydła cb z rasą mleczną holsztyńską (hf). W wyniku takiej działalności w populacji zwierząt występują genotypy o bardzo zróżnicowanych możliwościach produkcyjnych. Wiadomo, że genotyp zwierząt bardzo mocno różnicuje krowy pod względem wydajności i składu mleka [Juszczak i wsp. 1993, Tomaszewski i wsp. 1993], a miarą tego zróżnicowania jest odziedziczalność cech  $h^2$ .

W tabelach 1, 2, 3 przedstawiono wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej z uwzględnieniem genotypu i poziomu produkcji krów. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że genotyp bardzo mocno różnicuje zwierzęta pod względem wydajności mleka. Najniższą wydajnością charakteryzowały się krowy czystorasowe cb 4694 kg mleka w laktacji, najwyższą, bo przekraczającą 7000 kg mleka zwierzęta o udziale ponad 93,8% genów rasy doskonałej, holsztyńskiej ( $p \leq 0,01$ ). Bardzo podobnie kształtowały się, wydajności tłuszczu i białka pomimo nieznacznego obniżenia ich procentowej zawartości. Koncentracja cholesterolu w mleku wzrastała z kolejnymi pokoleniami krów mieszańców pochodzących z krzyżowania wypierającego. I tak w grupie zwierząt z czwartego i dalszych pokoleń w stosunku do zwierząt czystorasowych czarno-białych koncentracja w mleku wzrosła o prawie 20% (z 12,29 do 14,71 mg/100 g mleka). Ilość wytworzonego cholesterolu w laktacji standardowej zwiększyła się w obu grupach krów z 577 do 1036 gramów. Równocześnie bardzo wyraźnie wzrosła ilość cholesterolu całkowitego na 1 g tłuszczu z 3,19 w rasie cb do 3,97 u zwierząt o najwyższym udziale genów bydła hf.

Tabela 1  
Table 1  
Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od genotypu krów  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows genotypes

Udział genów hf Contribution of hf genes [% hf]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		x̄		x̄		x̄		x̄		x̄		w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	
		sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
cb black-white	333	AEHU 4694	181 515	AEHU 19,9	AB 3,85	AEHU 0,12	AEHU 160	DEFG 3,41	AEHU 12,29	AEHU 0,49	AEHU 577	AEHU 69,9	AEHU 3,19	AEHU 0,16			
12,6–50,0	520	BFIJ 5073	195 608	BFIJ 24,1	CD 3,85	BFIJ 0,15	BFIJ 171	CGHI 3,37	BFIJ 12,57	BFIJ 0,63	BFIJ 637	BFIJ 83,2	BFIJ 3,27	BFIJ 0,18			
50,1–75,0	511	CGHI 5865	225 848	CGHI 31,8	EF 3,84	CGHI 0,17	CGHI 197	ABCD 3,69	CGHI 13,21	CGHI 0,76	CGHI 776	CGHI 130,0	CGHI 3,44	CGHI 0,22			
75,1–93,8	494	DEFG 6622	249 667	DEFG 22,5	BDFG 3,77	DEFG 0,15	DEFG 221	BFIJ 3,34	DEFG 14,05	DEFG 0,61	DEFG 931	DEFG 106,3	DEFG 3,73	DEFG 0,21			
>93,8	137	ABCD 7044	261 679	ABCD 21,9	ACEG 3,71	ABCD 0,10	ABCD 233	AEHU 3,31	ABCD 14,71	ABCD 0,44	ABCD 1036	ABCD 106,8	ABCD 3,97	ABCD 0,15			
Razem Total	1995	5731	1038	218	37,2	3,82	0,15	192	33,8	0,99	763	180,5	3,46	0,31			

A...J – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A...J – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$



Tabela 2  
Table 2

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od genotypu i poziomu produkcyjnego krów (<6000 kg mleka)  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows genotypes at low productivity level (<6000 kg milk)

Udział genów hf Contribution of hf genes [% hf]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol								
		[kg]		[kg]		[%]		[kg]		[%]		w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]				
		-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	
cb	328	ADG	4669	ACE	180	AB	3,85	ADG	159	ABab	3,41	ADEH	12,27	ADFH	572	ADGI	3,19	ADGI	0,15	
black-white	492	CEG	4999	BDE	192	ACa	3,84	CFG	168	B	3,37	BHI	12,51	BEGH	627	BEHI	3,27	BEHI	0,18	
12,6-50,0	288	DEa	574	CD	203	CDa	3,86	DEF	177	A	3,37	CGHI	13,01	CFG	684	CFGH	3,38	CFGH	0,23	
50,1-75,0	67	ABC	5362	AB	208	AB	3,90	ABC	181	b	3,38	DEFG	13,78	ABC	736	DEF	3,54	DEF	0,23	
75,1-93,8	9	Ba	4789	AB	190	AB	3,97	BE	160	a	3,34	ABCD	14,52	DE	694	ABC	3,65	ABC	0,26	
Razem Total	1184		4990		192		3,85		169		3,38		12,67		633		87,2		3,29	0,21

A...J – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p<0,01

A...J – values in columns marked by block letters are significant at p<0,01

a, b – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p<0,05

a, b – values in columns marked by block letters are significant at p<0,05

Tabela 3  
Table 3

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od genotypu i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka)  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows genotypes at high productivity level (>6000 kg milk)

Udział genów hf Contribution of hf genes [% hf]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol						
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	$\bar{x}$	sd		
black-white	5	6761 <sup>a</sup>	803	263	22,6	3,89 <sup>A</sup>	0,30	230	30,7	3,39	0,05	BF <sup>a</sup> 13,42	CG 908	BF 3,45	0,31			
12,6–50,0	28	6384	239	248	16,3	3,89 <sup>BCD</sup>	0,18	AD <sup>a</sup> 216	13,0	3,39	0,14	A <sup>b</sup> 12,88	AE <sup>b</sup> 822	A <sup>b</sup> 3,32	0,18			
50,1–75,0	223	6644	381	254	16,4	3,83 <sup>DEF</sup>	0,12	BE <sup>b</sup> 223	14,4	3,35	0,10	CG <sup>b</sup> 13,46	BF <sup>b</sup> 895	CG <sup>b</sup> 3,52	0,19			
75,1–93,8	427	6819	388	256	14,4	3,75 <sup>CFG</sup>	0,11	C <sup>b</sup> 227	13,1	3,33	0,07	DEF <sup>b</sup> 14,09	DEF <sup>b</sup> 961	DEF <sup>b</sup> 3,76	0,19			
>93,8	128	7203	301	266	10,3	3,69 <sup>ABEG</sup>	0,06	ABC 238	9,0	3,31	0,06	AB <sup>b</sup> 14,72	AB <sup>b</sup> 1061	AB <sup>b</sup> 3,99	0,11			
Razem Total	811	6816	420	257	15,1	3,77	0,12	227	14,1	3,34	0,08	13,97	954	88,4	3,71	0,25		

A...H – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A...H – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Analizując związek pomiędzy stężeniem cholesterolu całkowitego a wydajnością tłuszczu i jego ilością wytworzoną w laktacji, stwierdzono, że najwyższe wartości występowały w grupie zwierząt o wysokiej ponad 7000 kg wydajności mleka ( $p \leq 0,01$ ).

Konfrontując wykazane wielkości z danymi piśmiennictwa należy stwierdzić, że Brzóska i wsp. [1998, 1999 b] określili zawartość cholesterolu w mleku krowim w rasie czerwono-białej na 10,39 mg/dl mleka, a holsztyńskiej na 10,43 mg/dl mleka. W rasie czeskiej srokatej i mieszańców z bydłem czerwono-białym Čitek i wsp. [1997] wykazali podobne wartości mieszczące się w przedziale od 9,24 do 10,98 mg/dl mleka. Natomiast Pabst i Walte [1992] analizując tę kwestię w stadach bydła holsztyńskiego stwierdzili większe zróżnicowanie zawartości cholesterolu (od 6,26 do 13,27 mg/dl mleka). Wyższe rezultaty od cytowanych w poprzednich badaniach podają Prasad i Pandita [1990]. Autorzy ci w grupie krów ras hariana i sahiwal oraz zwierząt mieszańców bydła sahiwal i holsztyńskiego wykazali zawartość cholesterolu w mleku odpowiednio 16,00; 15,00; 15,50 mg/dl. Również wysokie zawartości cholesterolu (16,25–18,63 mg/dl mleka) stwierdzili w rasach czarno-białej i litewskiej brązowej Šterna i Jemeljanovs [2003].

Część autorów w swoich badaniach posługuje się nieco innymi miarami stężenia cholesterolu. Grega i wsp. [2000] wykazali, że krowy rasy simentalskiej charakteryzują się zawartością cholesterolu na poziomie 196 mg/100 g tłuszczu mlecznego. Także Pruthi i Bindal [1996] określając poziom cholesterolu w mleku krów rasy sahiwal i mieszańców zwierząt tej rasy z bydłem hf podają, że mieściła się ona w dość szerokich granicach od 228 do 494 mg/100g tłuszczu. W cytowanej pracy bezspornie wykazano, że wraz z udziałem genów bydła hf w genotypie zwierząt rasy miejscowej (sahiwal) zwiększyło się stężenie cholesterolu w tłuszczu mleka. Do podobnych wniosków doszli Tomaszewski i wsp. [2003].

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2, w stadach krów z niższego poziomu wydajności (do 6000 kg mleka) najmniej liczną grupę stanowiły zwierzęta pochodzące z ostatnich etapów krzyżowania wypierającego. Ten fakt można uznać w jakimś sensie za pozytywny, ponieważ najlepsze krowy nie powinny dominować licznie w niedostosowanym do ich potrzeb środowisku hodowlanym.

Krowy czystorasowe cb wykazały się najniższą produkcją mleka, natomiast najwyższą zwierzęta o udziale 75,1 do 93,8% genów rasy hf. Z kolei krowy mieszańce z udziałem 93,8% genów rasy holsztyńskiej użytkowane w gorszych warunkach środowiskowych „ograniczyły” produkcję mleka do poziomu 4789 kg.

W stadach tych użytkowość mleczna krów „najbardziej szlachetnych” kształtowała się na poziomie wydajności zwierząt czystorasowych cb (4789 i 4669 kg mleka). Wyniki te potwierdzają słuszną prawdę, że szlachetne genotypy w niesprzyjających warunkach środowiskowych nie wykazują swoich możliwości.

Analizując dane dotyczące koncentracji cholesterolu całkowitego i ilości cholesterolu przypadającej na 1 g tłuszczu mleka, stwierdzono, że wzrastały one wraz z większym udziałem genów rasy holsztyńskiej ( $p \leq 0,01$ ).

W tabeli 3 zamieszczono informacje o kształtowaniu się omawianych parametrów w stadach o wyższej wydajności mleka (>6000 kg). Jak wynika z zamieszczonych informacji najwyższą zawartością cholesterolu całkowitego przeliczonego na 1 g tłuszczu

charakteryzowały się krowy o najwyższym udziale genów rasy wypierającej. Dla tych zwierząt wartości te wyniosły 14,72 mg/100g mleka i 3,99 mg/g tłuszczu ( $p \leq 0,01$ ).

Zawarte w obu tabelach (2 i 3) dane wskazują wyraźnie na istniejącą zależność pomiędzy genotypem zwierząt a koncentracją cholesterolu w produkowanym mleku. Tendencje te zaznaczyły się zarówno w „niższym”, jak i „wyższym” poziomie produkcji ( $p \leq 0,01$ ). Rezultat ten znajduje potwierdzenie w badaniach wykonanych przez Kumar i Pachauri [2001].

## 4.2. Wpływ wieku krów

Informacje o wydajności, składzie mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w powiązaniu z wiekiem krów i ich poziomem wydajności zamieszczono w tabelach od 4 do 6. Najwyższą zawartość oraz ilość cholesterolu w laktacji i na 1 g tłuszczu wykazały krowy czteroletnie (tab. 4). Interesujące może być stwierdzenie, że wystąpiły zdecydowane różnice w zawartości cholesterolu w mleku pomiędzy krowami młodymi trzyletnimi a „starymi” dziewięcioletnimi. Zawartość oraz ilość cholesterolu u krów użytkowanych stosunkowo długo kształtowała się na poziomie 12,67 mg/100 g mleka, 694 g cholesterolu w laktacji i 3,30 mg/g tłuszczu mleka. Wykazane różnice okazały się statystycznie istotne na poziomie  $p \leq 0,01$ .

Rozpatrując kształtowanie się zawartości cholesterolu w mleku krów z niższego poziomu produkcyjnego (tab. 5) stwierdzono, że najwyższą jego zawartością charakteryzowały się krowy czteroletnie 12,92 mg/100 g mleka). Okazało się to o 0,41 mg/100 g więcej w stosunku do zwierząt dziewięcioletnich ( $p \leq 0,01$ ). Najdłużej użytkowane zwierzęta w stadach o tak określonym poziomie produkcji wykazały najniższą ilość cholesterolu przypadającą na 1 g tłuszczu (3,25 mg/g).

Podobną sytuację można zaobserwować w poziomie wydajności powyżej 6000 kg mleka (tab. 6). Wpływ wieku krów w tej grupie zwierząt na poziom cech mleczności okazał się niewielki, natomiast na stężenie cholesterolu w mleku był bardziej wyraźny. Krowy młode trzy- i czteroletnie produkowały mleko o zawartości cholesterolu odpowiednio 14,09 i 14,18 mg/100 g. Stwierdzono, że krowy „starsze” dziewięcioletnie wykazywały stężenie cholesterolu w mleku na poziomie 13,15 mg/100 g. W stosunku do krów młodszych czteroletnich różnica pomiędzy grupami okazała się korzystniejsza dla zwierząt starszych i wyniosła 1,03 mg/100 g mleka, co stanowiło 7,26% ( $p \leq 0,01$ ).

O różnicach w zawartości cholesterolu w mleku krów produkujących w różnym wieku donoszą również Tomaszewski i Hibner [2001]. Autorzy ci wykazali, że zawartość cholesterolu w mleku krów produkujących w wieku do trzech lat życia wyniosła 13,89, w wieku 3–5 lat 14,17, a w wieku 5–7 lat 14,47 mg/dl mleka. Różnice te okazały się statystycznie istotne na poziomie  $p \leq 0,01$ .

Natomiast Kumar i Pachauri [2001] oraz Otto i wsp. [2000] podają wyższe stężenie cholesterolu w mleku krów młodszych. Stwierdzenie to współbrzmi z rezultatami badań innych autorów, którzy podkreślają obniżanie się zawartości cholesterolu w mleku w miarę wydłużania się okresu użytkowania krów [Tumbleson i Hutcheson 1971, Norman i Van Vleck 1972, Kappel i wsp. 1984, Skrzypek 1990].

