

JAROSŁAW PYTLEWSKI, IRENEUSZ ANTKOWIAK, RADOSŁAW KASPERSKI,
RYSZARD SKRZYPEK

Katedra Hodowli Bydła i Produkcji Mleka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

DOBOWA WYDAJNOŚĆ MLEKA I PODATNOŚĆ NA MASTITIS KRÓW W ĆWIARTKOWYM SYSTEMIE UDOJOWYM

DAILY MILK YIELD AND SUSCEPTIBILITY TO MASTITIS
IN COWS KEPT IN THE INDIVIDUAL QUARTER MILKING SYSTEM

Streszczenie. Celem pracy było określenie dobowej wydajności mlecznej poszczególnych ćwiartek wymienia u krów oraz ich podatności na mastitis wyznaczonej na podstawie przewodności elektrycznej mleka. Badania przeprowadzono w okresie od 1.09.2010 roku do 31.12.2011 roku na 137 krowach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Do analizy posłużyły dane z programu DelPro obsługującego roboty udojowe firmy DeLaval. W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że większą dobową wydajnością mleczną charakteryzowały się ćwiartki tylne wymienia niż przednie. Spośród tylnych ćwiartek korzystniejszymi rezultatami dotyczącymi dobowej produkcji mleka odznaczały się ćwiartki lewe. Analizując przewodność elektryczną mleka pozyskanego z poszczególnych ćwiartek wymienia, stwierdzono, że najkorzystniejsza wartość tego parametru wystąpiła w mleku pochodzącym z ćwiartek tylnych lewych. W przypadku przepływu szczytowego i średniego mleka podczas doju najgorsze rezultaty otrzymano z ćwiartek przednich lewych. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała występowanie istotnego wpływu kolejnej laktacji i jej fazy na badane cechy poszczególnych ćwiartek wymienia. Analizując zdrowotność gruczołu mlekowego na podstawie wartości przewodności elektrycznej mleka pozyskanego z poszczególnych ćwiartek wymienia, stwierdzono, że przednie ćwiartki cechowały się większą podatnością na stany zapalne w porównaniu z tylnymi. W pracy hodowlanej należy dążyć do wyrównania wymion pod względem pokroju i cech produkcyjnych.

Słowa kluczowe: dój ćwiartkowy krów, wydajność mleka, przewodność elektryczna mleka, mastitis

Wstęp

W wyniku coraz powszechniejszego stosowania nowoczesnych technik pozyskiwania mleka od krów coraz częściej ma zastosowanie dój ćwiartkowy. Jego przewaga nad tradycyjnymi dojem jest niewątpliwa – pozwala m.in. dopasować parametry pracy aparatu udojowego i czasu trwania doju do każdej ćwiartki wymienia (ograniczając lub eliminując pustodoje), umożliwia także szybką diagnostykę wczesnych stadiów stanów zapalnych gruczołu mlekowego. Zdaniem FORSBÄCKA i IN. (2010) wyniki każdego doju z poszczególnych ćwiartek wymienia mają duże znaczenie w analizie zmian składu mleka i monitoringu zdrowotności gruczołu mlekowego. Oddziaływanie aparatu udojowego na wymię, w tym przede wszystkim sposób pracy kubków udojowych i parametry robocze pulsatora, mają wpływ na pogorszenie zdrowotności wymion u krów (JĘDRUŚ 2013). Jedną z procedur służących do wykrywania stanów zapalnych wymienia jest badanie przewodnictwa elektrycznego mleka. Metoda ta jest wykorzystywana do wykrywania mastitis w wymieniu krów na podstawie zmian w układzie soli mineralnych i laktozy spowodowanych tym schorzeniem (NIELSEN i IN. 1992, NORBERG 2005, BERGLUND i IN. 2007). Przy występowaniu mastitis wzrasta przewodność elektryczna mleka ze względu na wzrost w nim poziomu sodu i chloru oraz spadek zawartości potasu i laktozy przy równocześnie podwyższonej wartości pH. Według NOWAKA i IN. (1990) korelacja między przewodnością elektryczną mleka a liczbą komórek somatycznych w mleku wynosi 0,91.

Istotna z punktu widzenia hodowcy jest informacja o produktywności mlecznej poszczególnych ćwiartek wymienia, a także o ich podatności na stany zapalne. Umożliwia ona zastosowanie optymalnej strategii w zarządzaniu stadem krów mlecznych, związanej głównie z ukierunkowanym doskonaleniem budowy wymienia (usunięcie ze stada krów o dużej nierównomierności wypływu mleka) oraz zapobieganiem występowaniu stanów zapalnych wymion. Przydatne są także dane dotyczące zmian ilości mleka ćwiartkowego pozyskiwanego od krów w różnym wieku i w określonej fazie laktacji oraz związek między wydajnością mleczną ćwiartki a zdrowotnością gruczołu mlekowego.

Celem pracy było określenie dobowej wydajności mlecznej poszczególnych ćwiartek wymienia oraz ich podatności na mastitis u krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej w różnym wieku i w różnej fazie laktacji.

