

**Oliwia Duszyńska-Stolarska, Milena Górecka,
Anna Wojciechowska, Maria Bogdzińska**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW ŚRODOWISKOWYCH ORAZ POLIMORFIZMU WYBRANYCH GENÓW NA WYDAJNOŚĆ MLECZNĄ ORAZ SKŁAD CHEMICZNY MLEKA KRÓW RASY POLSKIEJ HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ

Streszczenie

Doskonalenie cech produkcyjnych bydła mlecznego stanowi jeden z głównych trendów nowoczesnej hodowli. Kierunkiem badań stają się coraz częściej genetyczne uwarunkowania takich cech jak wydajność mleczna, poziom białka czy tłuszczu w mleku. Nieustannie rosnące wymagania konsumentów, dotyczących jakości spożywanego mleka i jego przetworów stawiają wysoko poprzeczkę hodowcom oraz producentom. Najważniejszymi doskonalonymi cechami są: wydajność mleczna, poziom białka oraz tłuszczu. Wpływ na nie mają nie tylko czynniki środowiskowe ale również uwarunkowania genetyczne. Badania prowadzone nad polimorfizmem genów hormonu wzrostu, *IGF-1* czy *PIT-1* mają znaczący wpływ na kształtowanie się cech produkcyjnych u bydła. Ponadto ważnym aspektem są również czynniki środowiska takie jak: sezon utrzymania, kolejna laktacja, żywienie czy sezon produkcyjny również w znacznym stopniu decydują o ilości oraz jakości otrzymywanego surowca.

Słowa kluczowe: rasa Polska HF, wydajność mleka, czynniki środowiskowe, czynniki genetyczne

Wstęp

W Polsce produkcja mleka stanowi 18% towarowej produkcji zwierzęcej [Olkowska 2010]. Zdecydowana większość produkowanego w Polsce mleka pozyskiwana jest od krów rasy Polskiej Holsztyńsko-Fryzyjskiej, która stanowi około 90% populacji całego pogłowia bydła. Rasa ta odznacza się wysoką wydajnością mleczną, średnio 7041 kg mleka rocznie, co niewątpliwie jest przyczyną jej ogromnej popularności [Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka 2010]. Doskonalenie cech produkcyjnych bydła mlecznego, zarówno na drodze poprawy dobrostanu zwierząt jak i genotypu, stanowi podstawowy trend w hodowli bydła w Polsce. Przyczynami zainteresowania nowoczesnymi technologiami pozyskiwania i przetwarzania mleka są nieustannie rosnące wymagania konsumentów odnośnie jakości mleka i jego przetworów dostępnych na rynku, stąd dążenie hodowców do pozyskania mleka nie tylko o wysokiej jakości ale również pożądaney przydatności technologicznej [Jesiołkiewicz i in. 2011, Hegestam-Nielsen i in. 2009]. Najważniejszymi cechami decydującymi o walorach smakowo-zapachowych mleka są: poziom białka i tłuszczu. Wysoka jakość otrzymywanego produktu jest

niezwykle istotna gdyż obniżenie jakości może być przyczyną znacznych strat finansowych dla hodowców i producentów przemysłu mleczarskiego [Hege-
stam-Nielsen i in. 2009]. Wpływ na skład mleka mają czynniki środowiskowe,
do których w głównej mierze zaliczamy system utrzymania, żywienie, sezon
produkcyjny, kolejną laktację oraz genetyczne [Jesiołkiewicz i in. 2011].

Celem pracy jest korzystając z przeglądu literatury wskazanie najkorzyst-
niejszego genotypu zwierzęcia który niewątpliwie wpływa na jego produkcyj-
ność. Ponadto istotnym czynnikiem są cechy środowiskowe które z nie mniej-
szym stopniem decydują o poziomie cech ilościowe jak wydajność mleczna oraz
skład chemiczny mleka. Praca na podstawie literatury przeglądowej jest kom-
pilacją najkorzystniejszych genetycznych jak i środowiskowych czynników
kształtujących mleczność oraz poziom składników pokarmowych w mleku.