Tabela 4  
Table 4  
Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od wieku krów  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows age

Wiek krów Age of cows [lat; years]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol							
		x̄	sd	x̄	sd	x̄	sd	x̄	sd	x̄	sd	w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]			
												x̄	sd	x̄	sd	x̄	sd		
<3	444	ABCa	5877	1014	DEbc	34,7	ADHa	3,81	0,16	ABa	197	FGHJa	13,41	0,96	FGH	177,2	FGHI	3,52	0,30
		DEFb	5870	1085	ABCa	225	CDE	3,84	0,20	CDb	196	BCDEa	13,55	1,02	ABCD	794	ABCDE	3,54	0,33
4	394	Gc	5796	1032	F	37,1	ABCFGH	3,84	0,20	Ec	196	EJKL	13,55	1,02	Ia	802	EJKLM	3,54	0,33
5	350	CF	5796	1032	Cc	219	3,78	0,11	Ec	194	3,36	0,09	0,90	0,90	770	3,48	0,30	0,30	
6	276	ADGcd	5628	1049	216	39,4	3,84	0,16	abe	190	3,38	0,09	1,01	1,01	739	178,2	3,40	0,30	
7	249	ab	5425	1011	207	37,8	3,82	0,12	ACIEd	183	3,38	0,09	0,91	0,91	702	164,7	3,37	0,27	
8	202	BEc	5657	948	216	36,1	3,83	0,13	d	191	3,38	0,09	0,95	0,95	741	167,2	3,39	0,30	
≥9	80	BEc	5459	939	210	36,3	3,84	0,14	Bdc	183	3,36	0,11	0,73	0,73	694	142,5	3,30	0,22	
Razem Total	199 5	5731	1038	218	37,2	3,82	0,15	192	33,8	3,36	0,09	13,20	0,99	763	180,5	3,46	0,31		

A...M – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p≤0,01  
A...M – values in columns marked by block letters are significant at p≤0,01  
a...d – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p≤0,05  
a...d – values in columns marked by block letters are significant at p≤0,05

Tabela 5  
Table 5

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od wieku i poziomu produkcyjnego krów (<6000 kg mleka)  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows age at low productivity level (<6000 kg milk)

Wiek krów Age of cows [lata, years]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol				
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	$\bar{x}$	sd
< 3	234	5052 <sup>b</sup>	621	195 <sup>a</sup>	21,4	3,87 <sup>FGa</sup>	0,19	170 <sup>de</sup>	21,2	3,38	0,08	12,80 <sup>A</sup>	87,0	3,31	0,20	
4	196	4930	635	193 <sup>B</sup>	23,4	3,92 <sup>ABCDEF</sup>	0,22	166 <sup>bc</sup>	21,8	3,37	0,09	12,92 <sup>a</sup>	89,5	3,30	0,20	
5	203	5028 <sup>c</sup>	534	192 <sup>C</sup>	20,4	3,82 <sup>AG</sup>	0,11	170 <sup>c</sup>	18,4	3,38	0,09	12,56 <sup>DH</sup>	81,4	3,29	0,18	
6	180	4963	561	191	22,1	3,85 <sup>D</sup>	0,16	168	19,1	3,39	0,09	12,63 <sup>Ea</sup>	94,0	3,29	0,26	
7	181	4897 <sup>abc</sup>	555	187 <sup>ABCa</sup>	21,1	3,83 <sup>Ba</sup>	0,12	165 <sup>ned</sup>	17,9	3,38	0,09	12,55 <sup>CG</sup>	79,2	3,28	0,22	
8	129	5063 <sup>a</sup>	571	194 <sup>A</sup>	22,3	3,84 <sup>C</sup>	0,11	171 <sup>ab</sup>	19,2	3,38	0,09	12,51 <sup>AF</sup>	95,0	3,26	0,23	
≥9	61	5027	526	194 <sup>E</sup>	22,2	3,85 <sup>E</sup>	0,13	170	17,4	3,38	0,10	12,51 <sup>B</sup>	629	75,8	3,25	0,19
Razem Total	1184	4990	582	192	21,8	3,85	0,16	169	19,7	3,38	0,09	12,67	87,2	3,29	0,21	

A...H – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A...H – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a...c – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a...c – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Tabela 6  
Table 6

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od wieku i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka)  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on cows age at high productivity level (>6000 kg milk)

Wiek krów Age of cows [lata, years]	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	sd	w laktacji per lactation [g]	sd	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	sd
< 3	210	6796	375	255	12,5	3,75	0,08	226	12,2	3,32	0,07	14,09	0,58	959	79,4	3,76	0,20
4	198	6811	414	256	13,8	3,76	0,13	226	12,9	3,32	0,07	14,18	0,75	967	92,2	3,78	0,25
5	147	6858	444	256	15,3	3,74	0,10	228	14,6	3,32	0,08	13,98	0,61	960	90,8	3,74	0,22
6	96	6875	433	262	15,5	3,81	0,16	231	14,5	3,36	0,08	13,74	0,74	946	92,7	3,61	0,27
7	68	6829	449	259	18,5	3,79	0,12	230	16,5	3,37	0,10	13,70	0,58	936	84,0	3,62	0,23
8	73	6705	430	256	17,4	3,82	0,15	226	15,5	3,37	0,10	13,83	0,65	928	82,0	3,63	0,26
≥ 9	19	6848	524	261	21,7	3,82	0,16	227	19,8	3,31	0,11	13,15	0,10	901	101,8	3,45	0,24
Razem Total	811	6816	420	257	15,1	3,77	0,12	227	14,1	3,34	0,08	13,97	0,70	954	88,4	3,71	0,25

A...O – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A...O – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a...d – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a...d – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Podobnie, rezultaty badań własnych wskazują, że zwierzęta „młode” (3–4-letnie) osiągnęły najwyższą koncentrację cholesterolu w mleku, natomiast w miarę ich starzenia się jego stężenie malało, co można w pewnym sensie wytłumaczyć obniżeniem procesów metabolicznych. Właśnie obniżenie procesów metabolicznych jako przyczyny zmniejszenia zawartości cholesterolu w mleku sugerują również [Nazifi i wsp. 2003]. Znamienne jest, że w obu poziomach produkcyjnych stad u użytkowanych w nich zwierząt wykazane zależności wieku i zawartości cholesterolu kształtowały się w miarę podobnie.

### 4.3. Wpływ kolejnej laktacji

Powiązanie kolejnych wydajności laktacyjnych oraz zawartości w nich cholesterolu przedstawiono w tabelach 7–9. Jak wynika z informacji zawartych w tabeli 7 najwyższym stężeniem cholesterolu w mleku charakteryzowały się krowy produkujące w pierwszej laktacji 13,46 mg/100g mleka i 3,52 mg na gram tłuszczu ( $p \leq 0,01$ ). Najniższą zaś koncentracją wynoszącą 12,65 mg/100 mleka i 3,32 mg na 1 g tłuszczu miały krowy „starsze” produkujące w siódmej i dalszych laktacjach. Stan ten był do przewidzenia, gdyż wiek krów i kolejne laktacje są ze sobą ściśle powiązane.

Analizując tę kwestię w stadach o wydajności do 6000 kg mleka (tab. 8) wykazano, że zawartość cholesterolu w produkowanym mleku krów będących w różnych laktacjach niezbyt różniła się między sobą. Chociaż i tutaj u krów pierwiastek stężenie cholesterolu było najwyższe (12,91 mg 100 g mleka). Różnice w kolejnych laktacjach zaznaczały się tylko do piątej laktacji i wyniosły 0,15 mg/100 g mleka ( $p \leq 0,01$ ). Podobnie (tab. 9) bardzo nikły związek kolejnej laktacji ze stężeniem cholesterolu w mleku wykazano wśród zwierząt wysoko wydajnych (stada >6000 kg mleka). Najwyższą koncentrację stwierdzono w mleku krów będących w pierwszej i drugiej laktacji 14,09 i 14,09 mg/100 g mleka oraz 3,76 i 3,75 mg/g tłuszczu, natomiast najniższą (12,99 mg/100g) w mleku krów będących w siódmej laktacji ( $p \leq 0,01$ ).

Badania własne wskazują, że w laktacjach pierwszej i drugiej zwierzęta produkują mleko o najwyższym stężeniu cholesterolu. Wraz z postępującym wiekiem i kolejną laktacją jego stężenie maleje. Konfrontując określone rezultaty z danymi piśmiennictwa trzeba zauważyć, że szereg autorów nie potwierdza w pełni tych stwierdzeń. I tak na przykład Čitek i wsp. [1997], oraz Rossato i wsp. [2001] informują o wykazanych różnicach pomiędzy zawartością cholesterolu w mleku w pierwszych i kolejnych laktacjach. Autorzy ci stwierdzają, że zawartość cholesterolu wzrasta wraz z kolejną laktacją. Można przypuszczać, że w ocenie niejednoznacznych rezultatów badań może okazać się słuszna sugestia Polat i Cetin [2001] mówiąca, że różne stany fizjologiczne krów, takie jak zasuszenie czy też laktacja mogą istotnie wpływać na zmianę profilu metabolicznego krów.



Tabela 7  
Table 7  
Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od kolejnej laktacji  
Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on lactation number

Kolejne laktacje Consecutive lactation	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		[kg]		[kg]		[%]		[kg]		[%]		w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
I	453	ABab 5847	1034	DEFb 223	34,5	3,83	0,18	EFf 195	ACEF 3,36	0,09	ABCDEF 13,46	0,95	AEBD 791	176,6	ABCa 3,52	0,30	
II	563	EFef 5824	1022	GHed 221	36,3	3,81	0,16	CDc 195	BDGa 3,27	0,09	FGHla 13,28	0,99	EFab 781	183,5	DEb 3,49	0,31	
III	452	CDcd 5845	1054	ABCa 223	38,7	3,82	0,14	ABab 197	CD 3,49	0,09	Died 13,08	0,99	GHc 772	186,8	CEG 3,43	0,32	
IV	222	ACEG 5330	988	BEHe 205	36,9	3,85	0,14	ACEc 180	AB 3,30	0,09	BHJd 12,87	1,05	BEGI 690	161,2	BDFGd 3,35	0,29	
V	177	G,hdfg 5629	1009	CFde 213	38,0	3,80	0,12	bedef 189	FG 3,37	0,09	Elb 13,17	0,86	Dlb 747	169,9	Fc 3,47	0,26	
VI	101	BDfg 5364	915	ADG 204	34,6	3,81	0,13	BDfH 181	Ea 29,2	0,10	Ca 13,03	0,89	CFH 704	157,8	ad 3,43	0,29	
≥VII	27	ace 5401	965	abc 206	34,1	3,81	0,14	a 182	3,38	0,12	AGhc 12,65	0,59	Aac 685	134,3	Abc 3,32	0,19	
Razem Total	1995	5731	1038	218	37,2	3,82	0,15	192	3,36	0,09	13,20	0,99	763	180,5	3,46	0,31	

A...J – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p<0,01

A...J – values in columns marked by block letters are significant at p<0.01

a...g – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p<0,05

a...g – values in columns marked by block letters are significant at p<0.05

Tabela 8  
Table 8

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od kolejnej laktacji i poziomu produktywnego krów (<6000 kg mleka) i poziomu produktywności w laktacji 305-dniowej w zależności od kolejnej laktacji

Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on lactation number at low productivity level (<6000 kg milk)

Kolejne laktacje Consecutive lactation	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		Cholesterol całkowity Total cholesterol			
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
I	242	5008 <sup>a</sup>	619	195 <sup>Ab</sup>	20,3	3,90 <sup>AHCDba</sup>	0,21	169 <sup>a</sup>	21,6	3,37 <sup>ab</sup>	0,09	12,91 <sup>AHC</sup>	0,86	645 <sup>Aa</sup>	82,8	3,31 <sup>Ea</sup>	0,21		
II	313	5037 <sup>A</sup>	559	194 <sup>B</sup>	21,6	3,85 <sup>DF</sup>	0,18	170 <sup>B</sup>	18,9	3,38 <sup>B</sup>	0,09	12,64 <sup>CE</sup>	0,67	637 <sup>B</sup>	83,7	3,29 <sup>CF</sup>	0,19		
III	254	5024 <sup>B</sup>	552	193 <sup>a</sup>	21,9	3,84 <sup>Cb</sup>	0,13	170 <sup>A</sup>	19,3	3,39 <sup>b</sup>	0,09	12,46 <sup>ADÉa</sup>	0,69	627 <sup>a</sup>	85,6 <sup>ADEF</sup>	3,24 <sup>a</sup>	0,21		
IV	167	4852 <sup>ABa</sup>	558	187 <sup>ABa</sup>	21,6	3,86 <sup>Ea</sup>	0,14	164 <sup>ABa</sup>	18,4	3,38 <sup>B</sup>	0,09	12,61 <sup>B</sup>	1,00	611 <sup>ABb</sup>	83,8	3,27 <sup>B</sup>	0,25		
V	112	4989	602	189 <sup>b</sup>	22,2	3,80 <sup>AEFb</sup>	0,11	168 <sup>B</sup>	19,4	3,37 <sup>D</sup>	0,09	12,76 <sup>D</sup>	0,71	638 <sup>b</sup>	98,4 <sup>ABCa</sup>	3,36 <sup>D</sup>	0,22		
VI	75	4946	630	189	25,5	3,82	0,11	167	20,4	3,39	0,10	12,72	0,66	631	102,3	3,33	0,22		
≥VII	21	4909	655	189	24,6	3,85	0,13	168	22,8	3,42 <sup>a</sup>	0,13	12,58	0,63	618	87,0	3,28	0,20		
Razem Total	1184	4990	582	192	21,9	3,85	0,16	169	19,7	3,38	0,09	12,67	0,78	633	87,2	3,29	0,21		

A...F – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A...F – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a, b – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a, b – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Tabela 9  
Table 9

Kształtowanie się wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od kolejnej laktacji i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka) i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka) i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka) i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka) i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka)

Patterns of milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on lactation number at high productivity level (>6000 kg milk)

Kolejne laktacje Consecutive lactation	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]		w laktacji per lactation [g]		na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	
												$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
I	211	6797 <sup>bd</sup>	382	255 <sup>cb</sup>	13,1	0,09	3,75 <sup>ABbh</sup>	226 <sup>DF</sup>	3,32 <sup>BDF</sup>	0,08	14,09 <sup>EJhb</sup>	0,61	959 <sup>feh</sup>	81,2	3,76 <sup>ABCD</sup>	0,20	
II	250	6818 <sup>Bc</sup>	433	256 <sup>Da</sup>	14,5	0,11	3,76 <sup>ac</sup>	226 <sup>BG</sup>	3,32 <sup>ACE</sup>	0,07	14,09 <sup>FGHa</sup>	0,71	962 <sup>abc</sup>	90,6	3,75 <sup>EFGa</sup>	0,23	
III	198	6900 <sup>Aabc</sup>	404	261 <sup>ABCD</sup>	14,5	0,14	3,79 <sup>Bc</sup>	232 <sup>ABCD</sup>	3,36 <sup>CDab</sup>	0,09	13,87 <sup>CHJ</sup>	0,70	959 <sup>de</sup>	91,8	3,67 <sup>Dged</sup>	0,28	
IV	55	6779 <sup>e</sup>	446	258 <sup>E</sup>	17,4	0,15	3,81 <sup>Aa</sup>	228 <sup>E</sup>	3,36 <sup>AB</sup>	0,10	13,66 <sup>AGI</sup>	0,78	927 <sup>beg</sup>	92,4	3,59 <sup>Bfd</sup>	0,26	
V	65	6734 <sup>a</sup>	459	255 <sup>Bc</sup>	18,4	0,12	3,79 <sup>b</sup>	226 <sup>Ca</sup>	3,36 <sup>Efcd</sup>	0,09	13,86 <sup>Ibab</sup>	0,62	934 <sup>ch</sup>	80,8	3,66 <sup>Ca</sup>	0,22	
VI	26	6571 <sup>ABde</sup>	366	248 <sup>AEabc</sup>	14,2	0,16	3,77 <sup>bd</sup>	218 <sup>AefGa</sup>	3,32 <sup>bd</sup>	0,09	13,92 <sup>D</sup>	0,85	915 <sup>adf</sup>	78,7	3,70 <sup>b</sup>	0,30	
≥VII	6	6935	693	262	31,9	0,20	3,78 <sup>ac</sup>	228	3,28 <sup>ac</sup>	0,11	12,99 <sup>ABCDEF</sup>	0,42	902	108,7	3,44 <sup>Aebc</sup>	0,17	
Razem Total	811	6816	420	257	15,1	0,12	3,77	227	3,34	0,08	13,97	0,70	954	88,4	3,71	0,25	

A...J – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p≤0,01

A...J – values in columns marked by block letters are significant at p≤0,01

a...h – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie p≤0,05

a...h – values in columns marked by block letters are significant at p≤0,05

## 4.4. Wpływ sezonu wycielenia

Rozpatrując związek pomiędzy zawartością cholesterolu w mleku, a wyznaczonymi w metodyce, sezonami wycielenia krów (tab. 10–12), stwierdzono, że nie różnicują one stężenia cholesterolu. Występujące minimalne różnice w tej cesze w poszczególnych sezonach okazały się bardzo małe lub wręcz nikłe. W dostępnej literaturze polskiej, jak i zagranicznej nie znaleziono jak dotychczas prac omawiających tę kwestię.