Material i metody

Dane do realizacji pracy zebrano w gospodarstwie rodzinnym specjalizującym się w produkcji mleka surowego. Badania przeprowadzono w okresie od 1.09.2010 roku do 31.12.2011 roku w stadzie krów (137 szt.) rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Dane zbierano od wszystkich osobników będących w stadzie. Przebieg wydajności krów w laktacji 305-dniowej w 2011 roku wynosiła ponad 9 tys. kg mleka. Krowy były dojone dwoma robotami udojowymi firmy DeLaval (VMS). Do analizy posłużyły dane o 70 337 udojach dobowych spisanych z programu DelPro obsługującego wyżej wymienione roboty udojowe. Dój krów był ćwiartkowy. Krowy

żywiono systemem PMR (ang. *partly mixed ration*). Mieszanekę przygotowywano dwa razy dziennie w wozie paszowym o pojemności 10 m³. Jej skład był zaprogramowany na dobową produkcję (przez jedną krowę) 24 kg mleka o zawartości około 4% tłuszczu i 3% białka. Dawka pokarmowa w ciągu roku zmieniała się w zależności od dostępności kiszonki z trawy. Przykładowa dawka PMR (w kilogramach paszy na dobę dla jednej sztuki) była następująca: kiszonka z kukurydzy (28), kiszonka z trawy (6), słoma (2), śruta pszenna (0,6), poekstrakcyjna śruta rzepakowa (1,2), mieszanka mineralna LNB 760434 (0,5), lizawka (0,1), młóto (2,4) i poekstrakcyjna śruta sojowa (0,9). Dodatkowo krowy otrzymywały paszę treściwą w robotach udojowych w zależności od wydajności mlecznej (maks. 4,5 kg na dobę na sztukę) Pasza ta była uzupełnieniem dawki PMR oraz stanowiła zachętę do doju.

W badaniach analizowano produktywność mleczną oraz podatność na mastitis poszczególnych ćwiartek wymienia: przedniej lewej (PL), tylnej lewej (TL), przedniej prawej (PP) i tylnej prawej (TP). Z programu DelPro 3.5 VMS zebrano dane dotyczące wydajności dobowej mleka, przewodności elektrycznej mleka oraz przepływów szczytowych i średnich mleka podczas doju każdej z ćwiartek wymienia. Wybrane parametry analizowano w badanym okresie z uwzględnieniem: fazy laktacji (do 40 dni, 41-100 dni, 101-200 dni i powyżej 200 dni doju) i numeru laktacji (pierwsza, druga, trzecia i czwarta z dalszymi). Stan zdrowotny ćwiartki wymienia określano na podstawie pomiaru wartości przewodności elektrycznej mleka wykonywanego podczas każdego udoju. Przyjęto, że ćwiartka wymienia miała status zdrowej wówczas, gdy przewodność elektryczną mleka z niej pozyskanego mieściła się w przedziale od 3300 do 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i wartość ta była mniejsza od średniej progowej (stanowiącej 125%) obliczonej z dwóch pomiarów o najmniejszej przewodności mleka z dwóch ćwiartek tego samego wymienia. Jeśli ćwiartka wymienia nie spełniała powyższych warunków, była zaliczana do chorych (z zaburzeniami gruczołu mlekowego).

Istotność wpływu czynników doświadczalnych, takich jak: ćwiartki wymienia, faza laktacji i numer laktacji, analizowano z wykorzystaniem pakietu statystycznego SAS (2011) metodą wieloczynnikowej analizy wariancji z zastosowaniem procedury GLM. Dla badanych cech rejestrowanych przez roboty udojowe, tj. dla wydajności mleka (kg), przewodności elektrycznej mleka ($\mu\text{S}/\text{cm}$), przepływu szczytowego mleka podczas doju (kg/min) i średniego przepływu mleka w doju (kg/min), zastosowano następujący model liniowy:

$$y_{ijklm} = \mu + l_i + f_j + d_k + c_l + e_{ijklm}$$

gdzie:

- y_{ijklm} – wartość fenotypowa cechy,
- μ – średnia ogólna,
- l_i – efekt stały laktacji ($i = 1, 2, 3, 4$),
- f_j – efekt stały fazy laktacji ($j = 1, 2, 3, 4$),
- d_k – efekt stały grupy zdrowotności wymienia ($k = 1, 2$),
- c_l – efekt stały ćwiartki wymienia ($l = 1, 2, 3, 4$),
- e_{ijklm} – losowy efekt resztkowy.

Dla oceny istotności różnic między średnimi obiektowymi przeprowadzono porównania z wykorzystaniem testu wielokrotnego rozstępu Duncana.

W celu analizy istotności wpływu poszczególnych ćwiartek wymienia na jej stan zdrowotny określony za pomocą przewodności mleka zastosowano procedurę *FREQ* z dokładnym testem Fishera. W ramach testu Fishera obliczono prawdopodobieństwo otrzymania danego rozkładu z tablicy. Testowano hipotezę o braku zależności między statusem zdrowotnym a poszczególnymi ćwiartkami wymienia.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wyniki dotyczące zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia krów a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny ($P \leq 0,01$) związek pomiędzy poszczególnymi ćwiartkami wymienia a analizowanymi cechami. W badanej grupie krów uszeregowanie ćwiartek wymienia w kolejności malejącej średniej dobowej produktywności mlecznej było następujące: tylna lewa (4,1 kg), tylna prawa (3,9 kg), przednia prawa (3,3 kg), przednia lewa (3,0 kg). Stwierdzono, że wszystkie ćwiartki wymienia różniły się istotnie statystycznie między sobą pod względem dobowej wydajności mlecznej. Z uzyskanych rezultatów można wnioskować, że udział ćwiartek tylnych w całkowitej dobowej produktywności mleka stanowił około 56%, a ćwiartek tylnych lewych – 28,7%. Uznaje się, że przydatność krowy do doju jest najkorzystniejsza wówczas, gdy uzyskuje się równą ilość mleka z przednich i tylnych ćwiartek. Zdaniem KUCZAJA (2010) produktywność ćwiartek przednich u krów o bardzo dobrej przydatności do doju maszynowego powinna być w zakresie 42-58% całkowitej ilości pozyskanego mleka.

