

Duszyńska-Stolarska Oliwia, Górecka Milena, Habel Angelika, Bogdzińska Maria. Czynniki kreujące poziom wybranych składników pokarmowych w mleku krów, mające wpływ na atrakcyjność dietetyczną = The factors which are create the level of selected nutrients in milk of Holestin Fresian cows that affect the attractiveness of the diet. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(6):258-266. ISSN 2391-8306. DOI [10.5281/zenodo.18563](https://doi.org/10.5281/zenodo.18563)

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%286%29%3A258-266>

<https://pbn.nauka.gov.pl/works/565928>

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.18563>

Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011 – 2014  
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.  
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 21.04.2015. Revised 28.05.2015. Accepted: 14.06.2015.

## Czynniki kreujące poziom wybranych składników pokarmowych w mleku krów, mające wpływ na atrakcyjność dietetyczną

### The factors which are create the level of selected nutrients in milk of Holestin Fresian cows that affect the attractiveness of the diet

Oliwia Duszyńska-Stolarska, Milena Górecka, Angelika Habel, Maria Bogdzińska<sup>1</sup>

Zakład Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w  
Bydgoszczy<sup>1</sup>

#### Streszczenie

Obecnie konsumenci poszukują mleka o wysokiej zawartości białka oraz niskim poziomie tłuszczu. Stworzenie takiego produktu stawia przed hodowcą nie lada wyzwanie. Opłacalna hodowla jest również związana z wysoką wydajnością mleczną. Jednakże pozyskanie znacznych ilości mleka o wysokiej jakości jest celem trudnym w realizacji. Badania dowodzą iż czynniki środowiskowe takiej jak system utrzymania, żywienie czy kolejna laktacja mogą w znacznym stopniu wpływać na ilość oraz jakość pozyskiwanego mleka. W przypadku odpowiedniego żywienia mleko może być wzbogacone o substancje korzystne dla zdrowia. Wraz z rozwojem nauki możliwości oceny zwierząt pod względem ich produktywności również rosną. Cechy związane z mlecznością są uwarunkowane genetycznie. Badania nad polimorfizmem określonych genów pozwala na określenie tych genotypów które warunkują najkorzystniejszą wartość cechy.

**Słowa kluczowe:** wydajność mleczna, składniki odżywcze, czynniki środowiskowe, polimorfizm genów, krowy rasy Holsztyńsko-Fryzyskiej.

#### Summary

Currently, consumers are looking for milk with a high protein content and a low level of fat. The creation of such a product is great challenge for a breeder. Profitable animal

husbandry is also associated with high milk yield. However, obtaining significant quantities of high quality milk is a difficult goal to achieve. Research shows that environmental factors such as system maintenance, nutrition or another lactation can significantly affect the quantity and quality of the acquired milk. In the case of adequate nutrition milk it may be enriched with substances beneficial to health. With the development of science the possibility to assess the animals for their productivity also increase. Features associated with milk production are genetically determined. Research on polymorphism of certain genes allows for identification of those genotypes that determine the most favorable value characteristics.

**Key words : milk yield, nutrient, environmental factors, polymorphism of genes, Holestin-Fresian cow.**

## 1. Wstęp

Obecne trendy konsumenckie zmuszają hodowców bydła do nieustannych dążeń w kierunku pozyskiwania mleka o możliwie najwyższej jakości oraz pożądaney przydatności technologicznej. Ponadto prowadzone są również prace hodowlane nad uzyskaniem wysokiej wydajności mlecznej co w połączeniu z utrzymaniem jakości na najwyższym poziomie. Osiągnięcie tego efektu stanowi ogromne wyzwanie[1]. Popularność produktów mlecznych jest związana z ich walorami smakowymi, te natomiast są uzależnione od składu chemicznego mleka [2]. Obecne konsumenci poszukują mleka o obniżonej koncentracji tłuszczu przy wysokim udziale białka odwzorowując tym samym nowoczesne trendy dietetyczne. Wysoki nacisk na żywność o obniżonej zawartości tłuszczu zmusza hodowców do dużej elastyczności oraz poszukiwania metod pozwalających uzyskać surowiec odpowiadający obecnym wymogom rynkowym. Analiza czynników środowiskowych wpływających na wydajność mleczną, poziom białka oraz tłuszczu w mleku stanowią przedmiot licznych badań, natomiast wraz z rozwojem nauki możliwość charakterystyki zwierzęcia pod względem cech produkcyjnych ulega pogłębieniu. Cechy związane z mlecznością są również uwarunkowane genetycznie. Badania nad polimorfizmem określonych genów pozwalają na określenie tych genotypów które warunkują najkorzystniejszą wartość cechy.