Czynniki środowiskowe

Czynnikiem wpływającym na wydajność mleczną jest system utrzymania,
który może znacząco wpływać nie tylko na ilość pozyskiwanego mleka ale rów-
nież na jego jakość [Empel i in. 1999, Kraszewski i Wawrzyńczak 2001]. Bada-
nia Czerniawskiej-Piątkowskiej i in. [2008] dowodzą, iż wyższą wydajnością
mleczną odznaczały się krowy utrzymywane w systemie wolnostanowisko-
wym. Ponadto mleko pozyskiwane od tych krów charakteryzowało się znacznie
wyższą zawartością tłuszczu (4,88%) oraz białka (3,34%). Natomiast osobniki
utrzymywane w systemie alkierzowym wykazywały niższą wydajność mleczną
a mleko pozyskiwane od nich charakteryzowało się niższym poziomem białka
(3,28%) i tłuszczu (4,07%). Badania Nogalskiego [2006] potwierdzają, iż kro-
wy utrzymywane w systemie wolnostanowiskowym wykazywały się wyższą
mlecznością w porównaniu do osobników utrzymywanych na uwięzi. Mleko od
krów utrzymywanych w systemie wolnostanowiskowym charakteryzowało się
wyższą zawartością tłuszczu i białka w porównaniu z mlekiem pochodzącym od
krów utrzymywanych alkierzowo. W literaturze można również znaleźć donie-
sienia, iż korzystniej na kształtowanie wydajności mlecznej wpływa utrzyma-
nie w systemie alkierzowym, co dowodzą między innymi badania Dorynka i in.
[2002]. Mleko pozyskane od tych krów charakteryzowało się istotnie niższym
poziomem białka niż w porównaniu do badań Ziemińskiego i Ćwikły [2006],
w których autorzy stwierdzili wyższą wydajność mleczną u krów utrzymywa-
nych w systemie alkierzowym. Natomiast pomimo niższej wydajności mlecznej
uzyskanej od osobników w systemie wolnowybiegowym mleko charaktery-
zowało się korzystniejszym składem gdyż wykazywało wyższy poziom białka.
Pomimo wysokiej wydajności mlecznej krów utrzymywanych na uwięzi mleko
charakteryzowało się niższą koncentracją białka przy wysokim udziale tłuszczu
w suchej masie. Porównanie obu systemów utrzymania nie daje jednoznacz-
nych odpowiedzi, który z nich korzystniej wpływa na wydajność mleka oraz jego
skład [Zdziarski i in. 2002]. Niewątpliwie z punktu widzenia dobrostanu zwie-
rzęcia korzystniejszym okazuje się system wolnostanowiskowy. Liczne publi-
kacje podkreślają, iż wpływa on nie tylko na podniesienie niezwykle istotnego
dobrostanu zwierząt ale również wpływa korzystnie na skład chemiczny mleka.
Ponadto ze względu na bezsprzeczną ekonomiczną przewagę systemu wolno-
stanowiskowego nad alkierzowym staje się on coraz bardziej preferowanym
przez hodowców sposobem utrzymania krów [Ziemiński i Ćwikła 2006].