Analizując przewodność elektryczną mleka, można stwierdzić, że mleko pochodzące ze wszystkich ćwiartek wymienia mieściło się w normie przyjętej dla ćwiartki zdrowej. Wszystkie ćwiartki wymienia, z wyjątkiem jednego porównania: tylnej lewej z przednią prawą, różniły się między sobą statystycznie pod względem tego parametru. Największą przewodnością (5532 $\mu\text{S}/\text{cm}$) cechowało się mleko z ćwiartek tylnych prawych, a najmniejszą (5494 $\mu\text{S}/\text{cm}$) – mleko z ćwiartek tylnych lewych. HAMMER i IN. (2012) wykazali, że większą podatnością na mastitis cechują się ćwiartki mniej wydajne oraz te, które były rzadziej dojone. Według OLDEGO-RIEKERINKA i IN. (2007) istotny dla szacowania liczby komórek somatycznych w mleku jest czas od ostatniego doju, gdyż np. mleko pochodzące ze zdrowego gruczołu, ale pozyskane w okresie krótszym niż 3 h od udoju, może zawierać nawet około 200 tys. ml komórek somatycznych. W przypadku pobrania mleka w późniejszym czasie następuje „rozcieńczenie” elementów komórkowych wzrastającą ilością mleka. Zdaniem HOVINEN i PYÖRÄLI (2011) problem ze zdrowotnością wymion w automatycznym systemie pozyskania mleka wynika m.in. z tego, że czyszczenie strzyków odbywa się bez kontroli wzrokowej dojarza oraz wykrywanie zapaleń jest samoczynne.

Przepływ szczytowy i średni mleka z poszczególnych ćwiartek stanowi odpowiednio: maksymalną i przeciętną ilość mleka oddawanego przez gruczoł w ciągu doju w przeliczeniu na minutę. Wyniki uzyskane w badaniach były najkorzystniejsze w przypadku ćwiartek tylnych wymienia, a najgorsze w przypadku ćwiartek przednich lewych. Przeprowadzona analiza statystyczna obu wskaźników wykazała istotne różnice

Tabela 1. Zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju
 Table 1. Dependencies between individual udder quarters and their daily milk yields, electric conductivity and peak and mean milk flows during milking

Cecha Trait	Istotność wpływu ćwiartki Significance of quarter effect	Ćwiartki wymienia – Udder quarters											
		przednia lewa fore left			tylna lewa hind left			przednia prawa fore right			tylna prawa hind right		
		N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Wydajność (kg) Yield (kg)	**	70 337	3,0 ABC	1,22	70 337	4,1 ADE	1,50	70 337	3,3 BDF	1,34	70 337	3,9 CEF	1,55
Przewodność elektryczna ($\mu\text{S/cm}$) Electric conductivity ($\mu\text{S/cm}$)	**	68 595	5 523 ABC	649,16	68 977	5 494 AD	590,35	68 340	5 498 BE	604,78	68 318	5 532 CDE	616,22
Przepływ szczytowy (kg/min) Peak flow (kg/min)	**	68 623	1,35 ABC	0,40	68 943	1,53 ADE	0,42	68 367	1,47 BDF	0,44	68 340	1,56 CEF	0,43
Przepływ średni (kg/min) Mean flow (kg/min)	**	70 031	0,92 ABC	0,34	70 157	1,03 ADE	0,36	70 337	0,98 BDF	0,39	68 338	1,04 CEF	0,34

** – wpływ czynnika statystycznie wysoce istotny ($P \leq 0,01$).

Średnie oznaczone tymi samymi literami w rzędach różnią się statystycznie: A, B, C – wysoce istotnie ($P \leq 0,01$), a, b, c – istotnie ($P \leq 0,05$).

** – statistically highly significant effect of the factor ($P \leq 0.01$).

Means denoted with identical letters in rows differ statistically: A, B, C – highly significantly ($P \leq 0.01$), a, b, c – significantly ($P \leq 0.05$).

($P \leq 0,01$) między wszystkimi ćwiartkami wymienia. W badaniach WEISSA i IN. (2004) wykazano, że wydajność mleka oraz jego szczytowe natężenie przepływu były większe w ćwiartkach tylnych. Autorzy sugerują także, że wpływ na przepływ mleka w ćwiartce wymienia mają m.in. cechy anatomiczne i funkcjonalne pojedynczego strzyka.