## 4.5. Wpływ sezonu żywienia

Informacje o zawartości cholesterolu w mleku w powiązaniu z sezonami żywienia zamieszczono w tabelach 13–15. Zawartość cholesterolu w mleku oraz ilość cholesterolu przypadająca na 1 g tłuszczu okazały się wyższe w okresie zimowym (tab. 13, przy  $p \leq 0,01$ ).

W wyższym poziomie produkcji mleka (tab. 15) zaobserwowano nieco większe stężenie cholesterolu w mleku produkowanym w okresie zimowym ( $p \leq 0,01$ ).

Konfrontując stwierdzone rezultaty z danymi piśmiennictwa należy zauważyć, że wprawdzie w skarmianych w okresie zimowym paszach treściwych znajduje się więcej kwasów nasyconych sprzyjających syntezie cholesterolu w organizmie [Jurczak 1996; Reklewski 2000] to jednak ujednolicone żywienie krów w trakcie całego roku (technologia TMR) sprawiło, że różnice wynikające ze skarmiania różnych typowych dla sezonów pasz zanikają.

W przeprowadzonych badaniach własnych wykazano, że sezon żywienia w minimalnym tylko stopniu wpływa na zawartość cholesterolu w mleku.

Analiza piśmiennictwa dotycząca tego zagadnienia wykazała, że badacze tej kwestii nie są zgodni co do oceny stwierdzonych rezultatów. Marai i wsp. [1997] zaobserwowali na przykład w grupie krów rasy holsztyńskiej wyraźne obniżenie cholesterolu w mleku w okresie letnim. Również Abdel-Samee i Ibrahim [1992] informują o obniżeniu cholesterolu w mleku niskoprodukcyjnych krów rasy holsztyńskiej w Egipcie. Zaobserwowaną tendencję potwierdzają Bernabucci i wsp. [1999] oraz Calamari i wsp. [1999]. Natomiast inni autorzy między innymi Kumar i Pachauri [2001] stwierdzają podwyższenie zawartości cholesterolu w mleku krów produkujących w okresie letnim. Do tej grupy badaczy zaliczają się również Krzyżewski i wsp. [2003] podając, w stosunku do okresu letniego, niższą o 16% zawartość cholesterolu w mleku w okresie zimowym. Paura i wsp. [2003] określając poziom cholesterolu w mleku krów rasy litewskiej brązowej, w obu sezonach roku, wykazali również podobne zależności. Autorzy ci stwierdzili stężenie cholesterolu w okresie letnim wynoszące 0,09–0,22 g/l, natomiast zimą wyniosło ono 0,08–0,17 g/l.

Tabela 10  
Table 10

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu wycielenia  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on calving season

Sezon wycielenia Calving season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	sd	w laktacji per lactation [g]	sd	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	sd
Zima Winter	729	5757	1016	219	36,4	3,81	0,13	193	33,2	3,36	0,09	13,18	0,97	765	178,2	3,46	0,30
Lato Summer	1266	5716	1050	218	37,7	3,82	0,16	192	34,2	3,36	0,09	13,21	1,00	761	181,9	3,46	0,31
Razem Total	1995	5731	1038	218	37,2	3,82	0,15	192	33,8	3,36	0,09	13,20	0,99	763	180,5	3,46	0,31

Tabela 11  
Table 11

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu wycielenia i poziomu produkcyjnego krów (<6000 kg)

Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on calving season at low productivity level (<6000 kg milk)

Sezon wycielenia Calving season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol				
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	$\bar{x}$	sd
Zima Winter	430	5026	565	193	20,7	0,13	3,84 <sup>a</sup>	170	19,3	3,38	0,09	12,62	634	80,2	3,29	0,19
Lato Summer	754	4970	590	192	22,5	3,86 <sup>a</sup>	168	20,0	3,38	0,09	12,69	632	90,9	3,29	0,23	
Razem Total	1184	4990	582	192	21,9	3,85	0,16	169	19,7	3,38	0,09	12,67	633	87,2	3,29	0,21

a – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Tabela 12  
Table 12

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu wycielenia i poziomu produktyjnego krów (>6000 kg mleka)  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on the calving season at high productivity level (>6000 kg milk)

Sezon wycielenia Calving season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	$\bar{x}$	sd	w laktacji per lactation [g]	$\bar{x}$	sd
Zima Winter	299	6810	424	256	14,9	3,77	0,13	227	14,2	3,33	0,09	13,99	0,69	954	88,1	3,72	0,24
Lato Summer	512	6820	418	257	15,2	3,77	0,12	227	14,0	3,34	0,08	13,96	0,71	953	88,6	3,71	0,25
Razem Total	811	6816	420	257	15,1	3,77	0,12	227	14,1	3,34	0,08	13,97	0,70	954	88,4	3,71	0,25

Tabela 13  
Table 13

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu żywienia  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on feeding season

Sezon żywienia Feeding season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	sd	w laktacji per lactation [g]	sd	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	sd
Zima Winter	927	5848 <sup>A</sup>	1020	222	36,7	3,80 <sup>A</sup>	0,12	196	33,1	3,36	0,09	13,27 <sup>A</sup>	1,01	783 <sup>A</sup>	182,9	3,49 <sup>A</sup>	0,31
Lato Summer	1068	5630 <sup>A</sup>	1044	215	37,4	3,83 <sup>A</sup>	0,18	189	34,1	3,36	0,09	13,13 <sup>A</sup>	0,96	745 <sup>A</sup>	176,6	3,43 <sup>A</sup>	0,30
Razem Total	1995	5731	1038	218	37,2	3,82	0,15	192	33,8	3,36	0,09	13,20	0,99	763	180,5	3,46	0,31

A – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$



Tabela 14  
Table 14

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu żywienia i poziomu produkcyjnego krow (<6000 mleka)  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on feeding season at low productivity level (<6000 kg milk)

Sezon żywienia Feeding season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	$\bar{x}$	sd	
Zima Winter	503	5036 <sup>A</sup>	570	193	21,5	3,84	0,12	170	19,5	3,39	0,09	12,62	0,73	636	86,1	3,29	0,21
Lato Summer	681	4957 <sup>A</sup>	588	191	22,1	3,87	0,19	167	19,8	3,38	0,09	12,70	0,82	630	87,9	3,29	0,22
Razem Total	1184	4990	582	192	21,9	3,85	0,16	169	19,7	3,38	0,09	12,67	0,78	633	87,2	3,29	0,21

A – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

Tabela 15  
Table 15

Wydajność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od sezonu żywienia i poziomu produkcyjnego krów (>6000 kg mleka)  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on the feeding season at high productivity level (>6000 kg milk)

Sezon żywienia Feeding season	n	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol				
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	$\bar{x}$	sd
Zima Winter	424	6818	397	257	14,2	3,77	0,11	227	13,2	3,34	0,08	<sup>A</sup> 14,06	0,70	85,7	<sup>A</sup> 3,74	0,24
Lato Summer	387	6814	445	257	16,1	3,77	0,13	227	15,0	3,34	0,09	<sup>A</sup> 13,88	0,69	94,7	<sup>A</sup> 3,69	0,25
Razem Total	811	6816	420	257	15,1	3,77	0,12	227	14,1	3,34	0,08	13,97	0,70	95,4	3,71	0,25

<sup>A</sup> – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

## 4.6. Współczynniki korelacji ( $r_G$ , $r_P$ ) i regresji ( $b_G$ , $b_P$ )

Współczynniki korelacji genetycznych ( $r_G$ ) i fenotypowych ( $r_P$ ) pomiędzy badanymi cechami mleka oraz zawartością cholesterolu zestawiono w tabeli 16 i 17. Zwracają uwagę obliczone wysokie współczynniki korelacji genetycznych, jak i fenotypowych (wszystkie powyżej 0,9) pomiędzy zawartością cholesterolu w mleku a cechami wydajności (mleko, tłuszcz, białko). Fakt ten dotyczy szczególnie współczynników korelacji genetycznych pomiędzy zawartością cholesterolu całkowitego w mleku a wydajnością mleka, tłuszczu i białka. Współczynniki te wyniosły odpowiednio 0,964; 0,914; 0,931 ( $p \leq 0,01$ ). W podobnych badaniach Sasaki i wsp. [2002] określili wspomniane wartości na niższym poziomie (odpowiednio 0,58; 0,42; 0,45). Jeszcze niższą zależność  $r = 0,31$  pomiędzy wydajnością mleka a stężeniem cholesterolu wykazali Ceballos i wsp. [2002]. Chan i wsp. [1993] poszukiwali zależności pomiędzy wydajnością tłuszczu a zawartością cholesterolu w mleku. Określony przez nich współczynnik korelacji wyniósł  $r = 0,89$ . Natomiast ujemne zależności genetyczne, jak i fenotypowe stwierdzono w badanym materiale pomiędzy zawartością tłuszczu i białka a zawartością cholesterolu w mleku. Zależności te kształtowały się odpowiednio na poziomie  $r_G -0,759$  i  $r_G -0,472$  oraz  $r_P -0,502$  i  $r_P -0,425$  ( $p \leq 0,01$ ).

W rezultacie przeprowadzonych badań własnych postanowiono określić możliwości praktycznego prognozowania zawartości cholesterolu całkowitego w mleku, laktacji standardowej oraz na 1 g tłuszczu. O słuszności takiego rozumowania mogą świadczyć obliczone współczynniki regresji genetycznej i fenotypowej badanych cech mleka z cholesterolem (tab. 18).

## 4.7. Cholesterol w mleku i we krwi

Zgodnie z założeniami metodycznymi (II etap badań) przeprowadzono obserwacje zmian zachodzących w stężeniu cholesterolu w mleku i krwi (tab. 19–21). Określona zawartość HDL i LDL cholesterolu we krwi może być porównywana tylko z wyznaczonymi normami w populacji ludzkiej. Jak dotychczas nie zakreślono jeszcze granic zawartości badanego związku wśród zwierząt przeżuwających [Kokot 1991]. W badanym stadzie potwierdziły się zależności dotyczące wydajności, składu mleka, zawartości cholesterolu całkowitego, które stwierdzono dla całej badanej populacji (tab. 19).

Analizując kształtowanie się zawartości cholesterolu całkowitego w surowicy krwi (tab. 20), należy stwierdzić, że jego najwyższe stężenie wykazały krowy pochodzące z krzyżowania wypierającego w czwartym pokoleniu (93,8%), a tylko nieznacznie w tej cesze ustępowały im krowy czystorasowe cb. Stwierdzone w tym zakresie dane liczbowe kształtowały się odpowiednio 224,33 mg/dl i 221,00 mg/dl krwi.

Tabela 16  
Table 16

Współczynniki korelacji genetycznych ( $r_G$ ) pomiędzy badanymi cechami mleka w laktacji 305-dniowej (n=1995)  
Genetic correlation coefficients ( $r_G$ ) between analyzed milk traits in 305-days lactation (n=1995)

Lp. No	Cecha Trait	Cholesterol całkowity Total cholesterol			Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Wydajność białka Protein yield [kg]	Zawartość białka Protein content [%]
		w mleku in milk [mg/100g]	w laktacji in lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]				
1.	Wydajność mleka Milk yield [kg]	0,964**	0,630**	0,679**	0,982**	-0,666**	0,986**	-0,384**
2.	Cholesterol całkowity w mleku Total cholesterol in milk [mg/100g]	x	-	-	0,914**	-0,759**	0,931**	-0,472**
3.	Cholesterol całkowity w laktacji Total cholesterol in lactation [g]		x	-	0,532**	-0,739**	0,567**	-0,535**
4.	Cholesterol całkowity na 1 g tłuszczu Total cholesterol per 1 g of fat [mg/g]			x	0,558**	-0,863**	-0,002	-0,998**
5.	Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]				x	-0,516**	0,998**	-0,220**
6.	Zawartość tłuszczu Fat content [%]					x	-0,533**	0,951**
7.	Wydajność białka Protein yield [kg]						x	-0,227**
8.	Zawartość białka Protein content [%]							x

\*\* – korelacje statystycznie istotne przy prawdopodobieństwie zaistnienia błędu  $p \leq 0,01$

\*\* – correlations statistically significant at  $p \leq 0,01$

Tabela 17  
Table 17

Współczynniki korelacji fenotypowych (rp) pomiędzy badanymi cechami mleka w laktacji 305-dniowej (n=1995)  
Phenotypic correlation coefficients (rp) between analyzed milk traits in 305-days lactation (n=1995)

Lp. No	Cecha Trait	Cholesterol całkowity Total cholesterol			Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Wydajność białka Protein yield [kg]	Zawartość białka Protein content [%]
		w mleku in milk [mg/100g]	w laktacji in lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]				
1.	Wydajność mleka Milk yield [kg]	0,958**	0,624**	0,700**	0,966**	-0,506**	0,971**	-0,409**
2.	Cholesterol całkowity w mleku Total cholesterol in milk [mg/100]	x	-	-	0,915**	-0,502**	0,920**	-0,425**
3.	Cholesterol całkowity w laktacji Total cholesterol in lactation [g]		x	-	0,583**	-0,332**	0,582**	-0,337**
4.	Cholesterol całkowity na 1 g tłuszczu Total cholesterol per 1 g of fat [mg/g]			x	0,569**	-0,680**	-0,002	-0,993**
5.	Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]				x	-0,275**	0,969**	-0,279**
6.	Zawartość tłuszczu Fat content [%]					x	-0,397**	0,576**
7.	Wydajność białka Protein yield [kg]						x	-0,182**
8.	Zawartość białka Protein content [%]							x