Kolejnym czynnikiem wpływającym na cechy mleczności krów jest żywienie, które w sposób znaczący decyduje o ich produktywności [White i in. 2001, Litwińczuk i in. 2006, Croissant i in. 2007, Choroszy i in. 2007]. Coraz większą popularnością cieszą się gospodarstwa ekologiczne, w których podstawowym rodzajem żywienia są pasze gospodarskie pokrywające zarówno zapotrzebowanie bytowe jak i produkcyjne zwierząt. Natomiast w chowie ekologicznym znacznie istotniejsza jest jakość otrzymywanego produktu niż jego maksymalna ilość [Barth 2004]. Na jakość mleka wpływa nie tylko pożądana koncentracja białka oraz tłuszczu ale również obecność szeregu substancji bioaktywnych jak m.in. immunoglobuliny, wielonienasycone tłuszcze czy witaminy [Severin i Wenshui 2005]. W przypadku białka główną jego frakcją w mleku jest kazeina. Wśród pozostałych frakcji białka można wymienić: α -laktoalbuminę, β -laktoglobulinę, albuminę oraz immunoglobuliny (IgA, IgM, IgG) [Gabryszuk i in. 2013]. Badania wskazują, iż żywienie pastwiskowe wpływa na wzrost koncentracji białka ogólnego oraz kazeiny [Auldist i in. 2000]. Wprowadzanie do paszy roślin motylkowych również korzystnie wpływa na poziom białka ogólnego oraz kazeiny w mleku [Hermansen i in. 1999]. Król i in. [2008] wykazali istotny wzrost koncentracji α -laktoalbumina (1,14 g/l) β -laktoglobulina (3,7 g/l) oraz laktoferyny (116,2 mg/l) u krów żywionych pastwiskowo. Mleko osobników żywionych mieszankami pełnoporcjowymi TMR charakteryzowało się niższym poziomem α -laktoalbuminy (1,0 g/l), β -laktoglobuliny (3,17 g/l) oraz laktoferyny (88,3 mg/l). Badania Kuczyńskiej i in. [2012] potwierdzają te doniesienia. Autorzy stwierdzają ponadto wyższe stężenie lizozymu w mleku krów utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych. Zawartość tłuszczu w mleku należy do wartości zmiennych, a w jego skład wchodzi kwasy nasycone, stanowiące większość wśród kwasów tłuszczowych mleka. Szczególnie istotne dla zdrowia człowieka są kwasy tłuszczowe nienasycone również obecne w mleku, które można podzielić na jednonienasycone (MUFA) oraz wielonienasycone (PUFA) [Gabryszuk i in. 2013]. Najistotniejszym kwasem MUFA jest kwas oleinowy, natomiast w przypadku PUFA kwas linolenowy. Kwasy osiemnastowęglowe mogą ulec przekształceniu w niezwykle korzystne dla zdrowia kwasy dwudziestowęglowe jak np. kwas dokozaheksaenowy (DHA) [Gabryszuk i in. 2013]. Żywienie pastwiskowe szczególnie korzystnie wpływa na profil kwasów tłuszczowych w mleku. Badania Kuczyńskiej i in. [2012] dowiodły, iż żywienie świeżymi zielonkami wpływa na wzrost koncentracji kwasu linolenowego w porównaniu z żywieniem TMR. Podobną zależność zaobserwowali Ellis i in. [2007]. Mleko pozyskane od krów żywionych pastwiskowo zawierało o ponad 60% więcej kwasów PUFA i MUFA niż mleko krów żywionych konwencjonalnie. Nie bez znaczenia jest również skład gatunkowy pastwiska. Szczególnie korzystnie na profil kwasów tłuszczowych wpływa koniczyna czerwona. Dawki pokarmowe bogate w ten gatunek wpływały na wzrost zawartości PUFA w mleku [Steinshamn i Thuen 2008]. Niekorzystny wpływ na poziom tłuszczu w mleku ma kiszonka z kukurydzy gdyż zwiększa koncentrację kwasów nasyconych w puli wszystkich kwasów tłuszczowych w mleku [Semková i in. 2009]. Dodatek do paszy tłuszczu niewątpliwie zwiększa jego poziom w mleku. Natomiast suplementacja paszy nasionami lnu, słonecznika lub olejem rybim jest korzystna, gdyż wpływa na podniesienie poziomu pożądaných kwasów tłuszczowych. Istotne jest również zastosowanie od-

powiednich proporcji np. przy wzroście udziału w dawce pokarmowej oleju rybnego w stosunku do słonecznikowego wzrasta liniowo poziom kwasu eikozapentaenowego oraz dokozapentaenowego [Palmquist i Griinari 2006]. Zbyt wysoka dawka dodatków tłuszczowych do paszy może spowodować odwrotny efekt. Flora bakteryjna żwacza przy nadmiarze tłuszczu w pokarmie wykazuje obniżoną aktywność, co w konsekwencji zmniejsza strawność dawki pokarmowej [Gabryszuk i in. 2013]. Opracowanie metod pozwalających na uzyskanie maksymalnych wydajności przy jednoczesnym wysokim poziomie substancji bioaktywnych stanowi niezwykle istotną kwestię.

Następnym czynnikiem środowiskowym mającym wpływ na wydajność mleka oraz jego skład ma sezon produkcyjny, który powoduje sezonową zmianę żywienia. Istotnym aspektem jest stopniowa zmiana paszy gdyż gwałtowna może w znacznym stopniu obniżyć aktywność mikroflory. Mikroorganizmy wykazują wysoką specjalizację w stosunku do składników paszy, przy zastosowaniu nowej paszy w organizmie przeżuwaczy muszą wykształcić się nowe gatunki [Grodzki 2011]. Badania dowodzą, iż wyższą wydajność mleczną uzyskiwano od krów w sezonie zimowym w porównaniu do sezonu letniego. Różnice w wydajności mogą być spowodowane wyższym udziałem w żywieniu pasz włóknistych w sezonie zimowym. Brak włókna w dawce pokarmowej skutkuje nie tylko obniżeniem wydajności mlecznej ale również spadkiem poziomu tłuszczu w mleku [Januś i Borkowska 2011]. Podobnie korzystniejszy poziom składników pokarmowych mleka pozyskiwanego w okresie jesienno-zimowym stwierdzili inni autorzy [Auld i in. 1998, Litwińczuk i in. 2006, Barłowska i Litwińczuk 2009].