W tabeli 2 zawarto wyniki dotyczące zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju w kolejnych laktacjach. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ kolejnych laktacji na wszystkie analizowane parametry. Stwierdzono, że w miarę rosnącego wieku zwierzęcia następował wzrost dobowej wydajności i przewodności mleka w poszczególnych ćwiartkach wymienia. Średnie dotyczące przewodności elektrycznej mleka uzyskane w badaniach własnych nie sugerowały występowania zaburzeń gruczołu mlekowego, lecz na podstawie rosnącej wartości tego parametru w kolejnych laktacjach można sądzić o większej podatności

Tabela 2. Zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju w kolejnych laktacjach

Table 2. Dependencies between individual udder quarters and their daily milk yields, electric conductivity and peak and mean milk flows during milking in successive lactations

Cecha Trait	Ćwiartka Quarter	Laktacje – Lactations											
		1			2			3			4		
		N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Wydajność (kg) Yield (kg)	PL	19 045	2,7 ABC	1,05 ABC	15 004	3,2 ABC	1,27 ADE	18 158	3,1 ABC	1,20 BDF	18 130	3,1 ABC	1,29 CEF
	TL	19 045	3,5 ADE	1,23 ABC	15 004	4,1 ADE	1,48 AD	18 158	4,2 ADE	1,55 BE	18 130	4,6 ADE	1,54 CDE
	PP	19 045	2,9 BDF	1,17 ABC	15 004	3,4 BDF	1,18 ADE	18 158	3,5 BDF	1,34 BDF	18 130	3,5 BDF	1,56 CEF
	TP	19 045	3,4 CEF	1,26 ABC	15 004	3,9 CEF	1,43 ADE	18 158	4,3 CEF	1,49 BDF	18 130	4,0 CEF	1,83 CEF
Przewodność elektryczna ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Electric conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	PL	18 557	5 317 ABC	583,31 ABC	14 522	5 585,07 AB	553,12 ADE	17 678	5 609 ABC	721,95 BD	17 838	5 602 ABC	663,43 CE
	TL	18 803	5 366 AD	522,39 ABC	14 490	5 497 ACD	567,29 ADE	17 734	5 556 A	577,09 BD	17 950	5 565 AD	662,37 CE
	PP	18 727	5 343 BDE	538,88 ABC	14 658	5 532 BCE	554,76 ADE	17 871	5 571 BD	592,54 BD	17 084	5 561 BE	690,41 CE
	TP	18 827	5 374 CE	531,20 ABC	14 851	5 595 DE	673,46 ADE	17 839	5 553 CD	586,36 BDF	16 081	5 630 CDE	648,40 CEF
Przepływ szczytowy (kg/min) Peak flow (kg/min)	PL	18 581	1,31 ABC	0,37 ABC	14 522	1,36 ABC	0,38 AD	17 679	1,37 BC	0,42 BD	17 841	1,37 ABC	0,41 C
	TL	18 784	1,48 AD	0,41 ABC	14 486	1,55 AD	0,39 AD	17 733	1,57 ADE	0,46 BDF	17 940	1,55 AD	0,41 CE
	PP	18 728	1,39 BDE	0,39 ABC	14 671	1,48 BDE	0,41 ADE	17 869	1,52 BDF	0,47 BDF	17 099	1,51 BDE	0,45 CEF
	TP	18 845	1,49 CE	0,40 ABC	14 853	1,56 CE	0,40 ADE	17 840	1,65 CEF	0,50 BDF	16 802	1,54 CE	0,39 CEF
Przepływ średni (kg/min) Mean flow (kg/min)	PL	19 045	0,90 ABC	0,33 ABC	14 872	0,92 ABC	0,33 ADE	17 984	0,93 ABC	0,36 BD	18 130	0,94 ABC	0,36 CE
	TL	19 045	1,00 AD	0,34 ABC	14 824	1,04 AD	0,35 AD	18 158	1,05 ADE	0,40 BDE	18 130	1,05 AD	0,34 CE
	PP	19 045	0,93 BDE	0,33 ABC	15 004	0,99 BDE	0,37 ADE	18 158	1,03 BDF	0,40 BDF	18 130	0,97 BD	0,43 CEF
	TP	18 843	1,00 CE	0,31 ABC	14 853	1,04 CE	0,32 ADE	17 840	1,11 CEF	0,39 BDF	16 802	1,03 C	0,31 CEF

Ćwiartki: PL – przednia lewa, TL – tylna lewa, PP – przednia prawa, TP – tylna prawa.

Średnie oznaczone tymi samymi literami A, B, C różnią się statystycznie wysoce istotnie ($P \leq 0,01$).

Przy średnich oznaczono różnice między ćwiartkami w obrębie laktacji. Przy odchyleniu standardowym oznaczono różnice między laktacjami w obrębie wybranej ćwiartki.

Quarters: PL – fore left, TL – hind left, PP – fore right, TP – hind right.

Means denoted with identical letters A, B, C differ statistically highly significantly ($P \leq 0.01$).

Differences between quarters within lactation are marked next to means. Differences between lactations within the selected quarter are marked next to standard deviation.

na to schorzenie u krów starszych. Autorzy w większości badań wykazali istotną zależność między kolejnymi laktacjami a liczbą elementów komórkowych w mleku. Wzrost liczby komórek somatycznych w mleku pochodzącym z kolejnych laktacji stwierdzili: JAARTSVELT i IN. (1983), NG-KWAI-HANG i IN. (1984), SENDER i IN. (1987), DORYNEK i IN. (1998), GÓRSKA i IN. (1999) oraz PYTLEWSKI i IN. (2002). Z kolei BAKKEN (1981) dowiódł, że wraz z rosnącym wiekiem krów powiększało się ryzyko nowej infekcji, przy jednoczesnym osłabieniu tendencji do wyzdrowienia.

