

Parametry mleczności i doju krów wybranych ras mlecznych w oborach wyposażonych w automatyczny system doju

Bogumił Sobczyński¹, Dariusz Piwczyński^{1*}, Beata Sitkowska¹,
Magdalena Kolenda¹, Katarzyna Piecuch²

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Katedra Biotechnologii i Genetyki Zwierząt;
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz,

²Kombinat Rolny Kietrz Sp. z o.o., ul. Zatorze 2, 48-130 Kietrz
*e-mail: darekp@utp.edu.pl

Międzynarodowa Sieć Gospodarstw Porównawczych (IFCN, 2018) podaje, że w 2016 r. na świecie mleko pozyskiwano od 370,7 mln krów i bawołów w 119,6 mln gospodarstw. Przeciętnie w gospodarstwie utrzymywano 3,1 krowy charakteryzujące się średnią roczną wydajnością mleka na poziomie 2200 kg. Łączna produkcja mleka (krowiego, bawolego, owczego, koziego i wielbłądziego) na świecie w 2016 r. osiągnęła poziom 845 mln t mleka standaryzowanego (ECM – 4,0% tłuszczu i 3,3% białka). W Polsce w 2016 r. produkcja mleczarska stanowiła źródło dochodu 270 tys. gospodarstw rolnych (GUS, 2017). Z pogłowiem krów liczącym 2152,9 tys. szt., produkcją 13 305 mln l i przeciętnym w 305-dniowej laktacji udojem mleka od jednej krowy wynoszącym 6335 kg (PFHBiPM, 2017) Polska jest liczącym się producentem mleka zarówno w Europie, jak i na świecie.

Rasa bydła holsztyńsko-fryzyjska (HF) jest najbardziej rozpowszechniona na świecie – występuje w 128 krajach. W Polsce stanowi ona około 85% pogłowia (Litwińczuk i Barłowska, 2015; PFHBiPM, 2017). W 2016 r. udział tej rasy w pogłowie krów objętych oceną użyteczności wyniósł 89%. Polska odmiana HF od 2005 r. występuje pod nazwą PHF – polska holsztyńsko-fryzyjska (Kuczaj i in., 2008). W polskich stadach występują dwie odmiany tej rasy: czarno-biała – 86% i czerwono-biała – 3%. Do Polski pierwsze jałówki rasy HF odmiany czarno- i czerwono-białej sprowadzono z USA w 1973 r. Niezaprzeczną zaletą rasy PHF obydwu odmian jest wysoka wydajność mleka. Dodatkowym atrybutem od-

miany czerwono-białej jest wysoka przydatność do opasu zarówno systemem ekstensywnym, jak i półintensywnym, stąd też najwięcej osobników tej odmiany hoduje się na południu Polski (Litwińczuk i Barłowska, 2015; PFHBiPM, 2017). Drugą i coraz bardziej popularną w Polsce rasą krów mlecznych jest Simental, której pogłowie stale rośnie i obecnie liczy około 100 tys. szt., w tym 10 454 krowy pod kontrolą użyteczności mlecznej (PFHBiPM, 2017). Ze względu na mniejsze wymagania, zarówno klimatyczne jak i środowiskowe, rasa ta może być utrzymywana w trudniejszych warunkach – nie obniżając przy tym jakości mleka. W związku z tym hodowla simentali koncentruje się głównie w Bieszczadach (Litwińczuk i Barłowska, 2015), tym samym na Podkarpaciu znajdowało się w 2013 r. aż 30% ocenianych krów tej rasy (PZHBS, 2018). Trzecią, najbardziej popularną mleczną rasą bydła w Polsce jest francuska rasa Montbeliarde (PFHBiPM, 2017). Jest to bydło o doskonałej opłacalności, produkujące dużo mleka o bardzo dobrej jakości. Zainteresowanie hodowców rasą Montbeliarde w Polsce szybko wzrasta. Oceną użyteczności w 2017 r. było objęte 3117 krów (PFHBiPM, 2017; Gołębiowski i Brzozowski, 2009; Trela, 2003).