## 2. Czynniki środowiskowe

### 2.1. System utrzymania

System utrzymania wpływa na ilość oraz na jakość pozyskiwanego mleka [3]. Wśród systemów utrzymania można wyróżnić wolnostanowiskowy (pastwiskowy) oraz alkierzowy. Wielu autorów wskazuje, iż system pastwiskowy wpływa korzystnie na ilość pozyskiwanego mleka. Krowy utrzymywane w tym systemie uzyskują wyższą wydajność mleczną w porównaniu do osobników utrzymywanych w systemie alkierzowym. Jednakże mleko pozyskane od osobników utrzymywanych na pastwiskach charakteryzuje się wyższą koncentracją tłuszczu oraz białka [4,5]. W literaturze obecne są również doniesienia informujące o korzystniejszym wpływie na mleczność utrzymania alkierzowego [6]. Badania Zimińskiego i Ćwikły [2006] [7] wskazują, iż pomimo wysokiej wydajności mlecznej mleko

krów utrzymywanych alkiezowo charakteryzowało się niższą koncentracją białka przy wysokim udziale tłuszczu. Osobniki utrzymywane pastwiskowo uzyskały niższą wydajność mleczną jednak mleko wykazywało korzystniejszy skład w postaci wyższej koncentracji białka. Porównanie obu systemów utrzymania nie daje jednoznacznej odpowiedzi który kreuje korzystne wartości cech produkcyjnych u bydła. Literatura jest bogata w doniesienia sprzeczne co utrudnia obiektywny osąd [8]. Czynnikiem decydującym przy wyborze systemu utrzymania powinien być również dobrostan zwierząt. Z punktu widzenia zwierzęcia korzystniejszy wydaje się system wolnowybiegowy. Badania wykazują, że wpływa on również pozytywnie na skład chemiczny mleka. Jest on również związany bezsprzecznie z obniżonymi kosztami ekonomicznymi co sprawia iż cieszy się rosnącą popularnością [7].

## 2.2. Żywienie

Żywienie zwierząt może w sposób znaczący wpłynąć na ilość oraz jakość komponentów pokarmowych w mleku [9-12]. Efekt maksymalnej wydajności połączonej z wysoką jakością mleka jest możliwy, gdy pasza pokrywa zarówno potrzeby bytowe jak i produkcyjne [13]. Ograniczanie udziału pasz treściwych na korzyść pasz objętościowych jest charakterystyczne dla gospodarstw ekologicznych. Niektóre badania wskazują, że krowy utrzymywane w takim systemie żywienia uzyskują niższą wydajność mleczną w zamian za wyższą wartość biologiczną mleka [14]. Na ową wartość wpływa poziom składników „bioaktywnych” czyli wpływających wielokierunkowo na organizm człowieka. Substancje te stymulują odpowiedź immunologiczną lub oddziałują na poziomie fizjologicznym. Produkty spożywcze zawierające składniki „bioaktywne” są cennym produktem poszukiwanym przez konsumentów. Wśród substancji bioaktywnych frakcji białkowej należy wymienić: immunoglobuliny, hormony, cytokiny, czynniki wzrostu, poliamidy, enzymy, nukleotydy. We frakcji tłuszczowej natomiast najistotniejszymi z punktu widzenia konsumenta są: jedno oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy rozpuszczone w tłuszczach, karotenoidy oraz fosfolipidy [15]. Wśród białek największy udział mają kazeiny następnie białka serwatkowe:  $\alpha$  laktoglobulina,  $\beta$  laktoglobulina, albuminy osocza oraz immunoglobuliny.