W badaniach własnych wykazano także wzrost, lecz tylko do trzeciej laktacji, przepływu szczytowego i średniego mleka podczas doju. Badając zależności analizowanych cech między poszczególnymi ćwiartkami w obrębie kolejnych laktacji, wykazano, że największą dobową wydajnością mleczną, przewodnością mleka oraz przepływem szczytowym i średnim podczas doju charakteryzowały się ćwiartki tylne wymienia. Spośród ćwiartek tylnych najkorzystniejszą dobową wydajnością mleka odznaczały się ćwiartki lewe, natomiast prawe cechowały się większym przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju. Biorąc pod uwagę przewodność elektryczną mleka, wykazano, że średnie wartości tego parametru w kolejnych laktacjach były charakterystyczne dla gruczołu zdrowego. W laktacjach pierwszych, drugich oraz czwartych i dalszych największą przewodnością elektryczną mleka odznaczały się ćwiartki tylne prawe, natomiast w laktacjach trzecich cechowały się one najmniejszą wartością tego wskaźnika. Analiza statystyczna wykazała, że poszczególne ćwiartki wymienia różnią się istotnie między sobą ($P \leq 0,01$) pod względem tego parametru. W laktacjach pierwszych ćwiartki tylne prawe różniły się pod względem przewodności mleka z obydwoma ćwiartkami przednimi, w laktacjach drugich odnotowano różnice między ćwiartkami tylnymi prawymi a tylnymi lewymi i prawymi przednimi, a w laktacjach czwartych i dalszych gruczoły tylne prawe różniły się od wszystkich pozostałych ćwiartek. Podobnie w laktacjach trzecich: ćwiartki przednie prawe – o największej przewodności elektrycznej mleka – różniły się pod względem tej cechy od pozostałych ćwiartek. Analizując przepływy szczytowe i średnie w kolejnych laktacjach, stwierdzono, że największymi wartościami tych cech charakteryzowały się ćwiartki tylne.

W tabeli 3 zamieszczono wyniki dotyczące zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju w poszczególnych fazach laktacji. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ ($P \leq 0,01$) fazy laktacji na analizowane parametry. Największą dobową wydajnością mleka charakteryzowały się poszczególne ćwiartki wymienia w pierwszej fazie laktacji (do 40. dnia po wycieleniu), następnie ich produktywność, w miarę zaawansowania laktacji, stopniowo spadała. Dla tej cechy mleczności odnotowano istotne statystycznie różnice ($P \leq 0,01$) między średnimi wartościami z poszczególnych faz laktacji w obrębie poszczególnych ćwiartek wymienia (poza jednym wyjątkiem: ćwiartki tylnej lewej, która cechowała się jednakową wydajnością mleka w dwóch pierwszych fazach laktacji). Biorąc pod uwagę przewodność elektryczną mleka charakteryzującą poszczególne ćwiartki wymienia w wyodrębnionych fazach laktacji, można stwierdzić wzrost wartości tego wskaźnika w trzech pierwszych okresach laktacji oraz spadek w fazie czwartej (> 200 dni). We wszystkich ćwiartkach wymienia przewodność elektryczna mleka pochodzącego

Tabela 3. Zależności między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich dobową wydajnością mleczną, przewodnością elektryczną oraz przepływem szczytowym i średnim mleka podczas doju w poszczególnych fazach laktacji

Table 3. Dependencies between individual udder quarters and their daily milk yields, electric conductivity and peak and mean milk flows during milking in individual stages of lactation

Cecha Trait	Ćwiartka Quarter	Fazy laktacji – Stages of lactation											
		≤ 40 dni – days			41-100 dni – days			101-200 dni – days			> 200 dni – days		
		N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Wydajność (kg) Yield (kg)	PL	3 456	3,5 ABC	1,11 ABC	16 292	3,4 ABC	1,14 ADE	26 509	3,1 ABC	1,21 BDF	24 080	2,6 ABC	1,15 CEF
	TL	3 456	4,5 ADE	1,35 AB	16 292	4,5 ADE	1,41 CD	26 509	4,2 ADE	1,54 ACE	24 080	3,7 AD	1,42 BDF
	PP	3 456	3,8 BDF	1,27 ABC	16 292	3,7 BDF	1,38 ADE	26 509	3,4 BDF	1,32 BDF	24 080	2,9 BDE	1,23 CEF
	TP	3 456	4,1 CEF	1,48 ABC	16 292	4,3 CEF	1,46 ADE	26 509	4,0 CEF	1,56 BDF	24 080	3,7 CE	1,51 CEF
Przewodność elektryczna (μS/cm) Electric conductivity (μS/cm)	PL	3 449	5 492 Aa	644,04 AB	16 062	5 504 Aa	596,13 C	25 992	5 545 AB	657,41 ACD	23 092	5 516 ABa	674,74 BD
	TL	3 436	5 461 A	570,87 Aa	16 121	5 480 ABC	510,42 Ba	25 934	5 524 ACD	600,79 ABC	23 486	5 477 AC	630,03 C
	PP	3 366	5 443 Ab	588,34 ABC	16 012	5 519 Ba	642,80 AD	25 763	5 503 BCE	576,65 Ba	23 199	5 485 BD	609,82 CDa
	TP	3 345	5 474 b	572,79 ABC	15 923	5 514 C	560,51 AD	25 730	5 553 DE	608,23 BDE	23 320	5 529 CDa	664,47 CE
Przepływ szczytowy (kg/min) Peak flow (kg/min)	PL	3 449	1,42 ABC	0,44 ABC	16 063	1,36 ABC	0,40 A	26 007	1,34 ABC	0,41 B	23 104	1,34 ABC	0,38 C
	TL	3 436	1,57 A	0,42 ABC	16 118	1,54 ADE	0,41 A	25 932	1,52 ADE	0,43 B	23 457	1,54 ADE	0,42 C
	PP	3 366	1,56 B	0,48 ABC	16 018	1,47 BDF	0,43 A	25 781	1,47 BDF	0,44 B	23 202	1,47 BDF	0,43 C
	TP	3 345	1,56 C	0,43 ABC	15 927	1,56 CEF	0,42 CEF	25 738	1,56 CEF	0,43 CEF	23 330	1,56 CEF	0,43 CEF
Przepływ średni (kg/min) Mean flow (kg/min)	PL	3 451	1,00 ABC	0,36 ABC	16 180	0,94 ABC	0,34 ADE	26 347	0,92 ABC	0,35 BD	24 053	0,89 ABC	0,35 CE
	TL	3 456	1,07 AD	0,35 ABC	16 292	1,04 AD	0,34 A	26 340	1,03 AD	0,36 BD	24 069	1,03 AD	0,37 CD