Szacuje się, że na świecie pod koniec 2017 r. ponad 35 tys. gospodarstw korzystało z automatycznego doju (Salfer i in., 2017). W Polsce krowy są dojone przez roboty udojowe od 2008 r. (Głowicka-Wołoszyn i in., 2010; Winnicki i in., 2010). Z licznych prezentacji dotyczących stopnia robotyzacji gospodarstw w Polsce dowiadujemy się, że aktualna ich liczba jest szacowana na

ponad 500 szt. Ze względu na istniejącą strukturę rasową bydła mlecznego na świecie, jak i w Polsce, badania nad wpływem doju automatycznego na cechy mleczności są prowadzone głównie na bydło holsztyńsko-fryzyjskim (Sitkowska i in., 2014). Z tego względu podjęcie badań na bydło innych ras należy uznać za uzasadnione.

Celem pracy była analiza wybranych parametrów doju – rejestrowanych przez automatyczny system doju – wybranych ras i odmian bydła w Polsce: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno- i czerwono-białej oraz ras Montbeliarde i Simental.

Material i metody

Badaniami objęto 136 pierwiastek 4 mlecznych ras i odmian bydła: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (HO) (80 szt.), polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (RW) (25 szt.), Montbeliarde (MO) (16 szt.) i Simental (SM) (15 szt.) użytkowanych w dwóch stadach na terenie Polski. W pierwszym stadzie kontrolowano parametry doju 81 (HO – 68 szt., RW – 13 szt.), a w drugim 55 szt. pierwiastek (HO – 12 szt., RW – 12 szt., SM – 15 szt., MO – 16 szt.). Obory, w których przebywały zwierzęta, były wyposażone w automatyczny system doju (AMS) firmy Lely (model Astronaut A4) oraz wolnostanowiskowy i bezściółkowy system utrzymania. W pierwszej z obór znajdowały się 3 roboty udojowe – 1 jednoramienny i 2 dwuramienne, a w drugiej – 1 robot dwuramienny. Badane pierwiastki przebywały na stanowiskach rusztowych ze zgarniaczami samojezdnymi firmy Lely. W obydwu stadach zwierzęta były żywione w systemie PMR. Warunki utrzymania i żywienia kontrolowanych pierwiastek były jednolite przez cały okres prowadzonych badań. Przeciętna liczba dojonych krów przypadających na jednostkę udojową w obydwu oborach wynosiła 60–64 szt. Oceniane pierwiastki kontrolowano w zakresie (wskaźniki dobowe): wydajności mlecznej (MY), częstotliwości doju (MF), szybkości doju (MS),

średniego czasu przebywania w boksie podczas doju (BT), czasu od podłączenia do pierwszych strug mleka (DMT), ilości prób podłączenia (AN) oraz czasu podłączania aparatu udojowego (AT). Wymienione wskaźniki mleczności analizowano za okres od 5. do 305. dnia laktacji. Łącznie w badaniach rozważano 39 002 dobowe wskaźniki związane z dojem krów pierwiastek. Opracowanie statystyczne zebranego materiału liczbowego przeprowadzono za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji przy zastosowaniu modelu mieszanego (Procedura MIXED) (SAS Institute Inc., 2014), w którym uwzględniono następujące efekty: regresja liniowa na wiek w dniu pierwszego wycielenia (AFC), stały efekt rasy/odmiany (HO, RW, MO, SM), stada (A, B), roku wycielenia (2010–2014), sezonu wycielenia (wiosna: III–V; lato: VI–VIII; jesień: IX–XI; zima: XII–II), miesiąca laktacji (1–10), interakcji rok wycielenia × sezon wycielenia i rasa × miesiąc laktacji oraz losowy efekt krowy (1..136). Istotność różnic między poziomem badanych czynników analizowano za pomocą testu Scheffé.

Wyniki i ich omówienie

Na podstawie zaprezentowanych w tabeli 1 statystyk opisowych można stwierdzić, że w ciągu doby od badanych pierwiastek (bez podziału na rasy) pozyskiwano ponad 23 kg mleka (MY), zwierzęta były przeciętnie dojone przez robot 2,75 razy (MF) z szybkością 2,17 kg/min (MS). Przeciętnie dojone pierwiastki przebywały w boksie udojowym około 6,5 min (BT). Średnia liczba prób podłączenia kubków udojowych do strzyków krowy wyniosła 1,30 razy (AN), co zajmowało średnio 5,75 s (AT). Z kolei, pierwsze porcje mleka od podłączenia kubków płynęły po około 16 s (DMT). Analiza wskaźników zmienności kontrolowanych cech wykazała, że zdecydowanie największą zmiennością (>60%) charakteryzowały się badane zwierzęta w zakresie czasu podłączenia kubków udojowych do wymienia (tab. 1).