Badania Reklewska i Reklewski 2004 oraz Król i wsp. 2008 [16,17] wskazują, iż mleko krów żywionych pastwiskowo jest bogatsze w  $\alpha$  laktoglobuliny,  $\beta$  laktoglobuliny oraz laktoferyny niż w przypadku mleka pozyskanego od krów żywionych paszami konserwatywnymi. Ponadto badania wskazują, że mleko pozyskane z gospodarstw ekologicznych wykazuje wyższą zawartość lizozymu w porównaniu do mleka pozyskanego od krów utrzymywanych konwencjonalnie [18]. Żywienie pastwiskowe korzystnie wpływa na wzrost koncentracji białka ogólnego w mleku. Podobnie jak dieta bogata w rośliny motylkowe, które pozytywnie wpływają na zawartość białek kazeinowych w mleku [19].

Zawartość tłuszczu w mleku ulega znacznym wahaniom. Największą frakcją w obrębie tej grupy stanowią tracyloglicerole (95%), następnie diacyloglicerole (2%), fosfolipidy (1%) oraz cholesterol i wolne kwasy tłuszczowe (0,5%). Większość kwasów tłuszczowych należy do grupy nasyconych. Jednakże korzystniejszymi dla zdrowia człowieka są nienasycone kwasy tłuszczowe również obecne w mleku. W obrębie tej grupy należy wyróżnić kwasy tłuszczowe jednonienasycone (MUFA) oraz wielonienasycone (PUFA) [20]. Niewątpliwie działanie prozdrowotne wykazuje obecny w mleku kwas linolowy. Do najważniejszych prozdrowotnych funkcji kwasu CLA należą: działanie antynowotworowe, opóźnianie powstawania miażdżycy oraz cukrzycy, redukcję tkanki tłuszczowej, wpływ na mineralizację kości, wpływ na działanie bakteriostatyczne. Mleko stanowi źródło kwasu CLA. [21]. W stosunku do redukcji tkanki tłuszczowej badania Park i Pareza

2007[22]dowodły, iż kwas CLA hamuje lipazę lipoproteinową co wpływa na redukcję poziomu pobranego tłuszczu. Modyfikacji ulega również proces lipolizy. Pod wpływem kwasu CLA wzmożeniu ulega apoptozapreadipocytów oraz adipocytów [23]. Zastosowanie odpowiedniego żywienia może w znaczący sposób wzbogacić mleko w cenne kwasy tłuszczowe. Dowiedziono, iż szczególnie korzystnie na ich poziom wpływa zastosowanie świeżych zielonek. Badania wskazują, iż mleko krów utrzymywanych pastwiskowo wykazuje wyższą koncentrację kwasu linolowego niż w przypadku osobników żywionych konwencjonalnie. Przeprowadzone badania potwierdzają dodatnią zależność między udziałem zielonek w paszy oraz zawartością kwasu linolowego w mleku [24]. Analizy te potwierdzają doniesienia Ellis i wsp. 2006 [25] dowidzące, iż mleko pochodzące z gospodarstw ekologicznych zawiera ponad 60% kwasów wielonienasyconych w porównaniu z mlekiem otrzymanych od krów z gospodarstw konwencjonalnych. Wielu autorów potwierdza teorię mówiącą o tym iż wysoki udział pasz objętościowych istotnie wpływa na skład mleka zwiększając w nim udział korzystnych dla zdrowia kwasów tłuszczowych nienasyconych [26-29]. W literaturze można odnaleźć również badania klasyfikujące najkorzystniejszy skład florystycznego porostu pastwisk wpływających na profil kwasów tłuszczowych mleka. Steinshamn i Thuen 2008 [30]wykazują, iż pozytywny wpływ na koncentrację kwasów PUFA ma dieta bogata w koniczynę czerwoną oraz białą w połączeniu z trawami. Odwrotny efekt otrzymano skarmiając krowy kiszonkami z kukurydzy. Spowodowało bowiem wzrost zawartości kwasów nasyconych w mleku [31].