Tabela 3 – cd. / Table 3 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	PP	3 456	1,05 B	0,42 ABC	16 292	0,98 BDE	0,37 A	26 509	0,97 BDE	0,39 B	24 080	0,97 BDE	0,38 Ca
	TP	3 345	1,04 CD	0,33	15 927	1,04 CE	0,33	25 737	1,05 CE	0,34	23 329	1,04 CE	0,34

Ćwiartki: PL – przednia lewa, TL – tylna lewa, PP – przednia prawa, TP – tylna prawa.

Średnie oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie: A, B, C – wysoce istotnie ($P \leq 0,01$), a, b, c – istotnie ($P \leq 0,05$). Przy średnich oznaczono różnice między ćwiartkami w obrębie fazy laktacji. Przy odchyleniu standardowym oznaczono różnice między fazami laktacji w obrębie wybranej ćwiartki.

Quarters: PL – fore left, TL – hind left, PP – fore right, TP – hind right.

Means denoted with identical letters differ statistically: A, B, C – highly significantly ($P \leq 0.01$), a, b, c – significantly ($P \leq 0.05$). Differences between quarters within stage of lactation are marked next to mean. Differences between stages of lactation within the selected quarter are marked next to standard deviation.

z czwartego okresu laktacji różniła się pod względem statystycznym od wartości największej tego wskaźnika, która była charakterystyczna dla trzeciej fazy laktacji (między 101. a 200. dniem doju). Rezultaty świadczące o rosnącej liczbie elementów komórkowych w mleku miarę postępującej laktacji uzyskali: DORYNEK i KLIKS (1998), PYTLEWSKI i DORYNEK (2000), SAWA i IN. (2000) oraz PYTLEWSKI i IN. (2002). HAMMER i IN. (2012) stwierdzili, że w okresie od 10. do 29. dnia laktacji ćwiartki były najbardziej narażone na ryzyko wystąpienia mastitis. Autorzy ci nie wykazali związku między położeniem ćwiartek na wymieniu a ich podatnością na zespół zapalenia wymienia. TAMBURINI i IN. (2010) wykazali, że krowy z subkliniczną formą mastitis miały większy maksymalny przepływ mleka w czasie doju w ciągu trzech pierwszych miesięcy od porodu niż krowy zdrowe. Analizując w badaniach własnych przepływy szczytowe i średnie mleka w obrębie poszczególnych ćwiartek wymienia w kolejnych fazach laktacji, odnotowano w przypadku ćwiartek tylnych prawych brak wpływu okresu laktacji na wartość wyżej wymienionych parametrów. W przypadku pozostałych ćwiartek wymienia największą wartość przepływu szczytowego i średniego podczas doju stwierdzono w pierwszej fazie laktacji. W przypadku tych ćwiartek uzyskana wartość przepływu szczytowego i średniego w pierwszych 40 dniach laktacji różniła się od średnich wyliczonych dla pozostałych okresów laktacji ($P \leq 0,01$). Rozpatrując wartości analizowanych parametrów uzyskane z poszczególnych ćwiartek w obrębie faz laktacji, wykazano, że większą dobową produktywnością mleka charakteryzowały się ćwiartki tylne niż przednie. Spośród tylnych ćwiartek większą dobową produkcją mleka odznaczały się gruczoły lewe, a spośród ćwiartek przednich – gruczoły prawe. W badaniach wykazano, że mleko pochodzące z ćwiartek tylnych lewych cechowało się mniejszą przewodnością elektryczną w obrębie poszczególnych faz laktacji niż mleko z pozostałych ćwiartek. Przepływ szczytowy i średni podczas doju był mniejszy w obrębie poszczególnych okresów laktacji w ćwiartkach przednich niż w tylnych. Najmniejszą wartość wymienionych wskaźników uzyskano w ćwiartkach przednich lewych.