Tabela 1. Statystyki opisowe badanych parametrów mleczności i doju
 Table 1. Descriptive statistics of milk and milkings parameters

Cecha – Trait	N	Średnia – Average	SD	CV
MY (kg)	39002	23,32	8,88	38,10
MF liczba dojów/24 godz., – <i>milkings number/24h</i>	39002	2,75	1,04	37,94
MS kg/min	39002	2,17	0,75	34,58
BT sec.	39002	390,68	125,10	32,02
DMT sec.	39002	15,92	5,98	37,60
AN no.	39002	1,30	0,41	31,36
AT sec.	39002	5,75	3,54	61,75
AFC dni, <i>days</i>	39002	809,09	121,58	15,03

MY – wydajność mleczna; MF – częstotliwość doju; MS – szybkość doju; BT – średni czas przebywania w boksie podczas doju; DMT – czas od podłączenia do pierwszych strug mleka; AN – ilość prób podłączenia; AT – czas podłączania aparatu udojowego.

MY – milk yield; MF – milking frequency; MS – milking speed; BT – average box time during milking; DMT – time from cluster attachment to first milk release; AN – number of cluster attachment attempts; AT – cluster attachment time.

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała statystyczny wpływ wieku krów w dniu pierwszego wycielenia (AFC) na MS, BT i DMT. Statystyczny wpływ rasy wykazano wyłącznie w zakresie AN, a roku wycielenia w odniesieniu do MY i MF. Stwierdzono, że statystycznym źródłem zmienności wszystkich rejestrowanych cech był miesiąc laktacji oraz interakcja rasa × miesiąc doju. Ważnym czynnikiem kształtującym zmienność MY, MF, AN i AT była interakcja rok wycielenia × sezon wycielenia. Zaobserwowano ponadto, że przynależność do stada oraz sezon wycielenia nie wpłynęły statystycznie na kontrolowane parametry doju. Analiza średnich arytmetycznych parametrów doju zestawionych w tabeli 2 wykazała, że obie odmiany pierwiastek rasy PHF charakteryzowały się zbliżonym poziomem kontrolowanych parametrów doju. Odmiany HO i RW przewyższały ($P > 0,05$) pierwiastki ras MO i SM w zakresie MY, MF oraz MS, a jednocześnie charakteryzowały się krótszym DMT ($P > 0,05$). Stwierdzono ponadto, że pierwiastki rasy MO ustępowały pozostałym grupom rasowym pod względem wartości cech: MY, MF, DMT, AT ($P > 0,05$) i AN ($P \leq 0,01$). Wykazano, że spośród porównywanych grup samice rasy SM charakteryzowały się najniższą MS, w konsekwencji najdłuższym BT. Podkreślenia wymaga również fakt, że spośród porównywanych grup w przypadku pierwiastek rasy SM ramię robota

udojowego podejmowało najmniej prób skutkujących podłączeniem kubków udojowych do wymion ($P \leq 0,01$). Z tego względu przekładało się to na krótki AT. Korzystne rezultaty pierwiastek SM w tym zakresie w przeciwieństwie do MO mogą być efektem ich spokojniejszego temperamentu i tym samym większej tolerancji na procedurę podłączania kubków udojowych. Hopster i in. (2002), prowadząc badania na grupie krów pierwiastek zwrócili uwagę, że żaden system doju nie powinien skutkować reakcją stresową u zwierząt. Badane grupy rasowe pierwiastek w zakresie kontrolowanych cech charakteryzowały się znaczną zmiennością – współczynnik zmienności od 20,44 do 62,59%. Tak duża zmienność mogła być przeszkodą uznania bardzo wyraźnych różnic między grupami rasowymi za statystyczne. Na możliwość znacznego zróżnicowania rejestrowanych parametrów doju wskazują wyniki prac innych autorów. Piwczyński i in. (2013) stwierdzili, że średnia frekwencja doju w laktacji pierwszej wyniosła 2,79, wyższe wartości notowano w kolejnych laktacjach. W badaniach Sitkowskiej i in. (2018) przy średniej frekwencji doju 2,90 przeciętna wydajność mleka krów dojonych w AMS podczas pierwszej laktacji wyniosła 28,69 kg przy szybkości doju 2,44 kg/min. W badaniach Tremblay i in. (2016) średnia wydajność na robota osiągnęła 1626,80 kg przy obsadzie 50,53 krów na robota, średnia frekwencja doju wynosiła 2,91 na dobę.