Na ilość oraz jakość pozyskiwanego mleka ma także wpływ kolejność laktacji. W kolejnych laktacjach (I, II, III) zwiększa się wydajność dobową mleka u krów [Gnyp i in. 2006]. Najwyższą wydajność mleczną obserwuje się w III laktacji. Krowy w laktacji IV wykazywały się znacznie niższą mlecznością w porównaniu do laktacji III. Poziom składników pokarmowych mleka również zależy od kolejności laktacji. Najniższa zawartość białka i tłuszczu w mleku występowała u krów w pierwszej laktacji. Natomiast wraz z kolejną laktacją poziom tych składników w mleku wzrasta. W przypadku koncentracji białka wzrost ten obserwowany jest do II laktacji, natomiast tłuszczu do laktacji III [Gnyp i in. 2006].

Czynniki genetyczne

Następną ważną grupą czynników wpływających na cechy mleczne krów są czynniki genetyczne, do których zaliczyć można polimorfizm szeregu genów. Proces laktogenezy kontrolowany jest za pomocą hormonów, których wspólne oddziaływanie doprowadza do syntezy poszczególnych składników mleka. Na aktywację hormonu wzrostu wpływa czynnik transkrypcyjny PIT-1. Pośrednio na wydajność mleczną wpływa hormon wzrostu. Somatotropina zwiększa transport substancji odżywczych do komórek gruczołu mlekowego. Pobudzeniu również ulegają m.in. insulinowe czynniki wzrostu [Charon i Switoński 2012]. Gen hormonu wzrostu stanowi łącznik i jednocześnie główny element osi somatotropowej. Ekspresja poszczególnych elementów osi somatotropowej stanowi kluczową rolę w kształtowaniu wydajności mlecznej oraz poziomu składników pokarmowych w mleku

[Zych i in. 2005]. Poziom ekspresji poszczególnych genów odpowiedzialnych za poziom danej cechy stanowi niezwykle istotną informację dla hodowcy. Markery genetyczne pozwalające na określenie polimorfizmu w obrębie danych genów stanowią główny kierunek badań genetyki zwierząt.

Wśród wielu genów niewątpliwie na uwagę zasługuje gen hormonu wzrostu, który u bydła należy do genów stosunkowo dobrze poznanych. Liczne badania nad polimorfizmem tego genu wykazały istotny jego wpływ na wydajność krów mlecznych [Charon i Switoński 2012]. Badania prowadzone przez Zhou i in. [2005] dowiodły, iż osobniki homozygotyczne *AA* charakteryzowały się wyższą wydajnością mleczną w trzech kolejno następujących laktacjach. Ponadto w przypadku pierwszej i trzeciej laktacji mleko pozyskane od osobników o genotypie *AA* wykazywało wyższą procentową zawartość białka przy niższym udziale tłuszczu. Doniesień tych nie potwierdzają badania Kovács i in. [2006] gdyż autorzy dowodzą iż wyższą wydajnością mleczną odznaczały się heterozygoty *LV*. Ponadto osobniki o tym genotypie charakteryzowały się niższym udziałem tłuszczu w mleku.

Kolejnym genem jest insulinowy czynnik wzrostu *IGF-1* syntetyzowany w wątrobie w odpowiedzi na pulsacyjne wydzielanie somatotropiny [Zych i in. 2005]. Czynnik ten pośredniczy w działalności hormonu wzrostu jako regulator komórkowy, który wpływa na syntezę mleka [Warner i in. 1994]. Między hormonem wzrostu a insulinowym czynnikiem wzrostu zachodzi swoista zależność gdyż hormon wzrostu pobudza komórki wątroby do produkcji insulinowego czynnika wzrostu (oś GH-IGF-1) [Bichell i in. 1992]. Badania Szewczuk i in. [2012] wskazują, że osobniki heterozygotyczne *AB* rasy Holsztyńsko-Fryzyskiej odznaczają się wyższą wydajnością mleczną przy jednoczesnym niższym udziale tłuszczu w mleku oraz stosunkowo wysokim poziomie białka. Badania Siadkowskiej i in. [2006] dowodzą, że osobniki homozygotyczne *AA* rasy Holsztyńsko-Fryzyskiej charakteryzują się wyższą wydajnością mleczną oraz niższą koncentracją tłuszczu przy stosunkowo wysokiej koncentracji białka w mleku. Także gen *PIT-1* zaliczany do czynników transkrypcyjnych (wytwarzany w przysadce mózgowej), wpływa na aktywację ekspresji genu hormonu wzrostu niezbędnego do rozwoju gruczołu mlekowego [Dybus i in. 2004]. Czynnik transkrypcyjny PIT-1 wykazuje wysokie powinowactwo w stosunku do promotorów genu *GH*. W przeprowadzonych badaniach Dybus i in. [2004] stwierdzili, że w II i III laktacji najwyższą wydajnością mleczną charakteryzowały się krowy o genotypie *AA*. Badania Khaizarana i Al-Razem. [2014] potwierdzają iż wyższą wydajnością mleczną charakteryzują się osobniki o genotypie *AA*.