W tabeli 4 zawarto wyniki dotyczące podziału poszczególnych ćwiartek wymienia ze względu na ich status zdrowotny określony na podstawie pomiaru przewodności

Tabela 4. Status zdrowotny poszczególnych ćwiartek wymienia określony na podstawie pomiaru przewodności elektrycznej mleka

Table 4. Health status of individual udder quarters determined on the basis of measurement of electric milk conductivity

	Ćwiartka Quarter	Status zdrowotności Health status		Razem Total
		chore – sick	zdrowe – healthy	
PL	Ogółem – Total			
	N	2 110	66 485	68 595
	%	3,08	96,92	100
	Udział PL chorych / PL zdrowych wśród wszystkich ćwiartek ogółem (%)	0,77	24,24	25,01
	Share of PL sick / PL healthy in all quarters total (%)			
	Udział PL wśród wszystkich ćwiartek chorych / wśród wszystkich ćwiartek zdrowych (%)	34,09	24,80	
TL	Ogółem – Total			
	N	1 227	67 750	68 977
	%	1,78	98,22	100
	Udział TL chorych / TL zdrowych wśród wszystkich ćwiartek ogółem (%)	0,45	24,71	25,16
	Share of TL sick / TL healthy in all quarters total (%)			
	Udział TL wśród wszystkich ćwiartek chorych / wśród wszystkich ćwiartek zdrowych (%)	19,83	25,28	
PP	Ogółem – Total			
	N	1 605	66 711	68 316
	%	2,35	97,65	100
	Udział PP chorych / PP zdrowych wśród wszystkich ćwiartek ogółem (%)	0,58	24,33	24,91
	Share of PP sick / PP healthy in all quarters total (%)			
	Udział PP wśród wszystkich ćwiartek chorych / wśród wszystkich ćwiartek zdrowych (%)	25,93	24,89	
TP	Ogółem – Total			
	N	1 247	67 093	68 340
	%	1,82	98,18	100
	Udział TP chorych / TP zdrowych wśród wszystkich ćwiartek ogółem (%)	0,45	24,47	24,92
	Share of TP sick / TP healthy in all quarters total (%)			
	Udział TP wśród wszystkich ćwiartek chorych / wśród wszystkich ćwiartek zdrowych (%)	20,15	25,03	
Wszystkie ćwiartki ogółem All quarters total	N	6 189	268 039	274 228
	%	2,26	97,74	100,00
		100	100	100
TEST FISHERA – FISHER'S TEST				
		$F_{obl.} > F_{tab}$	0,001	

Ćwiartki: PL – przednia lewa, TL – tylna lewa, PP – przednia prawa, TP – tylna prawa.

Quarters: PL – fore left, TL – hind left, PP – fore right, TP – hind right.

elektrycznej mleka. Test Fishera wykazał zależność między poszczególnymi ćwiartkami wymienia a ich zdrowotnością określoną na podstawie przewodności mleka. Ćwiartki chore w pomiarach przewodności mleka stanowiły 2,26%. Wykazano, że największy udział (34,09%) wśród ćwiartek chorych stanowiły gruczoły przednie lewe, a najmniejszy tylne lewe (19,83%). Najprawdopodobniej ćwiartki przednie były bardziej podatne na stany zapalne ze względu na większą ekspozycję na czynniki środowiska zewnętrznego głównie na urazy mechaniczne, przeciągi itp. niż ćwiartki tylne.

Podsumowanie

W wyniku badań przeprowadzonych w stadzie krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej wykazano, że większą dobową wydajnością mleczną charakteryzowały się ćwiartki tylne wymienia w porównaniu z przednimi. Spośród ćwiartek tylnych korzystniejszymi rezultatami odznaczały się ćwiartki lewe.

Analizując przewodność elektryczną mleka pozyskanego z poszczególnych ćwiartek wymienia stwierdzono, że najkorzystniejszą wartość tego parametru miało mleko z ćwiartek tylnych lewych.

W przypadku przepływu szczytowego i średniego mleka podczas doju najgorszymi rezultatami charakteryzowały się ćwiartki przednie lewe.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ numeru laktacji i fazy laktacji na badane cechy w poszczególnych ćwiartkach wymienia.

Analizując zdrowotność gruczołu mlekowego na podstawie wartości przewodności elektrycznej mleka z poszczególnych ćwiartek wymienia, stwierdzono, że gruczoły mleczne przednie cechowały się większą podatnością na stany zapalne niż gruczoły tylne.

W pracy hodowlanej należy dążyć do wyrównania wymion pod względem pokroju i cech produkcyjnych.

Literatura

- BAKKEN G., 1981. Subclinical mastitis in Norwegian dairy cows. *Acta Agric. Scand.* 31:273-276.
- BERGLUND I., PETTERSON G., OSTENDDON K., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., 2007. Quarter milking for improved detection of increased SCC. *Reprod. Domest. Anim.* 42: 4237-4243.
- DORYNEK Z., KLIKS R., 1998. Wpływ wybranych czynników na kształtowanie się liczby komórek somatycznych w mleku krów. *Rocz. AR Pozn. 302, Zootech.* 50: 91-95.
- DORYNEK Z., KLIKS R., MUSIAŁOWSKI M., 1998. Stan zdrowotny gruczołu mlekowego na podstawie zawartości komórek somatycznych w mleku oraz jego wpływ na użyteczność mleczną krów. *Rocz. AR Pozn. 302, Zootech.* 50: 97-101.
- FORSBÄCK L., LINDMARK-MÄNSSON H., ANDREN A., AKERSTEDT M., ANDREE L., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., 2010. Day-to-day variation in milk yield and milk composition at the udder-quarter level. *J. Dairy Sci.* 93: 3569-3577.
- GÓRSKA A., LITWIŃCZUK Z., NIEDZIAŁEK G., 1999. Wpływ wybranych czynników środowiskowych na liczbę komórek somatycznych w mleku krów utrzymywanych w gospodarstwach indywidualnych regionu Podlasia. *Zesz. Nauk. PTZ* 47: 79-84.