Według Jacobs i Siegford (2012) różnice w wydajności krów pierwiastek i wieloródek zależą od dostępu do robota, zdolności adaptacyjnych zwierząt do warunków panujących w oborze i podczas samego procesu doju, ale również – na

co wskazują Madsen i in. (2010) oraz Munksgaard i in. (2011) – od żywienia. Hodowcy, którym zależy na zdrowych i wysoko wydajnych krowach, niezależnie od rasy muszą je obserwować, znać ich strukturę socjalną i relacje między nimi.

Tabela 2. Parametry mleczności i doju w zależności od rasy krów
Table 2. Milk and milkings parameters according to cows' breed

Cecha Trait	Miary statystyczne Statistical measures	Rasa – Breed			
		HO n ₁ = 25363	RW n ₃ = 3728	MO n ₂ = 6439	SM n ₄ = 3472
MY	\bar{x}	24,93	24,56	18,02	19,98
	V _x (%)	34,58	41,02	36,14	42,45
MF	\bar{x}	2,80	2,99	2,43	2,65
	V _x (%)	36,09	43,92	36,62	39,84
MS	\bar{x}	2,36	2,05	1,80	1,56
	V _x (%)	31,89	25,33	36,78	25,04
BT	\bar{x}	380,72	382,19	414,69	428,08
	V _x (%)	34,66	26,77	28,79	20,44
DMT	\bar{x}	14,94	15,32	18,77	18,38
	V _x (%)	36,08	29,57	38,23	36,04
AN	\bar{x}	1,30 Aa	1,32 Bb	1,37 Ca	1,17 ABC
	V _x (%)	31,62	28,46	32,77	24,94
AT	\bar{x}	5,86	5,67	5,98	4,42
	V _x (%)	62,59	56,29	59,28	56,88

MY – wydajność mleczna; MF – częstotliwość doju; MS – szybkość doju; BT – średni czas przebywania w boksie podczas doju; DMT – czas od podłączenia do pierwszych strug mleka; AN – ilość prób podłączenia; AT – czas podłączania aparatu udojowego.

MY – milk yield; MF – milking frequency; MS – milking speed; BT – average box time during milking; DMT – time from cluster attachment to first milk release; AN – number of cluster attachment attempts; AT – cluster attachment time.

AA (aa) – średnie oznaczone jednakowymi wielkimi (małymi) literami różnią się przy P ≤ 0,01 (P ≤ 0,05).

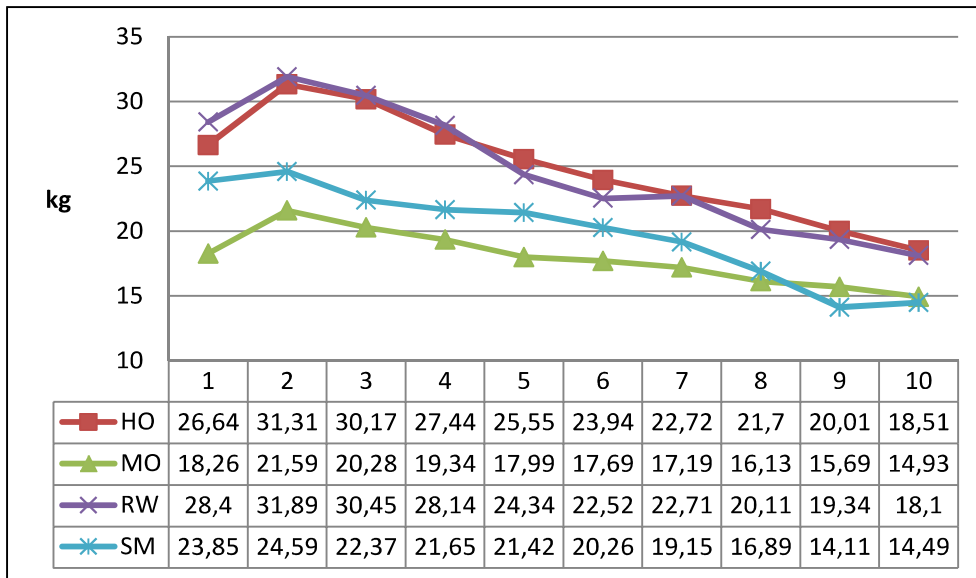
AA (aa) – averages marked with the same capital (small) letters differ at P ≤ 0.01 (P ≤ 0.05).