Niewątpliwie korzystny wpływ dla zdrowia człowieka mają witaminy. W mleku występują witaminy A, D i E [32]. Odpowiednie żywienie krów może modulować ilość witamin w mleku. Żywienie pastwiskowe korzystnie wpływa na zawartość witaminy D, A oraz E [16]. Kuczyńska 2011 [24]w swych badaniach potwierdza wyższą zawartość witamin E oraz D<sub>3</sub> w mleku krów utrzymywanych pastwiskowo w porównaniu z mlekiem krów z gospodarstw konwencjonalnych. Zielone pasze objętościowe są źródłem witamin dodatkowo ekspozycja zwierząt na słońce wpływa korzystnie na syntezę witaminy D. Korzystny wpływ żywienia pastwiskowego potwierdzają liczne badania [20,26]. Pozytywny udział w kreowaniu wysokich zawartości antyoksydantów oraz korzystny skład kwasów tłuszczowych ma dodatek marchwi w diecie [33].

Mleko jest również bogatym źródłem makroelementów: magnezu, wapnia, fosforu. Dlatego zaleca się je spożywać osobom z niedoborami tych pierwiastków. Ponadto w mleku obecne są mikroelementy : selen, jod, cynk, miedź oraz żelazo. Badania Barłowskiej 2007 [34]dowodły, iż utrzymanie pastwiskowe sprzyja wzrostowi zawartości : wapnia, magnezu, miedzi, potasu w mleku. Jednakże w literaturze obecne są również doniesienia mówiące o wyższym udziale wapnia, magnezu oraz potasu w mleku krów utrzymywanych intensywnie w porównaniu z mlekiem krów z gospodarstw ekstensywnych. Rozbieżności te wynikają z faktu dodawania do paszy treściwej mieszanki mineralno-witaminowej krowom ze stada konwencjonalnego [32].

### 2.3.Kolejna laktacja

Poziom wydajności mlecznej oraz jakość pozyskiwanego mleka jest również zależna od kolejno następujących po sobie laktacjach (I, II, III). Kolejne laktacje są związane ze wzrostem wydajności dobowej mleka. Wzrost wydajności mlecznej obserwuje się do III laktacji następnie wraz z IV laktacją wydajność mleczna spada. Koncentracja składników pokarmowych w mleku również ulega wahaniom w kolejnych laktacjach. Najniższy poziom białka i tłuszczu jest widoczny w mleku krów pierwszej laktacji. W kolejnych laktacjach poziom tych składników w mleku wzrasta [35].

### 3. Czynniki genetyczne

Wydajność mleczna oraz poziom składników pokarmowych w mleku należą do cech ilościowych. Mechanizm dziedziczenia tych cech jest zdecydowanie bardziej skomplikowany niż w przypadku cech jakościowych. Na kształtowanie owych cech wpływa nie tylko genotyp zwierzęcia ale również warunki środowiskowe. Ponadto większość cech ilościowych ma charakter poligenowy, na daną cechę może wpływać kilka genów. Wartość fenotypowa tej cechy jest pochodną efektu kilku genów. Komplikacja wynika również z faktu, iż liczba poligenów wpływających na daną cechę nie jest znana natomiast w obrębie każdego z nich można wyróżnić allele. Pomiędzy nimi zachodzi dziedziczenie pośrednie, w którym jeden zwiększa wartość cechy, drugi jest neutralny [36]. Poszukiwanie genów odpowiedzialnych za kształtowanie wysokiego poziomu cech gospodarczych stanowi przedmiot licznych badań. Określenie korzystnych genotypów w obrębie stada pozwala na selekcję tych zwierząt które wykazują najkorzystniejsze cechy.