\*\* – korelacje statystycznie istotne przy prawdopodobieństwie zaistnienia błędu p≤0,01

\*\*\* – korelacje statystycznie istotne przy prawdopodobieństwie zaistnienia błędu p≤0,001

Tabela 18  
Table 18

Współczynniki regresji genetycznej  $b_G$  i fenotypowej  $b_P$  badanych cech mleka (x) na cholesterol (y) (n=1995)  
Phenotypic and genetic regression coefficients ( $b_G$  and  $b_P$ ) of analyzed milk traits (x) on cholesterol (y) (n=1995)

Lp. No	Cecha y Trait y	Cecha x Trait x	Współczynnik regresji Regression coefficients	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]	
				1	2	3	4	5					
1.	Cholesterol całkowity w mleku Total cholesterol in milk [mg/100 g]		$b_G$	0,1668	4,6179	-5,2500	5,0088	-848,64					
			$b_P$	0,1759	4,9158	-2,1035	5,3938	-564,83					
2.	Cholesterolu całkowity w laktacji Total cholesterol per lactation [g]		$b_G$	0,0006	0,0151	-957,42	0,0172	-5,4237					
			$b_P$	0,0007	0,0191	-522,66	0,0208	-2,7285					
3.	Cholesterol całkowity na 1 g tłuszczu Total cholesterol per 1 g of fat [mg/g]		$b_G$	0,0002	0,0058	-2,2500	-0,00002	-5,4237					
			$b_P$	0,0003	0,0063	-1,4608	-0,00003	-2,7285					

$b_G$  – współczynnik regresji genetycznej

$b_C$  – coefficient of genetic regression

$b_P$  – współczynnik regresji fenotypowej

$b_F$  – coefficient of phenotypic regression

Tabela 19  
Table 19  
Wydatność, skład mleka, zawartość cholesterolu całkowitego w laktacji 305-dniowej w zależności od genotypu krów (Etap II, n=159)  
Milk yield, composition and total cholesterol content in 305-days lactation depending on genotype of cows (Stage II, n=159))

Udział genów hf Contribution of hf genes [% hf]	n	Wydatność mleka Milk yield [kg]		Wydatność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydatność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Cholesterol całkowity Total cholesterol				
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]	
cb black-white	14	4750	589	191	25,8	4,03	0,33	159	19,6	3,36	0,10	12,89	612	82,6	3,21	0,21
12,6–50,0	47	4378	509	181	22,7	4,14	0,21	145	16,7	3,30	0,08	13,52	592	88,9	3,27	0,32
50,1–75,0	55	4801	823	196	30,7	4,11	0,31	161	28,2	3,35	0,07	13,68	655	125,5	3,34	0,36
75,1–93,8	34	5234	1066	217	44,4	4,15	0,29	175	34,9	3,34	0,07	14,53	762	174,6	3,52	0,37
>93,8	9	4975	728	198	27,4	3,99	0,07	167	26,1	3,35	0,08	14,89	740	108,6	3,73	0,17
Razem Total	159	4774	833	196	33,7	4,11	0,27	159	28,1	3,33	0,08	13,81	661	139,2	3,37	0,35

A., F – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A., F – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a, b – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a, b – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$

Tabela 20  
Table 20  
Zawartość cholesterolu całkowitego, aminotransferaz i trójglicerydów w surowicy krwi w zależności od genotypu krów (Etap II, n=159)  
Total cholesterol, aminotransferases and triglycerides contents in blood serum depending on genotype of cows (Stage II, n=159)

Udział genów hf Contribution of hf genes [% hf]	n	Cholesterol						Aminotransferaza			Wskaźnik aktywności metabolicznej Metabolic activity index As/Al	Trójglicerydy Triglycerides [mg/dl]		
		całkowity total [mg/dl]		HDL [mg/dl]		LDL [mg/dl]		asparagina- nowa AspAT [IU/l]		alaninowa AlAT [IU/l]				
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$			sd	
cb														
black-white	14	221,00	45,4	107,21	16,6	109,86	31,3	96,86	18,6	35,54	6,70	2,72	20,07	5,66
12,6–50,0	47	191,91	34,7	106,00	15,9	81,40	21,3	84,45	17,7	35,45	6,62	2,38	23,45	3,65
50,1–75,0	55	202,44	53,1	107,11	21,4	91,44	36,5	89,94	20,0	35,35	8,48	2,54	19,16	4,77
75,1–93,8	34	205,06	43,3	108,68	15,2	92,44	31,2	88,31	16,2	33,18	9,29	2,66	19,50	5,91
>93,8	9	224,33	79,2	111,44	25,9	108,89	55,1	88,00	13,3	34,72	2,41	2,53	19,56	3,36
Razem Total	159	202,76	47,8	107,37	18,3	91,30	33,2	88,47	18,2	34,90	7,76	2,53	20,60	5,06

A, B – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,01$

A, B – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,01$

a, b – wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p \leq 0,05$

a, b – values in columns marked by block letters are significant at  $p \leq 0,05$



Tabela 21  
 Table 21  
 Współzynniki korelacji fenotypowych ( $r_p$ ) pomiędzy badanymi składnikami krwi a cholesterolem w mleku (Etap II, n = 159)  
 Phenotypic correlation coefficients ( $r_p$ ) between analyzed blood content and milk cholesterol (Stage II, n= 159)

Analizy krwi Blood analysis	Analizy mleka Milk analysis					
	Cholesterol całkowity Total cholesterol [g/dl]	Cholesterol HDL [g/dl]	Cholesterol LDL [g/dl]	AspAT [IU/l]	AlAT [IU/l]	Trójglicerydy Triglycerides [mg/g]
	1	2	3	4	5	6
Cholesterol całkowity w mleku Total cholesterol in milk [mg/100 g]	0,032	0,031	0,027	-0,055	-0,162	0,021
Cholesterol całkowity w laktacji Total cholesterol in lactation [g]	0,031	0,046	0,016	-0,006	-0,108	0,023
Cholesterol całkowity na 1 g tłuszczu Total cholesterol per 1 g of fat [mg/g]	0,071	0,061	0,068	0,067	-0,074	-0,055

Konfrontując uzyskane rezultaty z danymi piśmiennictwa zootechnicznego trzeba stwierdzić, że szereg autorów wykazało w swoich badaniach niższą wynoszącą od 132,30 do 165,38 mg/dl zawartość cholesterolu całkowitego w surowicy krwi [Kulczycki i wsp. 1985, Strzetelski i wsp. 1993, Gueorguieva i Gueorguiev 1997, Floryszczak 2000, Chladek i wsp. 2001, Ceballos i wsp. 2002, Nazifi i wsp. 2003]. Bardzo zbliżone stężenia cholesterolu do uzyskanych w badaniach własnych, a mieszczące się w przedziale od 185 do 235 mg/dl krwi krów rasy holsztyńskiej uzyskali Schroeder i wsp. [2002].

Nieco odmiennie w tym zakresie rezultaty podaje Ruegg i wsp. [1992]. Autorzy ci określili zawartość cholesterolu w początkowym stadium laktacji na poziomie 110,1 do 398,3 mg/dl krwi. Zaskakujący jest tak szeroki zakres liczbowy stężenia cholesterolu.

W badaniach własnych prawie we wszystkich grupach krów oprócz zwierząt czystorasowych cb we krwi przeważał nad zawartością cholesterolu LDL, HDL cholesterol. Średnie zawartości jednego i drugiego wyniosły 91,30 mg/dl i 107,37 mg/dl krwi. Rezultat ten jest zgodny z wcześniejszymi badaniami autora i współautorów [Tomaszewski i wsp. 2003].

Biorąc za podstawę przyjęte kryteria w populacji ludzkiej należy zauważyć, że stężenie „gorszego” LDL cholesterolu okazało się zróżnicowane w poszczególnych grupach genetycznych krów. Istotnie najmniej wykazano go we krwi krów mieszańców o niskim udziale genów bydła hf. Stwierdzone rezultaty uzmysławiają jednak, że różnicująca zawartość LDL cholesterolu w poszczególnych grupach mieszańców wydaje się nie mieć praktycznego znaczenia. Na taką ocenę wskazuje bardzo zbliżona zawartość LDL cholesterolu we krwi krów czystorasowych cb i mieszańców z wysokim udziałem bydła hf (odpowiednio 109,86 i 108,89 mg/dl krwi).

W tabeli 21 zamieszczono informacje o związku pomiędzy zawartością cholesterolu w mleku i krwi badanych zwierząt. Obliczone współczynniki korelacji nie pozwalają na udowodnienie takiego związku. Przeprowadzone badania nie potwierdziły wykazanej zależności pomiędzy zawartością cholesterolu we krwi i mleku.

Istotne wydaje się zwrócenie uwagi na fakt, że wyliczone przez Bhuiy'a i wsp. [1993] wyższe współczynniki korelacji genetycznej i fenotypowej określone zostały na stosunkowo nielicznym materiale badawczym (tylko 40 krów, co stanowiło czterokrotnie mniej niż w badaniach własnych).

#### **4.8. Zawartość aminotransferaz AspAT i AlAT oraz wskaźnik aktywności metabolizmu**

W tabeli 20 zamieszczono również charakterystykę średniej zawartości aminotransferaz AspAT i AlAT w powiązaniu z genotypem krów. Zwraca uwagę najniższa zawartość (84,45 IU/l krwi) aminotransferazy AspAT w grupie zwierząt o stosunkowo niskim (12,6-50,0%) udziale genów rasy holsztyńskiej, a najwyższa (96,86 IU/l krwi) u zwierząt czystorasowych czarno-białych ( $p \leq 0,05$ ).

Określając generalnie kształtowanie się zawartości aminotransferazy AlAT w poszczególnych analizowanych grupach genetycznych zwierząt można stwierdzić, że wykazane różnice w tej cesze okazały się bardzo małe i zarazem nie potwierdzone statystycznie.

W ścisłych badaniach, przeprowadzonych w IGHZ PAN w Jastrzębcu Oprządek i wsp. [2000] określili w osoczu krwi buhajków poziom aminotransferazy AspAT na 32,25 IU/l i AlAT na 16,57 IU/l krwi. W analizowanym materiale autorzy ci wykazali niższe wartości wskaźników biochemicznych krwi w stosunku do stwierdzonych w badaniach własnych odpowiednio 88,47 i 34,90 IU/l krwi. Wspomniani wyżej autorzy [Oprządek i wsp. 2000] donoszą o znaczącej zmienności osobniczej badanych wskaźników, podkreślając, że ich poziom zależy w głównej mierze od wpływu czynników środowiskowych oraz stanu fizjologicznego zwierząt. Dotychczas poszukiwane są czynniki mające wpływ na kształtowanie się aktywności aminotransferazy AspAT. I tak na przykład Kececi i Keskin [2001] wykazali wyższą aktywność tego wskaźnika w wysokich temperaturach zewnętrznych.

Jak wiadomo, szeroko stosowanym wskaźnikiem aktywności metabolizmu organizmów ludzkich jest tzw. wskaźnik de'Ritisa [Angielski i wsp. 1996], który mierzony jest stosunkiem aminotransferazy asparaginianowej (AspAT) do aminotransferazy alani nowej (AlAT). Autorzy ci wyznaczyli optymalną wartość tego wskaźnika mieszczącą się w granicach 2,0. Wspomniany wskaźnik może stanowić informacje o stanie fizjologicznym wątroby człowieka, który to organ wspólnie z jelitem cienkim jest, jak wiadomo, głównym miejscem wytwarzania cholesterolu [Michajlik i Sznajderman 1986]. Wiadomo również, że trwałe uszkodzenia wątroby w wyniku przebytych chorób oraz inne zaburzenia czynności tego organu powodują w nim zakłócenia procesu biosyntezy [Bronicki i Dembiński 1995].

Stosując omawiany wyżej wskaźnik do oceny przemian biochemicznych w organizmach bydłęcych stwierdzono, że poziom jego przekracza zakreśloną przez Angielskiego i wsp. [1996] granicę. W tabeli 20 wykazano, że krowy czystorasowe czarno-białe charakteryzowały się wyższą, ponad średnią stada wartością tego wskaźnika (2,72 do 2,53). Również we wspomnianej grupie zwierząt wykazano najwyższe stężenie frakcji LDL cholesterolu.

Tak określone wartości nie mogą zostać porównane z danymi piśmiennictwa, ponieważ jak dotychczas nie opublikowano rezultatów tego rodzaju badań.

## 4.9. Trójglicerydy

Poza zawartością cholesterolu, enzymów AspAT i AlAT i wskaźnika metabolizmu w tabeli 20 zamieszczono informacje o kształtowaniu się trójglicerydów w surowicy krwi. Rozpatrując udział w poszczególnych grupach genetycznych zwierząt, stwierdzono najwyższy ich poziom we krwi krów mieszańców z udziałem do 50% genów rasy uszlachetniającej, holsztyńskiej. Jednocześnie dała się zauważyć najniższa w tej grupie zmienność tej cechy ( $V\%=15,56$ ).

W piśmiennictwie zootechnicznym znaleźć można informacje o rezultatach badań wielkości tego wskaźnika u krów będących w rui (latujących się). Poziom trójglicerydów określony w tym stanie fizjologicznym, Winnicka [1997] oznaczyła od 0,1 do 0,3 mmol/l krwi, co stanowi 3,85–11,54 mg/dl. Jednak autorka uważa, że zakres ten mieści się w granicach norm fizjologicznych. W badaniach własnych uzyskano nieco wyższe wskaźniki, a mianowicie 19,16 do 23,45 mg/dl krwi (co stanowi od 0,5 do 0,6 mmol/l). Podobny do stwierdzonego w badaniach własnych rezultat wykazali Bronicki i Dembiński [1993, 1997] oraz Bielak i wsp. [1994]. Wydaje się, że stan ten może świadczyć o zaburzeniach przemiany tłuszczowej, o czym donoszą Bronicki i Dembiński [1994].

Hammon i Blum [1998] w swoich badaniach zajmowali się określaniem zawartości cholesterolu i trójglicerydów we krwi cieląt pojonych siarą i preparatami mlekozastepczymi. Autorzy ci wykazali, że zawartość tych wskaźników biochemicznych krwi była wyższa u cieląt pojonych tylko siarą.

W badaniach własnych postanowiono obliczyć również zależności pomiędzy wartościami poszczególnych wskaźników krwi. Jak wynika z tabeli 21 wszystkie obliczone współczynniki korelacji okazały się niskie i oscylujące koło zera.

#### **4.10. Współczynniki odziedziczalności $h^2$**

Współczynniki odziedziczalności zawartości tłuszczu, białka i cholesterolu całkowitego w mleku przedstawiono na rysunku 4. Są one stosunkowo wysokie i dla zawartości cholesterolu w mleku, w laktacji 305-dniowej oraz na 1 g tłuszczu wynoszą odpowiednio 0,59; 0,50; 0,59. Ponieważ obliczone zostały na stosunkowo dużym materiale (980 krów) można je uznać za wiarygodne. Wielu autorów zajmujących się tym zagadnieniem podaje bardzo szeroki zakres współczynnika odziedziczalności dla zawartości cholesterolu w mleku wynoszący od 0,10 do 0,83 [Taylor i wsp. 1966, O'Kelly 1968, Bettini i Masina 1972, Arave i wsp. 1975, Edfors-Lilja i wsp. 1978, Pabst i Walte 1992, Sasaki i wsp. 2002]. Sasaki i wsp. [2002] obliczyli na japońskim bydło odziedziczalności zawartości tłuszczu i białka w mleku, które wyniosły odpowiednio 0,50 i 0,38. Tak wysoki współczynnik odziedziczalności zawartości cholesterolu można tłumaczyć dużą zmiennością genetyczną buhajów, która wystąpiła w analizowanych stadach, jak również tym, że rynek wymusił na producentach mleka poprawę warunków środowiskowych utrzymywanych krów, które w analizowanych stadach bardzo wyrównały się, co może być powodem niskiej zmienności środowiska.