W badaniach wykazano, że statystycznym źródłem zmienności parametrów doju była interakcja rasa × miesiąc laktacji. Z tego względu wnikliwej analizie poddano średnie arytmetyczne kontrolowanych cech z podziałem na rasę i miesiąc doju (ryc. 1–7).

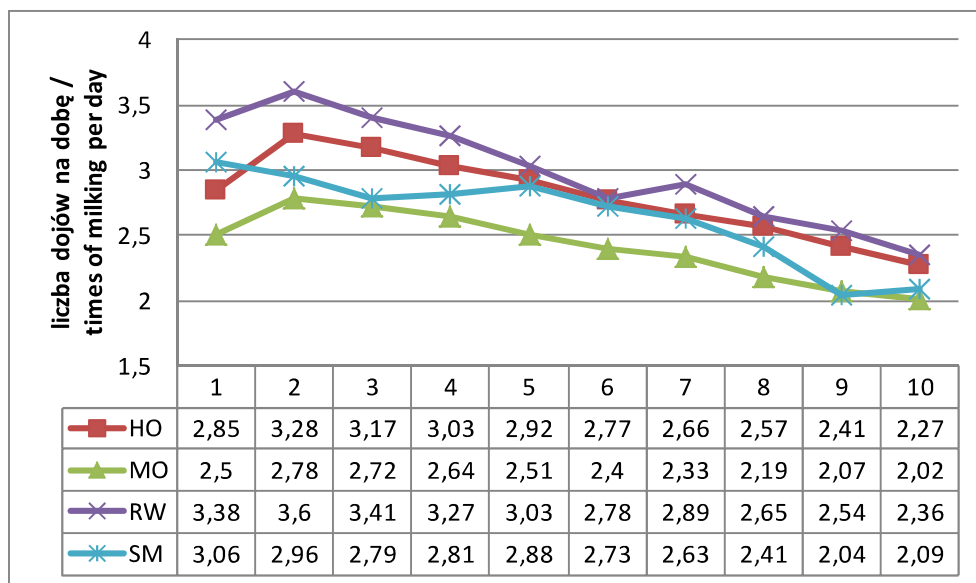
Zaobserwowano, że badane grupy rasowe pierwiastek charakteryzowały się najwyższą MY (ryc. 1) i MF (ryc. 2) na ogół w drugim miesiącu laktacji, od którego następował systematyczny spadek wartości tych cech. Jest to zgodne z wynikami obserwowanymi przez innych badaczy,

ponieważ około 60. dnia po wycieleniu obserwuje się szczyt laktacji (Mazur i Majchrzak, 2015). W badaniach Løvendahl i Chagunda (2011) najwyższą wydajność mleka stwierdzono między 42. a 57. dniem laktacji.

Podkreślenia wymaga fakt, że w grupie samicy SM stosunkowo gwałtowny spadek MY i MF obserwowano od siódmego miesiąca laktacji, jak również maksymalną częstotliwość doju w pierwszym miesiącu laktacji. Z kolei, uzysk mleka pierwiastek rasy MO charakteryzował się dużym wyrównaniem w czasie trwania laktacji.