Proces laktogenezy jest kontrolowany przez szereg hormonów. Na szczególną uwagę zasługują elementy osi somatotropowej. Głównym elementem tej osi jest hormon wzrostu, który zwiększając transport substancji odżywczych do komórek gruczołu mlekowego pośrednio wpływa na jego pracę. Wydzielanie somatotropiny jest skorelowane z aktywnością przysadkowego czynnika transkrypcyjnego PIT-1, będącego kolejnym ogniwem osi somatotropowej. Natomiast hormon wzrostu wzmacnia aktywność insulinowego czynnika wzrostu IGF-1 wpływającego bezpośrednio na wydajność mleczną [36]. Ekspresja genów poszczególnych elementów osi somatotropowej bierze udział w kształtowaniu wydajności mlecznej oraz składu chemicznego mleka [37].

#### 3.1. Gen hormonu wzrostu

Hormon wzrostu należy do najczęściej badanych genów pod kątem wydajności mlecznej krów [36]. Liczne badania potwierdziły, iż polimorfizm w genie hormonu wzrostu wpływa na ilość oraz jakość pozyskiwanego mleka. Badania przeprowadzone nad polimorfizmem w 329 parze zasad potwierdzają korzystny wpływ allelu *A* na wydajność mleczną. Osobniki o genotypie *AA* charakteryzowały się najwyższą wydajnością mleczną oraz najniższym udziałem tłuszczu w mleku. Mleko pozyskane od homozygot *AA* w pierwszej oraz trzeciej laktacji wykazywało wysoki procentowy udział białka [38]. Jednakże najnowsze badania wskazują iż homozygota *BB* stanowi najcenniejszy wariant genetyczny pod względem wydajności mlecznej [39]. W przypadku polimorfizmu w 282 parze zasad badania Krasnopiorova i wsp. 2012 [40] również wskazują homozygotę *BB* jako najkorzystniejszy wariant genetyczny w odniesieniu do wydajności mlecznej. Osobniki o tej konformacji genetycznej charakteryzują się ponadto najniższym poziomem tłuszczu w mleku. Pozytywny wpływ allelu *B* na wydajność mleczną potwierdzają wcześniejsze badania [38].

#### 3.2. Gen czynnika transkrypcyjnego PIT-1

Czynnik transkrypcyjny PIT-1 wykazuje wysokie powinowactwo do receptorów hormonu wzrostu wpływając na aktywację ekspresji genu hormonu wzrostu istotnego w procesie laktogenezy. Badania nad polimorfizmem w 451 parze zasad wskazują, iż najwyższą wydajnością mleczną charakteryzują się homozygoty *AA* [41,42]. Jednakże nie wszystkie rozprawy naukowe jednoznacznie potwierdzają, korzystny wpływ genotypu *AA* na

cechy mleczości. Badania Edriss i wsp. 2009. dowodzą, iż osobniki heterozygotyczne charakteryzują się najwyższą wydajnością mleczną. W przypadku polimorfizmu zlokalizowanego w 260 parze zasad badania dowiodą, iż najkorzystniejszym wariantem genetycznym pod względem wydajności mlecznej są homozygoty AA. Osobniki te charakteryzowały się również najwyższym udziałem tłuszczu w mleku [44].

### 3.3. Gen insulinowego czynnika wzrostu (IGF-1).

Insulinowy czynnik wzrostu jest w wątrobie w odpowiedzi na pulsacyjne wydzielanie somatotropiny [37]. Między hormonem wzrostu a insulinowym czynnikiem wzrostu zachodzi swoista zależność (oś GH-IGF-1) [45]. IGF-1 jest odpowiedzialny za rozrost gruczołu mlekowego oraz za partycypowanie składników odżywczych w laktogenezie [46]. Dlatego wielu autorów łączy polimorfizm genu IGF-1 z cechami związanymi z mleczością u bydła [47-49]. Badania nad polimorfizmem w 249 parze zasad wskazują, iż najkorzystniejszym wariantem genetycznym są homozygoty AA gdyż od tych osobników pozyskuje się największe ilości mleka. Ponadto mleko to charakteryzuje się najniższym poziomem tłuszczu przy wysokiej koncentracji białka [50]. Natomiast badania Szewczuk i wsp. 2012 [51] nie potwierdzają wcześniejszych wyników. Według autorów najwyższą wydajność mleczną uzyskują heterozygoty. Mleko pozyskane od tych osobników charakteryzował się najniższą koncentracją tłuszczu przy wysokiej koncentracji białka.