#### **4.11. Ocena wartości hodowlanej buhajów**

W tabeli 22 przedstawiono ocenę buhajów w zakresie wydajności i składu mleka na podstawie kształtowania się tych cech w grupach córek. Jednocześnie dokonano uszeregowania buhajów według kryterium zawartości cholesterolu całkowitego na gram

Tabela 22  
Table 22  
Wartość hodowlana buhajów w zakresie wydajności, składu mleka i uszerogowanie buhajów pod względem za wartości cholesterolu całkowitego na 1 g tłuszczu  
Breeding assessment of bulls in milk yield and content and rank of bulls according to total cholesterol content per 1 g of fat

Lp. No	Numer buhaja Bull number	Nazwa buhaja Bull name	Udział genów hf genes shave [%]	Rok ur. Year of birth	Licz- ba córek No of daug- hters	Wydajność mleka Milk yield [kg]		Wydajność tłuszczu Fat yield [kg]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Wydajność białka Protein yield [kg]		Zawartość białka Protein content [%]		Choleste- rol na 1 g tłuszczu Choleste- rol per 1 g of fat [mg/g]		Odchy- lenie Rank of bulls due to devia- tion from the mean
						$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1.	68853-1-7	Hubon	0	1987	28	4933	341	190	11,7	3,86	0,09	168	11,8	3,41	0,09	3,11	0,15	-0,39
2.	04045-0-9	Bebiko	50	1989	22	4336	474	165	16,6	3,81	0,07	147	14,8	3,40	0,09	3,22	0,14	-0,28
3.	55884-1-7	Kazalin	50	1982	25	5116	284	195	9,8	3,82	0,05	172	9,3	3,36	0,05	3,23	0,13	-0,27
4.	55490-1-9	Talbot	0	1985	27	5113	1427	207	51,5	4,09	0,18	176	50,8	3,42	0,12	3,27	0,25	-0,23
5.	60983-1-6	Maraton	0	1985	48	4618	563	177	19,7	3,85	0,15	156	17,8	3,39	0,10	3,27	0,16	-0,23
6.	03523-0-4	Dancing	75	1992	29	5158	415	196	18,3	3,81	0,10	175	15,6	3,39	0,10	3,28	0,13	-0,22
7.	69507-1-0	Sekaper	13	1991	31	4724	518	178	17,8	3,76	0,07	158	15,0	3,36	0,09	3,29	0,12	-0,21
8.	19438-4-7	Wąwóz	100	1987	24	6561	574	260	21,2	3,98	0,16	229	20,8	3,49	0,14	3,29	0,20	-0,21
9.	66989-1-8	Malarz	25	1986	39	5254	849	202	31,6	3,84	0,17	177	29,7	3,36	0,06	3,30	0,21	-0,20
10.	68924-1-3	Scyp	63	1988	26	5245	202	198	6,9	3,77	0,05	174	6,4	3,32	0,06	3,31	0,13	-0,19
11.	61844-1-4	Ramos	25	1986	22	4407	206	166	6,2	3,76	0,07	149	6,4	3,38	0,05	3,31	0,09	-0,19
12.	46879-4-7	Ariston	100	1982	20	6629	595	258	20,7	3,90	0,15	223	19,2	3,37	0,12	3,34	0,29	-0,16

Tabela 22 cd.  
Table 22 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
13.	69267-1-5	Radny	0	1989	22	4557	606	186	24,8	4,09	0,33	152	23,3	3,32	0,09	3,38	0,38	-0,12
14.	70599-4-7	Szalik	94	1994	21	5653	738	213	26,5	3,78	0,08	190	22,8	3,37	0,07	3,39	0,18	-0,11
15.	66825-1-1	Kawon	75	1985	26	4698	346	177	12,1	3,78	0,06	157	11,4	3,34	0,06	3,41	0,13	-0,09
16.	44890-4-6	Argon	88	1991	25	6835	484	265	15,7	3,88	0,11	233	15,5	3,42	0,10	3,43	0,23	-0,07
17.	07018-0-8	Linaf	75	1994	33	6331	688	242	23,7	3,83	0,07	211	22,9	3,34	0,07	3,46	0,16	-0,04
18.	19412-4-9	Blawatek	88	1988	22	5305	806	198	27,2	3,75	0,08	179	24,8	3,39	0,08	3,54	0,27	0,04
19.	14697-4-2	Jen	94	1989	21	7105	466	273	14,7	3,85	0,10	240	14,0	3,39	0,09	3,57	0,17	0,07
20.	90293-4-0	Rotator	100	1987	34	6445	603	244	19,8	3,79	0,08	218	17,5	3,38	0,08	3,59	0,25	0,09
21.	24612-4-6	Elta	100	1981	22	6920	539	259	16,1	3,74	0,07	232	14,9	3,36	0,08	3,62	0,23	0,12
22.	46901-4-2	Keson	100	1982	26	5538	913	206	32,0	3,72	0,11	183	28,3	3,31	0,07	3,63	0,26	0,13
23.	90549-4-9	Jul	100	1989	22	6281	544	239	18,6	3,80	0,07	212	16,2	3,39	0,08	3,63	0,23	0,13
24.	24633-4-9	Jolli	100	1985	61	6496	690	244	22,9	3,77	0,08	219	19,8	3,37	0,09	3,64	0,26	0,14
25.	90273-4-2	Dale	100	1983	28	6433	615	240	21,6	3,74	0,09	216	19,2	3,36	0,06	3,69	0,24	0,19
26.	90569-4-7	Reid	100	1987	37	6526	598	245	18,1	3,76	0,10	219	16,2	3,36	0,09	3,69	0,28	0,19
27.	70011-4-0	Rinwet	100	1991	26	6682	919	250	31,8	3,75	0,08	224	27,7	3,36	0,09	3,69	0,28	0,19
28.	24890-4-4	Tober	100	1984	26	6371	519	242	17,9	3,80	0,11	213	14,2	3,36	0,08	3,69	0,26	0,19
29.	24818-4-2	Berger	88	1983	36	6850	516	255	15,6	3,72	0,09	229	14,0	3,35	0,07	3,70	0,24	0,20
30.	90493-4-6	Adam	95	1993	27	6511	448	245	13,5	3,77	0,10	214	13,9	3,29	0,08	3,70	0,26	0,20
31.	90133-4-3	Ambition	100	1986	25	6460	667	243	21,0	3,78	0,10	217	20,9	3,35	0,07	3,71	0,17	0,21
32.	47195-4-6	Romb	100	1985	24	6551	525	244	16,1	3,74	0,10	215	16,6	3,28	0,09	3,77	0,26	0,27
33.	90326-4-0	Stix	94	1988	26	6743	458	252	14,0	3,74	0,06	225	14,2	3,34	0,06	3,77	0,17	0,27
34.	90567-4-7	Brook	100	1987	28	6892	499	257	14,4	3,74	0,08	230	13,9	3,34	0,07	3,84	0,23	0,34
35.	24541-4-0	Total	100	1981	21	6932	447	258	13,3	3,72	0,11	234	13,2	3,37	0,06	3,85	0,25	0,35
			x		28	5920	-	225	-	3,81	-	199	-	3,36	-	3,50	-	-

tłuszczu mleka. Z zamieszczonych informacji wynika, że wpływ buhajów-ojców na stężenie cholesterolu w tłuszczu mleka córek rozkładał się niejako po połowie (17 ojców obniżało, 18 podwyższało). Najlepszym w tej cesze okazał się buhaj Hubon, który obniżył cholesterol w tłuszczu mleka o 11,14%, natomiast u córek buhaja Total stwierdzono podwyższenie cholesterolu w tłuszczu mleka o 10,00%. Analizując udział genów rasy hf w genotypach ocenianych buhajów oraz jego wpływ na stężenie cholesterolu w 1 g tłuszczu mleka ich córek można stwierdzić, że buhaje podwyższające jego stężenie są efektem wyższych etapów krzyżowania wypierającego (średnia zawartość genów hf 97,72%). Można się spodziewać, że w rezultacie stosowania w krzyżowaniu buhajów czystoraso- wych hf nastąpi podwyższenie stężenia cholesterolu w 1 g tłuszczu mleka ich córek. Badania Bulla i wsp. [1999] oraz Leimann [2001] wskazują na ujemne zależności pomiędzy wartością hodowlaną buhajów a zawartością cholesterolu w mleku ich córek.

## 4.12. Wpływ żywienia

Jednym z czynników mającym znaczący wpływ na koncentrację cholesterolu w mleku krów ma ich żywienie w trakcie użytkowania [Cole i wsp. 2001]. W ścisłych doświadczeniach wykonanych przez Brzósę oraz Fahey'a stwierdzono wpływ podawania soli wapniowych kwasów tłuszczowych na obniżenie zawartości cholesterolu w mleku [Brzóska 1998, Brzóska i wsp. 1999a, Fahey i wsp. 2002]. Również Reklewski [2000] podając krowom mlecznym biopleksy oraz ziarno roślin oleistych uzyskał obniżenie zawartości cholesterolu w tłuszczu mlecznym o około 20% (z 0,376 do 0,300 g/100 g).

W tabelach od 23 do 26 zamieszczono informacje o pobraniu składników pokarmowych w analizowanych stadach w powiązaniu z rodzajem diety oraz poziomem produkcyjnym krów. W badanym materiale zużycie paszy na produkcję 1 kg mleka mieściło się w granicach przyjętych dla warunków krajowych (4,80 MJ, 79 g białka ogólnego strawnego, 1016 g suchej masy oraz 260 g włókna surowego) (tab. 23). Natomiast wielkość pobrania składników paszy przez krowy była różna, co wydaje się oczywiste w określonych poziomach wydajności (tab. 24 i 25). W stadach zaliczonych do grupy o wysokiej wydajności (>6000 kg mleka) zwierzęta pobierały o 18,7%, białka o 12,4%, suchej masy o 16,8%, włókna surowego o 7,8% więcej z pasz treściwych w stosunku do grupy krów produkujących w niższym poziomie wydajności. W omawianej grupie zwierząt stwierdzono niższe pobranie wszystkich składników pokarmowych na produkcję 1 kg mleka.

Interesujące jest, że wraz z obniżeniem pobrania, w stadach zaliczonych do wyższego poziomu wydajności, włókna surowego z 287 g do 190 g na kg produkowanego mleka, w wyższym poziomie wydajności nastąpiło zwiększenie stężenia cholesterolu całkowitego w mleku z 12,67 do 13,97 mg/100g tłuszczu, jak również zwiększyła się ilość cholesterolu przypadająca na 1 g tłuszczu mleka z 3,29 do 3,71 mg/g (tab. 26).

Tabela 23  
Table 23

Pobranie składników pokarmowych w zależności od rodzaju paszy (n=1995)  
Intake of nutrients depending on feed source (n=1995)

Cecha Trait	Na 1 kg mleka Per 1 kg of milk						Na 100 mg cholesterolu całkowitego Per 100 mg of total cholesterol										
	energia net energy [MJ]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]		energia net energy [mj]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]		
	x̄	%	x̄	%	x̄	%	x̄	%	x̄	%	x̄	%	x̄	%	x̄	%	
Pasze Feeds																	
Tłuszcze Concentrates	1,84	38,3	41	51,9	281	27,7	25	9,6	1,38	38,0	31	51,7	211	27,6	19	9,7	
Objętościowe Bulk feeds	2,96	61,7	38	48,1	735	72,3	235	90,4	2,25	62,0	29	48,3	553	72,4	177	90,3	
Razem Total	4,80	100,0	79	100,0	1016	100,0	260	100,0	3,63	100,0	60	100,0	764	100,0	196	100,0	



Tabela 24  
Table 24  
Pobranie składników pokarmowych w zależności od rodzaju paszy w niższym poziomie produktywnym krów (<6000 kg mleka) (n=1184)  
Intake of nutrients depending on feed source at (<6000 kg of milk) low productivity level of cows (n=1184)

Cecha Trait	Na 1 kg mleka Per 1 kg of milk						Na 100 mg cholesterolu całkowitego Per 100 mg of total cholesterol										
	energia net energy [MJ]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]		energia net energy [MJ]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]		
	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	
Pasze Feeds																	
Trescive Concentrates	1,48	28,3	35	42,7	215	19,8	17	5,9	1,16	28,2	27	41,5	169	19,8	13	5,8	
Objętościowe Bulk feeds	3,75	71,7	47	57,3	873	80,2	270	94,1	2,95	71,8	38	58,5	684	80,2	212	94,2	
Razem Total	5,23	100,0	82	100,0	1088	100,0	287	100,0	4,11	100,0	65	100,0	853	100,0	225	100,0	

Tabela 25  
Table 25

Pobranie składników pokarmowych w zależności od rodzaju paszy w wyższym poziomie produktywnym krów (>6000 kg mleka) (n=811)  
Intake of nutrients depending on the feed source at (>6000 kg of milk) high productivity level of cows (n=811)

Cecha Trait	Na 1 kg mleka Per 1 kg of milk						Na 100 mg cholesterolu całkowitego Per 100 mg of total cholesterol									
	energia net energy [MJ]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]		energia net energy [mj]		białko og. digestible total protein [g]		sucha masa dry matter [g]		włókno surowe crude fiber [g]	
	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%
Pasze Feeds	2,24	47,0	43	55,1	325	36,6	26	13,7	1,63	46,8	31	55,4	237	36,5	19	13,7
Treściwe Concentrates	2,53	53,0	35	44,9	564	63,4	164	86,3	1,85	53,2	25	44,6	412	63,5	120	86,3
Razem Total	4,77	100,0	78	100,0	889	100,0	190	100,0	3,48	100,0	56	100,0	649	100,0	139	100,0

Tabela 26  
Table 26

Pobranie składników pokarmowych oraz zawartość cholesterolu całkowitego w zależności od poziomu produktyjnego krów  
Intake of nutrients depending on productivity level of cows

Poziom produkcji Productivity level	n	Na produkcję 1 kg mleka Per 1 kg of milk				Cholesterol całkowity Total cholesterol					
		energia net energy [MJ]	białko og. strawne digestible total protein [g]	sucha masa dry matter [g]	włkno surowe crude fiber [g]	w mleku in milk [mg/100 g]	w laktacji per lactation [g]	na 1 g tłuszczu per 1 g of fat [mg/g]			
<6000	1184	5,23	82	1088	287	12,67	633	87,2	3,29	0,21	
>6000	811	4,77	78	889	190	13,97	954	88,4	3,71	0,25	
Razem Total	1995	4,80	79	1016	260	13,20	0,99	763	180,5	3,46	0,31

Rola zawartego w pokarmie włókna powodowała szerokie zainteresowanie tym problemem. Singh i wsp. [2002] porównując stosowanie w żywieniu krów otrąb pszenicznych i ryżowych wskazali na niższą zawartość cholesterolu w drugiej grupie zwierząt. Z kolei Hicks i wsp. [1995] oraz Kishimoto i wsp. [1995] stosując w żywieniu szczurów dodatek włókna wykazali znaczne obniżenie cholesterolu w ich krwi (z 92,7 do 63,2 mg/dl).