Ryc. 1. Wydajność dobową mleka (MY) w kolejnych miesiącach laktacji
 Fig. 1. Daily milk yield (MY) in successive months of lactation



Ryc. 2. Dobowa częstotliwość doju (MF) w kolejnych miesiącach laktacji
 Fig. 2. Daily milkings frequency (MF) in successive months of lactation

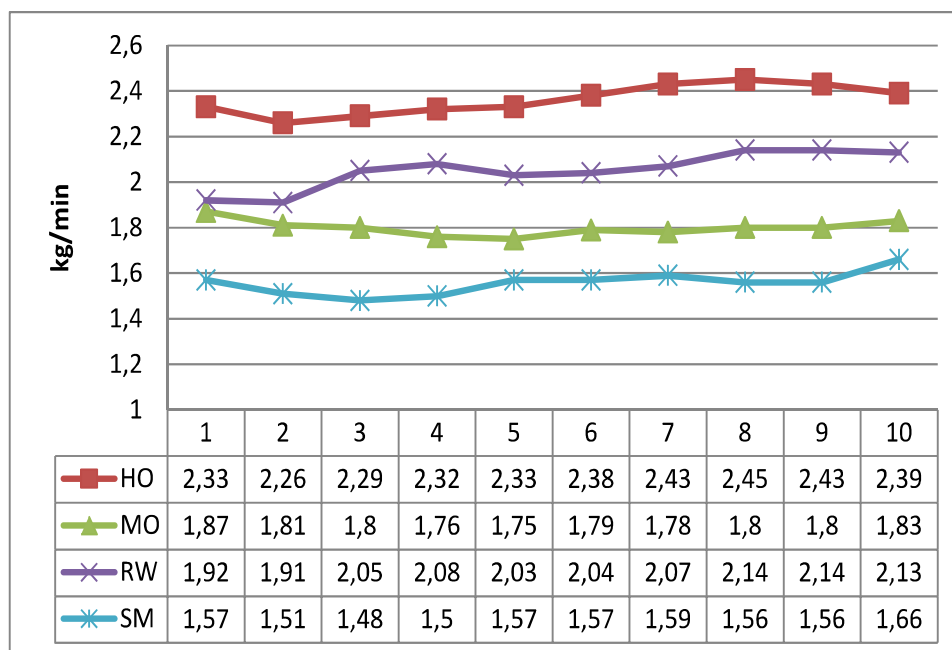
Friggens i Rasmussen (2001) dowodzą, że wydajność mleczna podczas doju jest związana z długością czasu między dojami. Na wzrost MY przy podwyższeniu MF od około 10 do 30% wskazują wyniki wielu badań (Bogucki i in., 2009; Hale i in., 2003; Løvendahl i Chagunda, 2011). Castro i in. (2012) wnioskują, że największy wpływ na MY w robotach udojowych mają

dwie zmienne: liczba krów przypadająca na robot oraz szybkość przepływu mleka. Również w badaniach Sitkowskiej i in. (2015) wykazano istnienie dodatkowej korelacji między czasem doju a MY. W celu możliwej do uzyskania wydajności mlecznej oraz optymalnej liczby dojów krów na dobę bardzo ważne jest prawidłowe dopasowanie odpowiedniej liczby zwierząt do robota (Carlström

in., 2013). Jacobs i Siegford (2012) postulują, żeby nie ograniczać krowom dostępu do robota poprzez zwiększanie ilości zwierząt przypadających na jednostkę AMS, tak aby miały one możliwość samodzielnego wyboru momentu doju.

Analiza miesięcznych wartości MS ukazała, że w przypadku odmian bydła PHF, począwszy od 2. do 8. miesiąca wartość cechy systematycznie rosła, a następnie malała (ryc. 3). Przeciwnie wyniki uzyskali Lubierański i in. (2006), gdzie najwyższa szybkość przepływu mleka występowała na początku a najniższa w końcowej fazie laktacji. Z kolei, pierwiastki z grupy MO charakteryzował stopniowy spadek MS do 5. miesiąca, a następnie systematyczny wzrost do końca laktacji. W przypadku krów rasy SM zaobserwowano niejednorodną tendencję polegającą na stopniowym spadku MS do 3. miesiąca, następnie wzroście do 7., kolejnym spadku do 9. i osiągnięciu wartości maksymalnej tej cechy w 10. miesiącu. W badaniach wykazano, że pierwiastki rasy SM charakteryzowały się najmniejszą (25,04%), a MO największą (36,78%) zmiennością MS. Szybkość doju krów z grupy RW wynosiła 2,05 kg/min, a w grupie MO 1,80 kg/min. Wielu autorów (Litwińczuk