## 4. Podsumowanie

Na przestrzeni ostatnich lat zainteresowanie naukowców jak i konsumentów zwrócone jest w kierunku żywności o zwiększonej puli składników odżywczych. Pozyskiwane mleko powinno odzwierciedlać oczekiwania konsumentów poszukujących produktu o obniżonej zawartości tłuszczu. Ilość oraz skład chemiczny mleka są pochodną czynników środowiskowych oraz uwarunkowań genetycznych. Nowoczesna hodowla coraz częściej sięga po najnowsze możliwości oceny produktywności zwierząt. Badania genetyczne pozwalają na określenie korzystnych genotypów w obrębie interesujących nas cech czego konsekwencją jest wzmocniona selekcja zwierząt prowadząca do bardziej efektywnej hodowli.

## Literatura

1. Hegestam-Nielsen C., Emanuelson U., Berglund B., Strandberg E., 2009. Relationship between somatic cells count and milk field in different stages of lactation. *American Dairy Science Association* 92:3124-3133.
2. Jesiołkiewicz E., Ptak E., Jakiel M. 2011. Parametry genetyczne dziennej wydajności mleka, tłuszczu i białka oraz zawartości laktozy w mleku oszacowane na podstawie Próbných udojów krów rasy Polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. *Roczniki Nauk Zootechnicznych* 38:149-160.
3. Empel W., Grabowski R., Jasiorowski H., Brzozowski P., Grodzki H., 1999. Wpływ systemu utrzymania i intensywności żywienia na zachorowalność i częstość brakowania krów cb oraz mieszańców z innymi odmianami bydła fryzyjskiego w Polsce. *Pr Mater Zootech* 54:43-53.
4. Nogalski Z., 2006. Wpływ wydajności mleka krów na ich płodność w różnych systemach utrzymania *Acta Scientiarum Poloniarum Zootechnica* 5(2):97-10.

5. Czerniawska-Piątkowska E., Szewczuk M., Snopkowska M., 2008. Porównanie użytkowości mlecznej krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej w różnych systemach utrzymania *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Wrocławskiego* 566:25-33.
6. Dorynek Z., Pytlewski J., Antkowiak I., Kryszkiewicz Cz., 2002. Zawarto komórek somatycznych w mleku krów holsztyńsko-fryzyskich oraz jej wpływ na użytkowo mleczną. *Acta Scientiarum Poloniarum Zootechnica* 1:53–62.
7. Ziemiński R., Ćwikła A. 2006. Wpływ systemu utrzymania krów na wydajność i jakość higieniczną mleka *Effect of cows management system on yield and higienic quality of milk* LXXI Zjazd PTZ, Streszczenia 1:40.
8. Zdziarski K., Grodzki H., Nałęcz-Tarwacka T., Brzozowski P., Przysucha T., 2002. Wpływ systemu utrzymania i genotypu krów na długość ich użytkowania i życiową użytkowość mleczną. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 62:29–3.
9. White S.L., Bertrand J.A., Wade M.R., Washburn S.P., Greek J.T., Jenkins T.C., 2001. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a Total Mixed Ration. *Journal Dairy Science* 84:2295-2301.
10. Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Sawicka W., 2006. Porównanie składu chemicznego i zawartości mocznika w mleku krów czarno-białych i simentalskich z okresu żywienia letniego i zimowego. *Annales UMCS Sec EE* 10:67-72.
11. Croissant A.E., Washburn S.P., Dean L.L., Drake M.A., 2007. Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *Journal Dairy Science* 90(11):4942-4953.
12. Choroszy B., Choroszy Z., Topolski P., 2007. Jakość mleka krów rasy simentalskiej w zależności od systemu utrzymania. *Roczniki Nauk Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 3(2):97-102.
13. Barth K., 2004. Organic dairy farming and its effect on milk quality and consumption. *Animal Science Paper Report* 22:361-365.
14. Gabryszuk M., Sakowski T., Metera E. 2013. Wpływ żywienia na zawartość składników bioaktywnych w mleku krów z gospodarstw ekologicznych *Żywność Nauka Technologia Jakość* 3:16 – 26.
15. Severin S., Wenshui X. 2005. Milk biologically active components as nutraceuticals. *Review Critical Review Food Science Nutrition* 45:645-656.
16. Reklewska B., Reklewski Z. 2004. Potential for producing milk with elevated content of functional components. *Anim Science Papier Reports* 22:367-374.
17. Król J., Litwińczuk Z., Litwińczuk A., Brodziak A., 2008. Content of protein and its fractions in milk of simmental cows with regard to rearing technology. *Annals Animal Science* 1:57-61
18. Kucz-Kuczyńska B., Puppel K., Gołębiowski M., Metera E., Sakowski T., Słoniewski K., 2012. Differences whey protein content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *Journal Science Food Agriculture* 92:1-6.
19. Hermansen J.E., Ostersen S., Justesen N.C., Aaes O., 1999. Effects of dietary protein supply on caseins, whey proteins, proteolysis and renneting properties in milk from cows grazing clover or N fertilized grass. *Journal Dairy Research* 66:193-205
20. Bergamo P., Fedele E., Iannibeli L., Marzillo G., 2003. Fat-soluble vitamins contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry* 82:625-631.
21. Jabłońska-Trypuć A., Czerpak R. 2009. Metabolizm nienasyconych kwasów tłuszczowych i ich znaczenie w profilaktyce i terapii układu krwionośnego. *Przegląd Kardiodiabetologiczny* 4:55–63.
22. Park Y., Pareza M. 2007. Mechanism of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). *Food Research International* 40:311–323