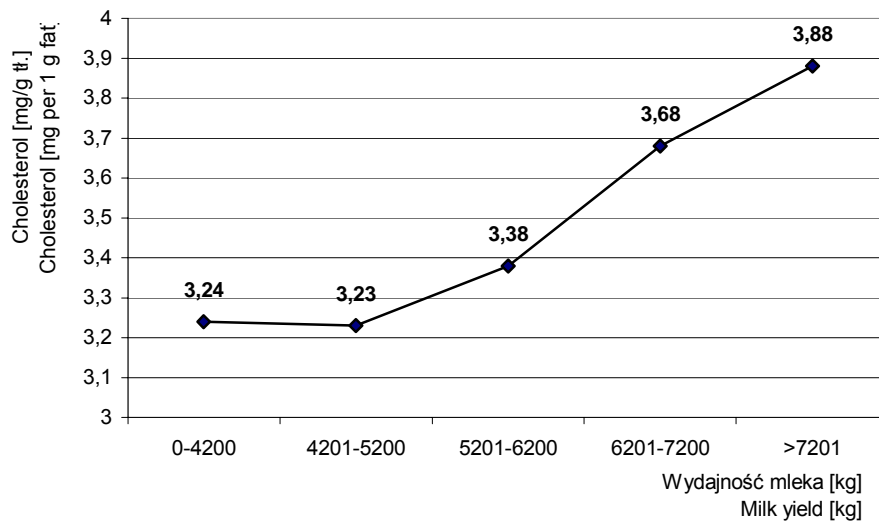
Precht [2001] sugeruje możliwość obniżenia zawartości cholesterolu w mleku od 8 do 13% w rezultacie zastosowania paszy z rzepakiem.

Z wynikami tych dociekań korespondują badania Gehardt'a i Gallo [1998], którzy stwierdzili, że poddana obserwacjom grupa ludzi po podaniu im do spożycia otrąb ryżowych i owsianych wykazywała znaczące obniżenie cholesterolu w surowicy krwi.

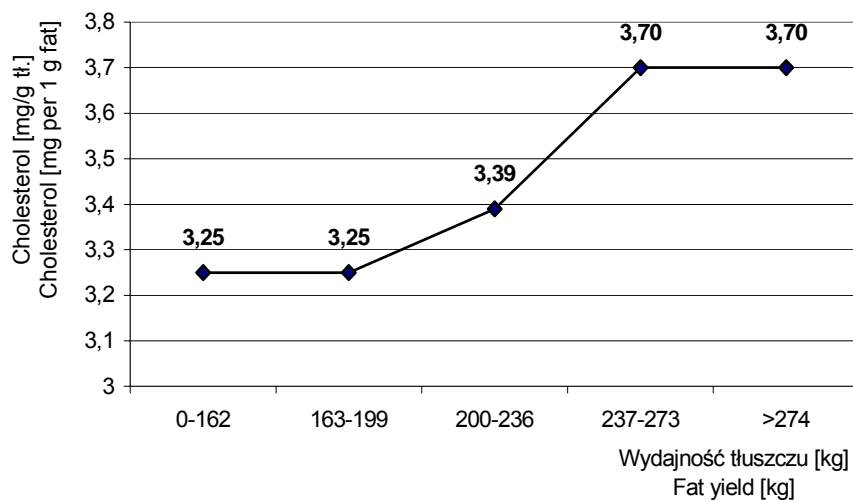
Wiadomo, że krowy o wysokiej wydajności mleka powinny być żywione dawkami o zwiększonej koncentracji energii, co skutkuje stosowaniem w praktyce zwiększonego udziału pasz treściwych w stosunku do pasz objętościowych. Zdaniem Reklewskiego [2000] oraz Singh'a i wsp. [2002] w wyniku takiego postępowania zwiększona ilość kwasów nasyconych zawartych w paszach treściwych oraz mniejsza zawartość włókna surowego sprzyja syntezie cholesterolu w organizmie zwierzęcym. Wydaje się więc, że sumujące działanie tych czynników może mieć znaczący wpływ na zwiększenie koncentracji cholesterolu w mleku krów wysoko wydajnych

#### **4.13. Związki pomiędzy stężeniem cholesterolu a cechami wydajności mleka**

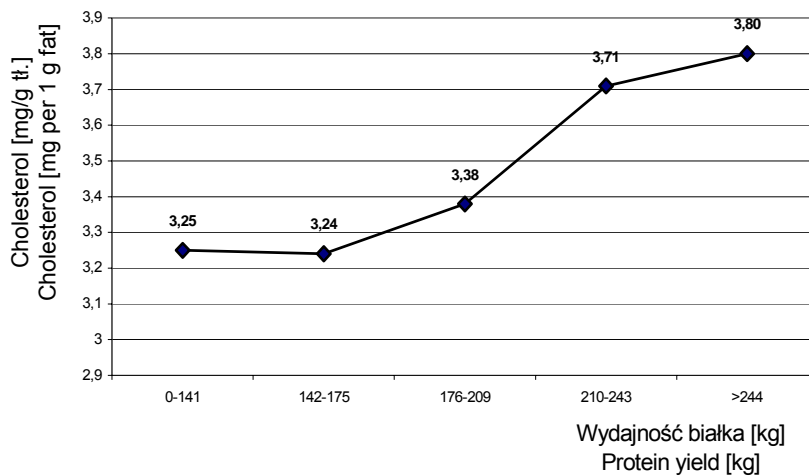
Kwestię tę zamieszczono w formie graficznej (rys. 1–3). Analizując przedstawione informacje wykazano istnienie bardzo ścisłej zależności pomiędzy wspomnianymi parametrami. Istotnym wydaje się fakt, że u krów o wysokiej wydajności przekraczającej 6200 kg mleka i 210 kg białka wyraźnie zwiększa się koncentracja cholesterolu w tłuszczu mleka. Z kolei krzywa stężenia cholesterolu (rys. 3) bardzo stromo wznosi się po przekroczeniu przez zwierzęta wydajności 237 kg tłuszczu w laktacji.



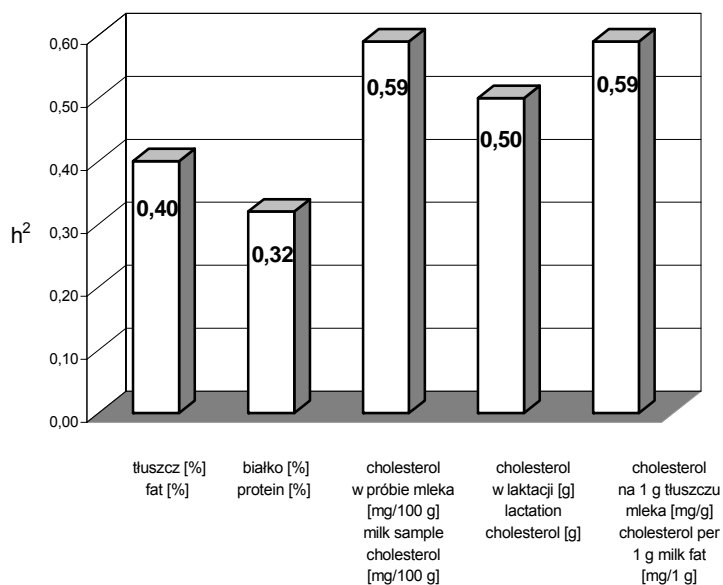
Rys. 1. Kształtowanie się zawartości cholesterolu całkowitego [mg/g tł.] w zależności od poziomu wydajności mleka w laktacji 305-dniowej  
 Fig. 1. Pattern of total cholesterol content [mg per 1 g fat] due to the level of milk yield in 305-d lactation



Rys. 2. Kształtowanie się zawartości cholesterolu całkowitego [mg/g tł.] w zależności od poziomu wydajności tłuszczu w laktacji 305-dniowej  
 Fig. 2. Pattern of total cholesterol content [mg per 1 g fat] due to the level of fat yield in 305-d lactation



Rys. 3. Kształtowanie się zawartości cholesterolu całkowitego [mg/g tł] w zależności od poziomu wydajności białka w laktacji 305-dniowej  
 Fig. 3. Pattern of total cholesterol content [mg per 1 g fat] due to the level of protein yield in 305-d lactation



Rys. 4. Współczynniki odziedziczalności (h<sup>2</sup>) zawartości tłuszczu, białka i cholesterolu całkowitego w mleku

Fig. 4. Heritability coefficients (h<sup>2</sup>) of fat, protein and total cholesterol in milk

## 5. PODSUMOWANIE

W przeprowadzonych badaniach (1995 krów rasy czarno-białej oraz mieszańców tej rasy z rasą hf) określono wpływ czynników genetycznych i pozagenetycznych na zawartość cholesterolu w mleku i krwi. Stwierdzono, że na poziom zawartości cholesterolu istotny wpływ wywarł genotyp zwierząt. Wraz ze wzrostem udziału genów rasy holsztyńskiej w ich genotypie, wzrastała wydajność mleka oraz stężenie w nim cholesterolu.

Z czynników pozagenetycznych istotny wpływ zaznaczyły: wiek krów, numer laktacji oraz sezon żywienia. Analizując powiązania wieku krów z zawartością cholesterolu w mleku wykazano, że najwyższa jego koncentracja wystąpiła w grupie krów młodych, 3–4-letnich, a w miarę starzenia się zwierząt stężenie cholesterolu w produkowanym mleku malało.

Jak wiadomo, kolejne laktacje są pochodną wieku krów, dlatego też zawartość cholesterolu w mleku zarówno pod wpływem wieku, jak i kolejnej laktacji kształtowała się podobnie.

Nie udowodniono istotnego wpływu sezonu żywienia na zawartość cholesterolu w mleku. Należy założyć, że dość szerokie stosowanie w praktyce nowoczesnych technologii żywienia krów (TMR) sprawiło, że różnice wynikające z sezonowej zmiany pasz maleją.

Również nie udało się wykazać powiązań terminu rozpoczęcia użytkowania mlecznego (sezon wycielenia) krów na zawartość cholesterolu w mleku.

Obliczone współczynniki odziedziczalności zawartości cholesterolu w mleku określono na poziomie  $h^2=0,50$  do  $0,59$ .

Wysokie natomiast współczynniki korelacji genetycznych i fenotypowych pomiędzy koncentracją cholesterolu a wydajnością mleka i jego podstawowych składników sugerują, że zwiększanie wydajności zwierząt może nieść ze sobą wzrost stężenia cholesterolu w mleku. Obliczone współczynniki regresji genetycznej i fenotypowej pozwalają na przybliżone szacowanie zawartości cholesterolu w oparciu o wydajność tłuszczu i białka w mleku.

Na podstawie określonych współczynników korelacji fenotypowych pomiędzy zawartością cholesterolu w mleku i krwi, wykazano zasadnie brak jakiegokolwiek praktycznego związku pomiędzy tymi wskaźnikami.

Oceniając wpływ genotypu buhaja–ojca na zawartość cholesterolu w mleku jego córek można zauważyć, że cechę wysokiej zawartości cholesterolu w mleku przekazywały głównie buhaje z wysokim udziałem genów hf.

W rezultacie przeprowadzonych badań zauważono, że konieczne stosowanie w żywieniu wysoko wydajnych krów znaczących ilości pasz treściwych powoduje zarazem obniżenie ilości włókna surowego na 1 kg produkowanego mleka, co w efekcie przyczynia się do zwiększenia w nim zawartości cholesterolu.

## 6. WNIOSKI

1. Stwierdzono, że zawartość cholesterolu jest ściśle powiązana z wydajnością mleczną krów  $r_G=0,964$  ( $p\leq 0,01$ ).
2. Wykazano, że im niższa procentowa zawartość tłuszczu i białka w mleku, tym wyższa jest w nim koncentracja cholesterolu. Współczynniki korelacji genetycznej pomiędzy tymi cechami wyniosły: dla tłuszczu  $r_G=-0,759$  i dla białka  $r_G=-0,472$ ,  $p\leq 0,01$ .
3. Obliczony współczynnik odziedziczalności cholesterolu w mleku krów okazał się w miarę wysoki ( $h^2=0,50-0,59$ ).
4. Nie wykazano praktycznej zależności pomiędzy koncentracją cholesterolu w mleku i krwi krów.
5. W związku z postępującym dążeniem do wysokiej wydajności zwierząt i jednocześnie wzrastającym udziałem genów bydła holsztyńskiego (hf) w populacji bydła krajowego, można oczekiwać pogarszającej się jakości prozdrowotnej mleka oraz otrzymywanych z niego produktów.



## 7. PIŚMIENNICTWO

- Abdel-Samee A.M., Ibrahim H.: 1992. Triiodothyronine and blood metabolites in relation to milk yield and spray cooling of heat stressed lactating Friesian and Holsteins in Egypt. *Egypt. J. Anim. Production*, 29, 2, 215–227.
- Angielski S., Jakubowski Z., Dominiczak M.: 1996. *Biochemia kliniczna*, Wyd. „Peseusz”, Gdańsk.
- Arave C.W., Miller R.H., Lamb R.C.: 1975. Genetic and environmental effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. *J. Dairy Sci.*, 58, 3, 423–427.
- Barej W.: 1986. *Fizjologiczne podstawy użytkowania bydła*. PWRiL, Warszawa.
- Barej W.: 1990. Manipulowanie procesami trawiennymi u przeżuwaczy. *Med. Wet.*, 46, 466–469.
- Barowicz T.: 1998. Wpływ tłuszczu dawki pokarmowej na jokość lipidów w tkankach i produktach pochodzenia zwierzęcego. *Biul. Inf. IŻ*, 3, 39–48.
- Barowicz T., Brejta W.: 2001. Using linseed oil and tankage grease calcium soaps of fatty acids for fattening young slaughter cattle. *Roczn. Nauk. Zoot.*, 28, 2, 113–130.
- Bartnikowska E., Kulasek G.: 1994. Znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu człowieka i zwierząt (Cz. II). *Mag. Wet.*, 3 (5): 34–38.
- Berggren A.M., Nyman A.M., Lundquist I., Bjorck I.M.: 1996. Influence of orally and rectally administered propionate on cholesterol and glucose metabolism in obese rats. *Br. J. Nutr.*, 76, 287–294.
- Bernabucci U., Ronchi B., Lacetera N., Nardone A.: 1999. Metabolic status and milk production of Friesian cows during spring and summer periods, *Proceeding of the ASPA Congress Recent Progress in Animal Production Science, Piacenza (Italy) 21–24 Jun 1999*, 1, 452–454.
- Bettini T.M., Masina P.: 1972. Proteins and protein polymorphism in cow's milk. *Prod. Anim.*, 11, 2, 107–126.
- Bhuiya T.K., Das C., Choudhuri G., Ghosh S.K., Sahoo A.K.: 1993. Genetic studies on some milk constituent traits in the Browns Swiss-Hariana crossbred cows. *Indian J. Anim. Health.*, 32, 2, 105–108.
- Bielak F., Wawrzyńczak S., Kraszewski J., Wawrzyński M., Kozłowski J.: 1993. Dodatek sypkiego tłuszczu paszowego Erafet w dawce pokarmowej dla krów a wydajność i skład mleka oraz wybrane składniki krwi. *Rocz. Nauk. Zoot.* 20, 2, 171–181.