Podsumowanie

Obecnie przetwórnictwo mleczarskie kładą silny nacisk na wysoką jakość pozyskiwanego surowca pochodzącego z gospodarstw utrzymujących duże stada bydła. Mleko powinno odzwierciedlać tendencje żywieniowe ludzi zmierzające do obniżenia poziomu tłuszczu w diecie. Zawartość składników pokarmowych w mleku zależy od czynników środowiskowych oraz uwarunkowań genetycznych. Badania genetyczne stanowią cenne narzędzie pozwalające na analizę możliwości produkcyjnych zwierząt. Określenie korzystnych genotypów w obrębie badanych genów w odniesieniu do cech

mleczności oraz składu chemicznego mleka może doprowadzić do selekcji zwierząt wykazujących odpowiednie poziomy tych cech. Badania nad polimorfizmem genów mogą być pierwszym etapem poprawy cech produkcyjnych bydła oraz wpłynąć na bardziej efektywną hodowlę. Podobnie utrzymanie zwierząt w optymalnych warunkach środowiska może wpłynąć na poziom cech produkcyjnych. Natomiast połączenie tych dwóch czynników doprowadzi do maksymalizacji wydajności mlecznej oraz poziomu składników pokarmowych w mleku.

Piśmiennictwo

1. Auldism M.J., Walsh B.J., Thomson N.A., 1998: Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *J. Dairy Res.*, 65: 401-411.
2. Auldism M. J., Thomson N. A., Mackle T. R., Hill J.P., Prosser C.G., 2000: Effects of pasture allowance on the yield and composition of milk from cows of different β -lactoglobulin phenotypes. *J. Dairy Sci.*, 83: 2069-2074.
3. Barłowska J., Litwińczuk Z., 2009: Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka. *Med. Wet.*, 65 (3): 171-174.
4. Barth K., 2004: Organic dairy farming and its effect on milk quality and consumption. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 22: 361-365.
5. Bichell D.P., Kikuchi K., Rotwein P., 1992: Growth hormone rapidly activates insulin-like growth factor I gene transcription in vivo. *J.Mol. Endocrinol.*, 6: 1899-1908.
6. 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. *J. Dairy Sci.*, 90, 11: 4942-4953.
7. Charon K., Świtoński P., 2012: Genetyka i genomika zwierząt. Warszawa PWN: 350-355
8. Choroszy B., Choroszy Z., Topolski P., 2007: Jakość mleka krów rasy simentalskiej w zależności od systemu utrzymania. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.*, 3, 2: 97-102.
9. Czerniawska-Piątkowska E., Szewczuk M., Snopkowska M., 2008: Porównanie użytkowości mlecznej krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej w różnych systemach utrzymania *Zesz. UP Wrocław*, 566: 25-33.
10. Dorynek Z., Pytlewski J., Antkowiak I., Kryszkiewicz Cz., 2002: Zawartość komórek somatycznych w mleku krów holsztyńsko-fryzyjskich oraz jej wpływ na użytkowość mleczną. *Acta Sci. Polonorum Zoot.*, 1 (1-2): 53-62.
11. Dybus A., Szatkowska I., Czerniawska-Piątkowska E., Grzesiak W., Wójcik J., Rzewucka E., Zych S., 2004: PIT1-Hinfl gene polymorphism and its associations with milk production traits in polish Black-and-White cattle. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47: 557-563.
12. 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.