23. Inoue N., Nagao K., Hirata J., Wang Y. M., Yanagita T., 2004. Conjugated linoleic acid prevents the development of essential hypertension in spontaneously hypertensive rats. *Biochemical Biophysical Research Communications* 323:679–684.
24. Kuczyńska B. 2011. Składniki bioaktywne i parametry technologiczne mleka produkowanego w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. *Rozpr. Nauk. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa*
25. Ellis A., Innocent T., Grove-White D. 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal Dairy Science* 89:1938-1950
26. Butler G., Nielsen H., Slots T., Seal C., Eyre M.D., Sanderson R., Leifert C., 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal Science Food Agriculture* 88:1431-1441.
27. Butler G., Collomb M., Rehberger B., 2009. Conjugated linoleic acid isomer concentrations in milk from high- and low-input management dairy systems. *Journal Science Food Agriculture* 89:697-705.
28. Collomb M., Bisig W., Bütikofer U., Sieber R., Bregy M., Letter L., 2008. Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland: Comparison of organic and integrated farming systems. *International Dairy Journal* 18:976-982.
29. Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Grodzki H., słószarz J., 2009. Wpływ wybranych czynników na zawartość skoniugowanego kwasu linolowego w mleku krów. *Medycyna Weterynaryjna* 65(5):326-329.
30. Steinshamn H., Thuen E. 2008. White and red clover-grass silage in organic dairy milk production: Grassland productivity and milk production responses with different levels of concentrate. *Livest Science* 119:202-215.
31. Semková E., Pešek M., Špička J., Pelikánová T., Hanus O., 2009. The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech Journal Animal Science* 54:93-100.
32. Gabryszuk M., Słoniewski K., Sakowski T. 2008. Macro- and microelements in milk and hair of cows from conventional vs. organic farms. *Animal Science Paper Report* 26:199-209.
33. Nałęcz-Tarwacka T., Karaszewska A., Zdziarski K. 2003. The influence of carrot addition on the level of vitamins and fatty acids in cow milk. *Polish Journal Food and Nutrition Science* 12:53-56.
34. Barłowska J., 2007. Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras użytkowanych w Polsce. *Rozpr. hab, 321, Wyd. AR w Lublinie*
35. Gnyń J., Kowalski P., Tietze M. 2006. Wydajność mleka krów, jego skład i jakość cytologiczna w zależności od niektórych czynników środowiskowych *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska Sectio EE Zootechnica Lublin* 24:17-26.
36. Charon K., Świtoński P., 2012. *Genetyka i genomika zwierząt, Warszawa PWN*
37. Zych S., Szatkowska I., Dybus A., 2005. Oś somatotropowa (GH/GHR/IGF-I) i jej rola w kontroli procesu laktacji u bydła. *Medycyna Weterynaryjna* 61:857–860.
38. Zhou L., Jin G., Liu C., Ghou L., Zhu Q., Wu Y., 2005. Association of genetic polymorphism in *GH* gene with milk production traits in Beijing Holstein cows. *Journal of Biosciences* 30:595–598.
39. Rincón C., López-Herrera A., Echeverri J., 2013. Effect of two single nucleotide polymorphisms on milk yield and composition. *Genetic Molecular Research* 12(2):995-1004.
40. Krasnopiorova N., Baltrėnaitė L., Miceikienė I., 2012. Growth hormone gene polymorphism and its influence on milk traits in cattle bred in Lithuania. *Veterinar Medicine and Zootechnics* 58:2012
41. Dybus A., Szatkowska I., Czerniawska-Piątkowska E., Grzesiak W., Wójcik J., Rzewucka E., Zych S., 2004. PIT1-HinfI gene polymorphism and its associations with milk production traits in Polish Black and White cattle. *Archiv Tierzucht* 47:557-563.