- Bielak F., Wawrzyńczak S., Kraszewski J., Strządała B.: 1994. Efektywność stosowania dodatku tłuszczu paszowego w dawce pokarmowej dla krów rasy czerwono-białej. *Rocz. Nauk Zoot.*, 21, 1–2, 145–155.
- Bitman J., Wood D.L., Miller R.H., Wilk J.C., Moore E.D.: 1995. Comparison of lipid composition of milk from half-Danish Jersey cows and United States Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 78, 3, 655–658.
- Błasińska I.: 1992. Wykorzystanie tłuszczu mlecznego o zredukowanej zawartości cholesterolu w mleku płynnym. *Biul. Inf. Przem. Konc. Spoż.* 1, 23–27.
- Brisson G.J.: 1986. Dietary fat and human health. *Rec. Adv. Anim. Nutr.*, 3–23.
- Bronicki M., Dembiński Z.: 1993. Wpływ zaburzeń przemiany tłuszczowej w okresie okołoporodowym na płodność krów. *Med. Wet.*, 49, 562–564.
- Bronicki M., Dembiński Z.: 1994. Badanie aktywności enzymów wątrobowych u krów mlecznych w powiązaniu z wybranymi wskaźnikami gospodarki lipidowej. *Med. Weter.* 50,(6), 268–271.
- Bronicki M., Dembiński Z.: 1995. Wpływ zaburzeń przemiany tłuszczowej u krów w okresie okołoporodowym na czynność jajników określoną poziomem progesteronu we krwi. *Med. Wet.*, 51, 604–606.
- Bronicki M., Dembiński Z.: 1997. Prognostic significance of lipid determination in the blood for postpartum fertility evolution in cows. *Biul. Vet. Inst. Puławy*, 41, 103–108.
- Brzóska F.: 1998. Modyfikowanie składu tłuszczu mlecznego krów do potrzeb diety człowieka. *Biul. Inf. IZ*, XXXVI, 4, 45–56.
- Brzóska F., Gąsior R., Sala K.: 1998. Modyfikowanie cech dietetycznych tłuszczu mlecznego krów solami wapniowymi kwasów tłuszczowych oleju lnianego. *XX Konf. Nauk.: Rośliny oleiste*, Poznań, 24–25.03.1998, Streszczenia, 40–41.
- Brzóska F., Gąsior R., Sala K., Zyzak W.: 1999a. Wpływ soli wapniowych kwasów tłuszczowych na wydajność i składniki mleka krów. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 26, 3, 143–157.
- Brzóska F., Gąsior R., Sala K., Zyzak W.: 1999b. Effect of linseed oil fatty acid calcium salts and vitamin E on milk yield and composition. *J. Anim. Feed Sci.* 8, 3, 367–378.
- Brzóska F., Sala K.: 2001. Milk cholesterol levels in relation to calcium soap and copper content in diets for dairy cows. *J. Anim. Feed Sci.* 10, Supplement 2, 71–76.
- Bulla J., Antal J., Strapak P., Bullova M., Debreceni O., Chrenek P., Vavrisinova K., Uzakova M.: 1999. The influence of top-crossing effect on meat performance and some metabolic parameters of the Slovak Spotted cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry* 15, 19–24.
- Burkitt D.P., Walker A.R., Pointer N.S.: 1974. Dietary fiber and disease. *J. Amer. Med. Ass.*, 229, 1068–1074.
- Calamari L., Maianti M.G., Amendola F., Lombardi G.: 1999. On some aspects of the oxidative status and on antioxidants in blood of dairy cows during summer. *Proceeding of the ASPA Congress Recent Progress in Animal Production Science*, Piacenza (Italy) 21–24 Jun 1999, 1, 449–451.

- Ceballos A., Gomez P.M., Velez M.L., Villa N.A., Lopez L.F.: 2002. Variations of the biochemical indicators of energy balance according to the productive status in dairy cow from dairy herds in Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15, 1, 13–25.
- Cengiz F.: 2000. Studies on some plasma values before and after calving in cows. *Veteriner Fakultesi Dergisi, Uludag Universitesi*. 19, 1–2, 63–66.
- Cerutti G., Machado M.A., Ribolzi L.: 1993. The distribution of cholesterol in milk and milk products. *Latte.*, 18, 11, 1102–1108.
- Chan S.H., Gray J.I., Goma E.A., Harte B.R., Kelly P.M., Buckley D.J.: 1993. Cholesterol oxidation in whole milk powders as influenced by processing and packaging. *Food Chem.*, 47, 4, 321–328.
- Chladek G., Machal L., Hibner A., Nowakowski P.: 2001. The relationship between blood plasma cholesterol and milk yield in holstein cows. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 429, 7–15.
- Čitek J., Řchout V., Košvanec K., Hajič F., Šoch M.: 1997. Obsah cholesterolu v mléce dojnic v závislosti na vybraných faktorech. *Sbornik jihočeske univerzity zemědělske fakulty v Českých Budějovicích*, 1, XIV, 53–58.
- Cole N.A., Brown M.A., Phillips W.A.: 2001. Genetic x environment interactions on blood constituents of Angus, Brahman and reciprocal-cross cows and calves grazing common bermudagrass or endophyte-infected tall fescue. *J. Anim. Sci.* 79, 5, 1151–1161.
- Dalgleish D.G.: 1993. Bovine milk protein properties and the manufacturing quality of milk. *Livest. Prod. Sci.*, 35, 1–2, 75–93.
- Delbecchi L., Ahnadi C.E., Kennelly J.J., Lacasse P.: 2001. Milk fatty acid composition and mammary lipid metabolism in Holstein cows fed protected or unprotected canola seeds. *J. Dairy Sci.*, 84, 6, 1375–1381.
- Demeterova M., Vajda V.: 2000. Effect of NaOH treated grain supplement on some indicators of intermediary metabolism, acid-base balance, and milk composition in dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 45, 1, 25–31.
- Demigne C., Morand C., Levrat M.A., Besson C., Mundras C., Remesy C.: 1994. Effect of propionate on fatty acid and cholesterol synthesis and on acetate metabolism in isolated rat hepatocytes. *Br. J. Nutr.*, 74, 209–219.
- Dorynek Z.: 1983. Kształowanie się niektórych składników fizjologicznych we krwi cieląt w zależności od ich wieku i żywienia cieląt. *Rocz. AR Poznań, Rozprawy Naukowe*, z. 130, ss. 50.
- Edfors-Lilja I., Gahne B., Lundstrom K., Darelius K., Edqvist L. E.: 1978. Repeatability and genetic variation of cholesterol concentration in bovine blood plasma. Correlation with growth rate, carcass quality and milk production. *J. Agric. Res.*, 8, 2, 113–122.
- El-Hafeez H.M.A., Tawfik S.S., Kandeil M.A., Sayed A.N.: 2002. The effect of protected fat on milk yield and composition, digestibility, and some biochemical parameters in low producing cows. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 46, 92, 84–106.

- El-Masry K.A., Marai I.F.M.: 1991. Comparison between Friesians and water buffaloes in growth rate, milk production and some blood constituents, during winter and summer conditions of Egypt. *Anim. Production*, 53, 1, 39–43.
- Ernstrom C.A.: 1990. Cholesterol- reduced milk fat. *Proceedings of the XXIII International Dairy Congress, Montreal, 8–12 October 1990, vol. 3, 1994–1997.*
- Fahey J., Mee J.F., Murphy J.J., O'Callaghan D.: 2002. Effects of calcium salts of fatty acids and calcium salt of methionine hydroxy analogue on plasma prostaglandin F<sub>2</sub>-alpha metabolite and milk fatty acid profiles in late lactation Holstein-Friesian cows. *Theriogenology* 58, 8, 1471–1482.
- Feliński L., Klata., Orowicz W., Przytulska B., Zakrzewska H.: 1974. Rola przedzoładków w przemianach składników energetycznych u przeżuwaczy. *Zesz. Nauk. AR Szczec.*, 44, 71–85.
- Floriańczyk B., Pasternak K.: 1994. Lipoproteiny osocza krwi – udział w patogenezie miażdżycy. *Wszechświat*, 95, 218–223.
- Floryszczak P.: 2000. Wpływ dodatku Aminoteku do dawki PMR na skład kwasów tłuszczowych, tłuszczu mleka i wskaźniki biochemiczne krwi krów. *Proc. 8 Int Conf. "Current problems of breeding, health, growth and production of cattle" Ceske Budejovice, 2000, 126–127.*
- Gandecka E., Jendrysiak-Lipietta G., Kozubowski M.: 2004. Informacja o wynikach prac hodowlanych nad doskonaleniem pogłowia bydła w 2003 roku na terenie Dolnego Śląska. 22.
- Gerhardt A.L., Gallo N.B.: 1998. Full-fat rice bran and oat bran similarly reduce hypercholesterolemia in humans. *J. Nutr.*, 128, 865–869.
- Goswami S.C., Yadav S.B.S., Sharma Y.P., Kachwaha R.N., Choudhary B.R.: 2000. Climatic factors affecting plasma cholesterol and levels of crossbred dairy bulls during different seasons. *Int. J. Anim. Sci.* 15, 2, 153–155.
- Grega T., Sady M., Farot A.: 2000. Milk fat quality of Simmental breed cows. *Biotechnol. in Anim. Husbandry*, 16, 1–2, 49–53.
- Grzegorzak B., Koziorowska S., Koprowski J.: 1970. Zachowanie się lipidów całkowitych w surowicy krwi u krów rasy ncb w rocznym cyklu produkcyjnym. *Med. Wet.* 26, 630–632.
- Gueorguieva T.M., Gueorguiev I.P.: 1997. Serum cholesterol concentration around parturition and in early lactation in dairy cow. *Rev. Med. Vet.*, 148, 3, 241–244.
- Hammon H.M., Blum J.W.: 1998. Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or only milk replacer. *J. Nutr. (USA)*, 128 (3), 624–632.
- Hanczakowski P.: 1998 a. Wpływ węglowodanów zawartych w pożywieniu na poziom cholesterolu we krwi. *Biul. Inf. Inst. Zoot.*, 36, 4, 29–34.
- Hanczakowski P.: 1998 b. Wpływ rodzaju spożytego białka na zawartość cholesterolu we krwi. *Post. Nauk Rol.* 45/50, 1, 91–98.
- Hanczakowski P.: 1999. Wpływ różnych rodzajów włókna zawartego w pożywieniu na zawartość cholesterolu w organizmie. *Biul Infor. IZ*, 2, 5–10.

- Hariharan K., Soma K., Rao S.V., Kurien S.: 1995. Effect of supplementation of milk fat with peanut oil on blood lipids and lipoproteins in infants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 46, 4, 309–317.
- Herd T.H.: 1988a. Fatty liver in dairy cows. *Food Anim. Practice*, 4, 2, 269–287.
- Herd T.H.: 1988b. Fuel homeostasis in the ruminant. *Food Anim. Practice*, 4, 2, 213–231.
- Hicks V., Chen S.C., Tepper S.A., Kritchevsky D.: 1995. The cholesterol-lowering effect of oat bran cereals in rats: influence of processing. *J.Nutr. Biochem.*, 6, 246–249.
- Holtenius P., 1989: Plasma lipids in normal cows around partus and in cows with metabolic disorders with and without fatty liver. *Acta Vet. Scandinavica*, 30, 4, 441–445.
- Homer D.R., Virtanen A.J.: 1967. Cow's milk cholesterol-studies on the milk cows on normal and protein-free-feeds. *Milchwiss.*, 21, 1, 54–58.
- Huber W., Martinez de la Ossa E., 1995. Cholesterol reduction and milk fat fractionation, ZFL, *Internationale Zeitschrift für Lebensmittel Technik, Marketing, Verpackung und Analytik*, 46, 3, 36–39.
- Jaakson H., Ling K.: 2001. Effect of freezing on the serum cholesterol, triglycerides and free fatty acids concentrations in Estonian Holstein breed cows, *Transactions of the Estonian Academic Agricultural Society*, 14, 53–56.
- Jensen, R.G., Ferris A.M., Lammi-Keefe C.J.: 1991. The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 74, 3228–3243.
- Jurczak M.E.: 1996. Mleko – produkcja, badanie, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Juszczak J., Tomaszewski A., Adamczyk J., Chudoba K., 1993. Wydajność i skład mleka od krów czarno-białych doskonałych rasą holsztyńsko-fryzyjską. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 32, 17–26.
- Kappel L.C., Ingraham R.H., Morgan E.B., Zeringue L., Wilson D., Babcock D.K.: 1984. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. *J. Vet. Res.*, 45, 2607–2612.
- Kececi T., Keskin E.: 2001. Some blood parameters in bulls administered vitamin C at different environmental temperatures. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 17, 1, 115–119.
- Kishimoto Y., Wakabayashi S., Takeda H.: 1995. Hypocholesterolemic effect of dietary fibre : relation to intestinal fermentation and bile acid excretion. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 41, 151–161.
- Kisza J., Staniewski B., Juśkiewicz M.: 1994. Determination of cholesterol in milk fat by gas chromatography (GC). *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 3/44, 2, 75–81.
- Kokot F.: 1991. Choroby wewnętrzne. PZWL, Warszawa.
- Krzymowski T.: 1998. Fizjologia zwierząt, PWRiL, Warszawa.
- Krzyżewski J., Strzałkowska N., Jóźwik A., Bagnicka E., Ryniewicz Z., Dobrowolska D., Lach H., Pilawski J.: 2003. Effect of nutrition and season on cholesterol level in milk of holstein-friesian cows. XXXII Conference. Animal nutrition and safe food production, 16–17 September 2003, Lublin, Poland. *Annals-of-Animal-Science*. 2003, 3, Supplement 2, 45–49.