13. Ellis K.A., Monteiro A., Innocent G.T., Grove-White D., Cripps P., Mclean W.G., Howard C.V., Mihm M., 2007: Investigation of the vitamins A and E and β -carotene content in milk from UK organic and conventional dairy farms. *J. Dairy Res.*, 74 (4): 484-491.
14. Gabryszuk M., Sakowski T., Metera E., Kuczyńska B., Rembiałkowska E., 2013: Wpływ żywienia na zawartość składników bioaktywnych w mleku krów z gospodarstw ekologicznych *Żywność*, 3 (88): 16-26.
15. Gnyp J., Kowalski P., Tietze M., 2006: Wydajność mleka krów, jego skład i jakość cytologiczna w zależności od niektórych czynników środowiskowych *Ann. UMCS, EE XXIV*, 3: 17-26.
16. Grodzki H., 2011: Metody chowu i hodowli bydła. SGGW Warszawa, 217-233.
17. Hegestam-Nielsen C., Emanuelson U., Berglund B., Strandberg E., 2009: Relationship between somatic cells count and milk field in different stages of lactation. *Am. Dairy Sci. Assoc.*, 92: 3124-3133.
18. 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. *J. Dairy Res.*, 66 : 193-205.
19. Januś E., Borkowska D., 2011: Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czarno-białej oraz montbeliarde. *Żywność*, 5 (78): 141-149.
20. 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-fryzyskiej odmiany czarno-białej *Rocz. Nauk. Zoot.*, 38: 149-160.
21. Khaizaran Z., Al-Razem F., 2014: Analysis of selected milk trials in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism *J. Cell Anim. Bio.*, 8(5): 74-85.
22. Kovács K., Völgyi-Csík J., Zsolnai A., Györkös I., Fésüs L., 2006: Associations between the AluI polymorphism of growth hormone gene and production and reproduction traits in a Hungarian Holstein-Friesian bull dam population *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 49 3: 236-249.
23. Kraszewski J., Wawrzyńczak S., 2001: Wpływ systemu utrzymania uwięziowego i boksowo-legowiskowego na wzrost, komfort bytowania i późniejszą użytkowość mleczną *Jałowic. Proc. Int. Sci. Conf. „Status and Perspective of Jersey Cattle Breeding in Poland and Europe” June 7-8 Poznań*, Wydaw. AR, Poznań: 201-209.
24. 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. *Ann. Anim. Sci.*, 1: 57-61.
25. Kuczyńska B., Puppel K., Gołębiewski 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. *J. Sci. Food Agric.*, 92: 1-6.
26. 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, EE, XXIV*, 10: 67-72.

27. Nogalski Z., 2006: Wpływ wydajności mleka krów na ich płodność w różnych systemach utrzymania. *Acta Sci. Pol., Zootechnica*, 5 (2): 97–10.
28. Olkowska O., 2010: Raport: Sytuacja na rynku mleka. Zasoby internetowe: www.pfhb.pl/rynek_mleka_listopad_2010, 1-21.
29. Palmquist D.L., Griinari J.M., 2006: Milk fatty acid composition In response to reciprocal combinations of sunflower and fish oils in the diet. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 358-369.
30. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka 2010: Ocena wartości użytkowej krów mlecznych w 2009 roku. Wyd. PFHBiPM, Warszawa: 2-14.
31. 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. *Ani. Sci. Pap. Rep.*, 24 (3): 225-237.
32. Semková E., Pešek M., Špička J., Pelikánová T., Hanuš O. 2009: The effect of feeding diets markedl differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 54: 93-100.
33. Severin S., Wenshui X. 2005: Milk biologically active components as nutraceuticals: Review. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, 45: 645-656.
34. 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. Sci.*, 119: 202-215.
35. 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. *Ani. Sci. Pap. Rep.* 30 (1): 13-24
36. Warner H., Adamo M., Roberts C.T, Leroith D., 1994: Mlecular and cellular aspect of insulin-like growth factor action. *Vitam horm*48:1-58
37. 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. *J. Dairy Sci.* 84: 2295-2301.
38. 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. *Zesz. Nauk.Prz.Hod.*62: 29 – 3
39. 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, Zesz. I: 40
40. Zhou G L, Jin H G, Liu C , Guo S L, Zhu Q , Wu Y, H ., 2005: Association of genetic polymorphism in *GH* gene with milk production traits in Beijing Holstein cows. *J. Biosci.* 30: 595–598
41. Zych S., Szadkowska I., Dybus A., 2005: Oś somatotropowa (GH/GHR/IGF-1) i jej rola w kontroli procesu laktacji u bydła. *Med. Weter.* 61: 857-860.