42. Zwierzchowski L., Krzyżewski J., Strzałkowska N., Siatkowska N., Ryniewicz Z., 2002. Effects of polymorphism of growth hormone (GH), Pit-1, and leptin (LEP) genes, cow's age, lactation stage and somatic cell count on milk yield and composition of Polish Black-and-White cows. *Animal Science Papers Reports* 20:213-227.
43. Edriss A., Edriss V., Rahmani R., 2009. Associations of Pit-1 gene polymorphism with birth weight, milk and reproduction traits in Isfahan Holstein cows. *Archiv Tierzucht* 52:445-447.
44. Trakovická A., Moravčíková N., Gábor M., Miluchova M., 2014. Genetic polymorphism of Pit-1 gene associated with milk production traits in Holstein cattle. *Acta Agraria Kaposváriensis* 18(1):146-151.
45. Bichell P., Kikuchi K., Rotwein P., 1992. Growth hormone rapidly activates insulin-like growth factor I gene transcription in vivo. *Molecular Endocrinology* 6:1899-908.
46. Monaco H., Gronlund E., Bleck G., Hurley, W.L., Wheeler M.B., Donovan, S.M., 2005. Mammary specific transgenic over-expression of insulin-like growth factor-I (IGF-I) increases pig milk IGF-I and IGF binding proteins, with no effect on milk composition or yield. *Transgenic Research* 14(5):761-73.
47. Akis I., Oztabak K., Gonulalp I., Mengi A, Un C., 2010. IGF-1 and IGF-1r gene polymorphisms in East Anatolian Red and South Anatolian Red cattle breeds. *Russian Journal of Genetic* 46:497-501
48. Mehmannaavaz Y., Amirinia C., Bonyadi M., Torshizi R.V., 2010. Association of IGF-1 gene polymorphism with milk production traits and paternal genetic trends in Iranian Holstein bulls. *African Journal Microbiology Research* 4:110-114.
49. Pereira P., De Alencar M., De Oliveira N., Regitano L.C.D., 2005. Association of GH and IGF-1 polymorphisms with growth traits in a synthetic beef cattle breed. *Genetic Molecular Biology* 28:230-23.
50. Siadkowska E., Zwierzchowski L., Oprządek J., Strzałkowska N., Bagnicka E., Krzyżewski J., 2006. Effect of polymorphism in IGF-1 gene on production traits in Polish Holstein-Friesian cattle. *Animal Science Paper Reports* 24(3):225-237.
51. Szewczuk M., Zych S., Czerniawska-Piątkowska E., Wójcik J., 2012. Association between IGF1R / i16 / TaqI and IGF1 / SnaBI polymorphisms and milk production traits in Polish Holstein-Friesian cows. *Animal Science Paper Reports* 30(1):13-24.