- Kulczycki J., Lesiak M., Polkowski K.: 1985. Effect of subtoxic doses of aflatoxines fed to cows on serum and milk composition . Bull. Vet. Inst., 28–29, 1–4, 143–151.
- Kumar B., Pachauri S.P.: 2001. Plasma lipids and cholesterol profiles of dairy cattle for monitoring herd health status in the central Himalayas. Vet.-Rec., 148, 26, 816–817.
- Lammoglia M.A., Bellows R.A., Grings E.E., Bergman J.W., Bellows S.E., Short R.E., Hallford D.M., Randel R.D.: 2000. Effects of dietary fat and sire breed on puberty, weight, and reproductive traits of F-1 beef heifers. J. Anim. Sci., 78, 9, 2244–2252.
- Leimann E.N.: 2001. Metabolic reactions of dairy bulls to starvation. Untersuchungen zu Stoffwechselreaktionen beim hungerbelasteten Milchrindbullen 124.
- Leśniak W., Poremska Z.: 1993. Budowa i funkcja błony komórkowej. Polskie Towarzystwo Biochemiczne, Warszawa.
- Lynch J.M., Barbano D.M., Bauman D.E., Hartnell G.F., Nemeth M.A.: 1992. Effect of a prolonged-release formulation of N-methionyl bovine somatotropin (Sometribove) on milk fat. J. Dairy Sci., 75, 1794–1809.
- Malinowska A., Daszyńska F.: 1970. Poziom cukru, ciał ketonowych oraz cholesterolu i jego frakcji we krwi bydła w różnych warunkach hodowlanych. Med. Wet., 27, 433–435.
- Marai I.F.M., Daader A.H., Abdel-Samee A.M., Ibrahim H., El-Gaafary M.N., Tawfeek M.I., El-Rajim M.I.: 1997. Winter and summer effects and their amelioration on lactating Friesian and Holstein cows maintained under Egyptian conditions. International conference on animal, poultry, rabbit production and health, Egyptian International Centre for Agriculture, Dokki, Cairo, Egypt, 2–4 September, 1997, 305–312.
- Markusfeld O., Nahari N., Adler H.: 1988. Traits associated with the „fat cow syndrome” in dairy cattle. A combined clinical, epidemiological and biochemical study of a multifactorial disease syndrome. J. Vet. Med. 44, 3, 176–182.
- Maza C.C., Dizon C.M.: 1971. A preliminary study on the serum calcium, inorganic phosphorus and cholesterol levels of cattle and carabaos sloughered at the National Abattoir. Philippine J. Anim. Industry, 28, 1–4, 51–56.
- Michajlik A., Sznajderman M.: 1986. Lipidy i lipoproteiny osocza. PZWL, Warszawa.
- Nak D., 1999: Studies on diagnostic methods of subclinical mastitis in cows. Veteriner-Fakultesi-Dergisi,-Uludag-Universitesi., 18, 3, 15–27.
- Nath B.S., Murthy M.K.R.: 1995. Does milk fat cause atherosclerosis ?. Indian J. Dairy and Biosciences, 6, 73–77.
- Nazifi S., Saeb M., Rowghani E.: 2003. Determination of serum lipoproteins in clinically healthy Irianian crossbred cattle by agarose gel electrophoresis. J. Appl. Anim. Research. 23, 1, 59–64.
- Ney D.M.: 1991. Potential of enhancing the nutritional properties of milk fat. J.Dairy Sci., 74, 4002–4012.
- Norman H.D., Van Vleck L.D.: 1972. Variation in type traits due to sires, herds and years. J. Dairy Sci., 55, 1717–1725.

- O'Kelly J.C.: 1968. Comparative studies of lipid metabolism in Zebu and British cattle in a tropical environment. II. Blood lipid levels of cattle of different diet. *Aust. J. Biol. Sci.* 21, 1025–1032.
- Offer N.W., Speake B.K., Dixon J., Marsden M.: 2001. Effect of fish-oil supplementation on levels of (n-3) poly-unsaturated fatty acids in the lipoprotein fractions of bovine plasma. *J. Anim. Sci.*, 73, 3, 523–531.
- Oktaba W.: 1976. *Elementy matematyki statystycznej i metodyka doświadczalnictwa*. Wyd. IV, PWN, Warszawa.
- Oprządek J., Dymnicki E., Oprządek A.: 2000. Wpływ żywienia na poziom niektórych wskaźników biochemicznych krwi buhajków rasy fryzyjskiej. *Med. Wet.* 56 (5), 316–319.
- Oprządek J., Oprządek A., Dymnicki E., Reklewski Z.: 2002. Wpływ żywienia i głodówki na poziom wybranych wskaźników fizjologicznych we krwi jałówek. *Med. Wet.* 58 (8), 62–627.
- Orowicz W.: 2001. *Dynamika przemiany lipidowej i mineralnej w ontogenezie bydła*. Praca habilitacyjna, Szczecin 2001.
- Otto F., Vilela F., Harun M., Taylor G., Baggasse P., Bogin E.: 2000. Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. *Israel J. Vet. Med.*, 55, 3, 95–102.
- Pabst K., Walte G.: 1992. Variation of cholesterol content in milk. 43 Annual Meeting of the EAAP, 14-17 September 1992 in Madrid.
- Palo R., Filippo C., Princigalli D., Campanile G., Zicarelli L., Borghese A., Failla S., Barile V.L.: 1997. Effect of dietary supplementation with cryo-crystallized fatty acids on milk production and metabolic profile in buffalo cows. *Proceedings 5th World Buffalo Congress, Royal Palace, Caserta, Italy, 13–16 October, 1997*, 372–377.
- Paura L., Jonkus D., Kairisa D.: 2003. Research on interconnections between fat content and cholesterol level in cows' milk. *Information Technologies. Dep. of Control Systems Agronomijas Vestis (Latvia). Proceedings in Agronomy*, 5, 232–235.
- Petit H.V., Dewhurst R.J., Proulx J.G., Khalid M., Haresign W., Twagiramungu H.: 2001. Milk production, milk composition and reproductive function of dairy cows fed different fats. *Canadian J. Anim. Sci.*, 81, 2, 263–271.
- Pieszka M., Brzóska F.: 2001. Effect of protected rapeseed or soybean meal supplementation on milk yield and physico-chemical composition in cows fed grass silage. *Ann. Anim. Sci.*, 1, 2, 75–87.
- Polat U., Cetin M.: 2001. The changes in some biochemical blood parameters during various lactation stages and dry period in dairy cows. *Veteriner Fakultesi Dergisi, Uludag Universitesi*, 19, 1–2, 33–39.
- Prasad R., Pandita N.N.: 1990. Cholesterol content of milk and its fractionation during processing. *Indian J. Dairy Sci.*, 43, 2, 190–193.
- Precht D.: 2001. Cholesterol content in European bovine milk fats. *Nahrung*. 45, 1, 2–8.
- Pruthi T.D., Bindal M.P.: 1996. Effect of exotic inheritance on cholesterol content and fatty acid make up of cows' milk. *Indian J. Dairy Sci.*, 49, 8, 481–488.

- Pyska H.: 1984. Zmiany poziomu cholesterolu we krwi krów w aspekcie genetycznym i fizjologicznym. *Post. Nauk Rol.* 5, 25–29.
- Rakesh K., Sharma I.J., Quadri M.A., Rao M.L.V., Kumar R.: 2001. Status of metabolic profiles during anorexia and sub-clinical ketosis of bovines. *Indian J. Anim. Sci.* 71, 11, 1025–1028.
- Reklewski Z.: 2000. Doskonalenie walorów prozdrowotnych mleka – wpływ żywienia na jakość tłuszczu i poziom cholesterolu. *PTZ, Zesz. Nauk.*, 51, 27–39.
- Rossato W., Gonzalez F.H.D., Dias M.M., Ricco D., Valle S.F., Rosa V.L., Conceicao T., Duarte F., Wald V.: 2001. Number of lactations affects metabolic profile of dairy cows. *Arch. Vet. Sci.*, 6, 2, 83–88.
- Roy N., Ghorui P.: 2000. Spontaneous ketosis in cattle and its therapy. *Indian J. Anim. Health.* 39, 2, 47–50.
- Ruegg P.L., Goodger W.J., Holmeberg Ch.A., Weaver L.D., Huffman E.M.: 1992. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.*, 53, 1, 5–9.
- Sasaki O., Yamamoto N., Togashi K., Minezawa M.: 2002. Plasma metabolites concentrations in calves until 90 days of age for estimating genetic ability for milk production traits. *Asian Australasian J. Anim. Sci.*, 15, 12, 1813–1821.
- Schroeder G.F., Gagliostro G.A., Becu Villalobos D., Lacau Mengido I.: 2002. Supplementation with partially hydrogenated oil in grazing dairy cow in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 85, 3, 580–594.
- Selvaraju S., Rajasundaram R.C.: 2001. Effect of GnRH and eCG on serum total cholesterol (STC) profile in norgestomet primed post partum anoestrus cows. *Indian Vet. J.*, 78, 4, 313–315.
- Sharma K.C., Varindra., Sudarshan-Singh., Singh-S.: 1996. Day to day variations in total cholesterol and some other components of milk cow and buffalo during summer. *Indian J. Dairy Sci.*, 49, 8, 472–476.
- Sharma M., Bisoi P.C., Mohanty B.P.: 1998. Serum constituents of indigenous and crossbred cattle. *Indian J. Anim. Sci.*, 68, 5, 474–475.
- Sidowski W., Kwiatkowski T.: 1993. Studies on liver metabolism in cows fed feeds with imbalanced mineral composition. *Arch. Veterinarium Polonicum*, 33, 3-4, 147–155.
- Singh A.S., Singh P., Pathak N.N.: 2002. Influence of grainless ration on nutrient intake and blood constituents in ruminant. *Indian J. Anim. Sci.*, 72, 9, 785–788.
- Sirtori C.R., Pazzucconi F., Colombo L., Battistin P., Bondioli A., Descheemaeker K.: 1999. Double-blind study of the addition of high-protein soya milk, cows' milk to the diet of patients with severe hypercholesterolaemia and resistance to or intolerance of statins. *Brit. J. Nutr.* 82, 2, 91–96.
- Skrzypek R.: 1990. Wpływ wieku i sezonu wycielenia na wartość niektórych wskaźników biochemicznych u krów rasy czarno-białej. *Rocz. AR Poz.*, 220, 99–111.
- Skrzypek R.: 1993. Wpływ sezonu urodzenia, płci i urodzeń bliźniaczych na wskaźniki biochemiczne u cieląt. *Rocz. AR Pozn.*, 246, 91–99.



- Sokol J., Reichel P., Vrzgula L.: 1988. Diagnosis of hepatic steatosis in dairy cows by means of the metabolic profile test. *Biologizace a Chemizace Živocisne Vyroby Veterinaria* 24, 6, 531–538.
- Son J., Grant R.J., Larson L.L.: 1996. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 79, 5, 822–830.
- Sonawane N.S., Talvelkar B.A., Nagvekar A.S., Bharucha S.V., Deshmukh B.T.: 2002. Effect of recombinant bovine somatotropin on the blood lipid profile in lactating crossbred cows. *Indian J. Anim. Sci.*, 72, 4, 306–308.
- Staniewski B., Kiswa J., Juśkiewicz M.: 1995. Relationship between fatty acid composition and reduction of cholesterol in milk fat upon dry crystallization. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 4/45, 3, 43–52.
- Šterna V., Jemeljanovs A.: 2003. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Latvian cows. ISSN 1392-2130, *Veterinarija ir zootehnika*, 22 (44), 95–98.
- Strzetelski J., Ryś R., Stasiniewicz T., Lipiarska K., Stankiewicz B., 1993. Wpływ stosowania ogrzewanych nasion rzepaku w mieszankach treściwych dla krów na efekty produkcyjne, skład tłuszczu mleka i fermentację w żwaczu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 20, 107–121.
- Taylor R.L., Pahnish O.F., Roubicek C.B. Hale W.H.: 1966. Plasma cholesterol concentration in unsupplemented range cattle. *J. Anim. Sci.*, 25, 4, 1035–1039.
- Thompson F.E., Dennison B.A.: 1994. Dietary sources of fats and cholesterol in US children aged 2 through 5 years. *American J. Public Health*, 84, 5, 799–806.
- Tomaszewski A., Juszcak J.: 1991. Kształtowanie się składu mleka krów rasy czb i cb oraz mieszańców z rasą holsztyńsko-fryzyską i ayrshire. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 225, 57–67.
- Tomaszewski A., Hibner A., Chudoba K.: 1993. Zależność między wydajnością mleka skorygowanego na zawartość suchej masy beztłuszczowej (SCM) a FCM u krów ras nizinnych i ich mieszańców z bydłem ras mlecznych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 32, 27–33.
- Tomaszewski A., Hibner A., Chudoba K.: 2000. The effect of genotype, lactation number, age and season of feeding on cholesterol content in milk, of Black-and-White cows. 51st Annual Meeting of the EAAP, Haga, 6, 262.
- Tomaszewski A., Hibner A.: 2001. Zawartość cholesterolu w mleku krów rasy czarno-białej, *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 429, 155–161.
- Tomaszewski A., Zachwieja A., Bohdanowicz-Zazula M.: 2003. Cholesterol content in the blood serum of Black and White breed cows with different share of Holstein-Friesian genes. 54th Annual Meeting of the EAAP, 31 August – 3 September 2003, Rome (Italy), 9, 279.
- Tomaszewski I.I., Woźniak K.: 1987. Apolipoproteiny i przemiana lipoprotein. *Prz. Lek.*, 6, 490–494.
- Tumbleson M.E., Hutcheson D.P.: 1971. Age related serum cholesterol, glucose, and total bilirubin concentrations of female dairy cattle. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 138, 3, 1083–1085.

- Turk R., Juretic D., Geres D., Turk N., Rekić B., Svetina A.: 2003. Serum paraoxonase activity in pregnant dairy cows. Proceedings of the IV Central European Buiatrics Congress Zagreb Croatia. 23–27 April 2003, 400–405.
- Winnicka A.: 1997. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Wojciechowski Z.A.: 1986. Białkowe aktywatory biosyntezy i metabolizmu cholesterolu. Post. Bioch., 32, 59–78.
- Verma M.C., Prasad S.: 2000. Biochemical characteristics of semen of crossbred bull. Indian J. Vet. Reserch, 9, 1, 33–36.
- Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska A.: 1991. Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. PWN, Warszawa.
- Żuk B.: 1989. Biometria stosowana. PWN, Warszawa.

# PATTERNS OF MILK CHOLESTEROL CONTENT IN BLACK-AND-WHITE BREED COWS

## S u m m a r y

The aim of was to evaluate genetic and non-genetic effects on milk and blood cholesterol content in dairy cows in production environment.

Research data concerning 305-days lactation performances from 1995 cows of Black and White (cb) and hybrids of Black-and White and Holstein breed (cb x hf) were gathered. Effects of genotype, milk yield age, lactation number, calving season and feeding on milk and blood cholesterol were analyzed. Milk samples were collected between 7 and 10-th month of lactation – time of the maximum cholesterol concentration in milk, as previously stated by Tomaszewski and Hibner [2001] Blood samples from cows were collected at the same day as milk samples, just after the end of morning milking.

Performed research showed that animal genotype – as genetic factor, as well as age and lactation number, as non-genetic factors, were the most important effects feeding while season had minor influence on cholesterol. Cholesterol content was strictly related to the milk yield level of dairy cows.

Calculated genetic correlation between milk yield and cholesterol content was  $r_G=0,964$  ( $p\leq 0.01$ )

It was stated that the lower %-content of both fat and orotein in milk were related to higher cholesterol concentration. Genetic correlation between these traits were as follow:  $r_G=-0,759$  (fat and cholesterol) and  $r_G=-0,472$  (protein and cholesterol) at  $p\leq 0.01$ .

Heritability coefficient calculated for the milk cholesterol content was quite,  $h^2=0,50-0,59$ .

No statistically proven relation between milk and blood cholesterol concentration was found.

Intensification of milk production and increase of Holstein genes share in local cattle populations may be of concern for consumers due to the lowering health status of milk because of its higher cholesterol content, as shown in this research.