- HAMMER J.F., MORTON J.M., KERRISK K.L., 2012. Quarter-milking-, quarter-, udder- and lactation-level risk factors and indicators for clinical mastitis during lactation in pasture fed dairy cows manager in an automatic milking system. *Aust. Vet. J.* 90: 167-174.
- HOVINEN M., PYÖRÄLÄ S., 2011. Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.* 94: 547-562.
- JAARTSVELD F.H.J., PUFFEN E., OSKAM J., TIELEN M.J.M., VERSTEGEN M.W.W., ALBERTS G.A.A., 1983. Somatic cell counts in milk of dairy cows in relations to stage of lactation, age, production level and presence of pathogens. *Neth. Milk Dairy J.* 37: 79-90.
- JĘDRUŚ A., 2013. Nowoczesny dój w małej oborze. *Hod. Chów Bydła* 6: 32-35.
- KUCZAJ M., 2010. Hodowla bydła, standardy unijne i krajowe. Wyd. UP, Wrocław.
- NG-KWAI-HANG K.F., HAYES J.F., MOXLEY J.E., MONARDES H.G., 1984. Variability of test-day milk production and composition and relations of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 67: 361-366.
- NIELSEN M., DELUYKER H., SCHUKKEN Y.H., BRAND A., 1992. Electrical conductivity of milk: measurement modifier, and meat analysis of mastitis detection performance. *J. Dairy Sci.* 75: 606-614.
- NORBERG E., 2005. Electrical conductivity of milk as phenotype and genetic indicator of bovine mastitis. *Livest. Prod. Sci.* 96: 129-139.
- NOWAK C., GREGA T., GARDZINA E., 1990. Rozpoznanie zapalenia wymienia u krów przez pomiar przewodności elektrycznej mleka. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 235, *Mechaniz. Energ. Roln.* 8: 11-21.
- OLDE-RIEKERINK R.G.M., BARKEMA H.W., VEENSTRA W., BERG F.E., STRYHN H., ZADOKS R.N., 2007. Somatic cell count during and between milkings. *J. Dairy Sci.* 90: 3733-3741.
- PYTLEWSKI J., DORYNEK Z., 2000. Wpływ wybranych czynników na zawartość komórek somatycznych w mleku krów. *Rocz. AR Pozn.* 330, *Zootech.* 52: 99-112.
- PYTLEWSKI J., DORYNEK Z., ANTKOWIAK I., KRYSZKIEWICZ Cz., 2002. Wpływ wybranych czynników na zawartość komórek somatycznych w mleku krów holsteińsko-fryzjskich. *Rocz. AR Pozn.* 350, *Zootech.* 54: 47-55.
- SAS® user's guide. Statistics version 9.2 edition. 2011. SAS Insitute, Cary, NC, USA.
- SAWA A., CHMIELNIK H., BOGUCKI M., CIEŚLAK M., 2000. Wpływ wybranych czynników pozagenetycznych na wydajność, skład i zawartość komórek somatycznych w mleku wysoko wydajnych krów. *Zesz. Nauk. PTZ* 51: 165-170.
- SENDER G., GŁĄBÓWNA M., BASSALIK-CHABIELSKA L., 1987. Środowiskowe uwarunkowanie liczby komórek somatycznych w mleku krów. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 332: 165-172.
- TAMBURINI A., BAVA L., PICCINI R., ZECCONI A., ZUCALI M., SANDRUCCI A., 2010. Milk emission and udder healthy status in primiparous dairy cows during lactation. *J. Dairy Sci.* 77: 13-19.
- WEISS D., WEINFURTNER M., BRUCKMAIRER R.M., 2004. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 3280-3289.

DAILY MILK YIELD AND SUSCEPTIBILITY TO MASTITIS IN COWS KEPT IN THE INDIVIDUAL QUARTER MILKING SYSTEM

Summary. The aim of the study was to determine daily milk yields from individual udder quarters in cows and their susceptibility to mastitis established on the basis of electric conductivity of milk. Analyses were conducted in the period from 1.09.2010 to 31.12.2011 in a herd (137 head) of black-and-white Holstein-Friesian cows. Data for analyses were obtained from the DelPro

programme operating milking robots by DeLaval. The analyses showed that hind quarters are characterised by greater daily milk yields in comparison to fore quarters. In terms of hind quarters more advantageous daily milk yields were recorded for left quarters. When analysing electric conductivity of milk collected from individual udder quarters the most advantageous value of this parameter was found in milk coming from left hind quarters. In terms of peak and mean milk flow during milking the worst results were found for left fore quarters. Statistical analysis showed a significant effect of lactation rank and its phase on investigated traits of individual udder quarters. When analysing health status of the mammary glands based on electric conductivity of milk collected from individual udder quarters it was found that fore mammary glands were more susceptible to inflammation in comparison to hind glands. The breeding work should seek to align the lists in terms of conformation and production traits.

Key words: quarter milking of cows, milk yield, electric conductivity of milk, mastitis

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Jarosław Pytlewski, Katedra Hodowli Bydła i Produkcji Mleka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 A, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: jarekpyt@jay.up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

18.11.2013

Do cytowania – For citation:

Pytlewski J., Antkowiak I., Kasperski R., Skrzypek R., 2014. Dobowa wydajność mleka i podatność na mastitis krów w ćwiartkowym systemie udojowym. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #1.