i in., 2016; Pichler, 2008; Sewalem i in., 2010) podkreśla, że przyszłość w nowoczesnej hodowli mają zwierzęta dojące się średnio i szybko, natomiast nie bardzo szybko. Również Choroszy i in. (2010) podkreślają, że krowy o zbliżonej wydajności dziennej i w tym samym stadium laktacji uzyskują różne wartości szybkości doju. Pozwala to wnioskować, że szybkość doju jest cechą osobniczą, a co za tym idzie lepsze rezultaty możemy uzyskać poprzez wybór właściwego dla swojej hodowli buhaja niż poprzez selekcję krów. Van Doormaal (2007) w swoich badaniach wykazał, że dłuższe dojenie wywiera negatywny wpływ na krowy, które stają się bardziej nerwowe i mają kłopoty z zacieleniem, co może zwiększyć ich brakowanie. Zostało to również potwierdzone w badaniach Lubierańskiego i in. (2006). Autorzy ci wnioskuje, że im wyższa szybkość doju, tym lepsza jego organizacja i dzięki temu mniejsze narażenie na czynniki stresogenne. Także wnioski z badań Oltenacu i Broom (2010) zwracają uwagę na czynniki zmniejszające jakość życia krów: problem z zachowaniem dobrostanu oraz niewłaściwe zarządzanie i przez to zmniejszające się możliwości użytkowe zwierząt.

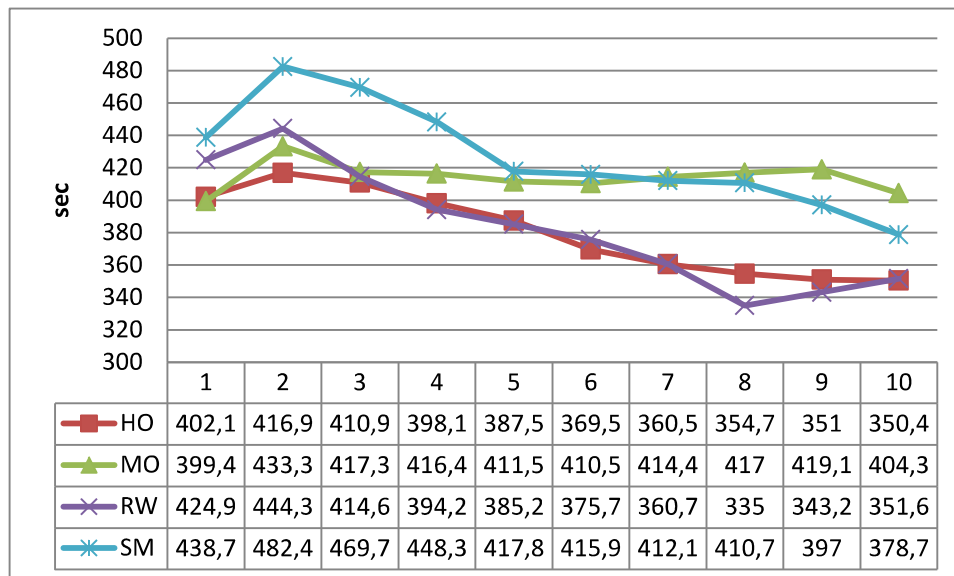


Ryc. 3. Szybkość doju (MS) w kolejnych miesiącach laktacji
 Fig. 3. Milking speed (MS) in successive months of lactation

Analiza średniego czasu przebywania w boksie udojowym (BT) wykazała, że bez względu na grupę rasową pierwiastek najdłuższy był on w 2. miesiącu laktacji, a następnie miało miejsce jego skracanie (ryc. 4).

Interesujące jest, że w przypadku pierwiastek SM skrócenie BT od 2. do 5. miesiąca

laktacji było stosunkowo gwałtowne. Z kolei wśród pierwiastek MO czas spędzony w boksie udojowym był bardzo wyrównany aż do 9. miesiąca laktacji. W badaniach Tremblay i in. (2016) średni czas w robocie sięgał 7 min, a w pracy Sitkowskiej i in. (2017) wynosił aż około 14 min.



Ryc. 4. Średni czas w boksie (BT) w kolejnych miesiącach laktacji

Fig. 4. Average box time (BT) in successive months of lactation

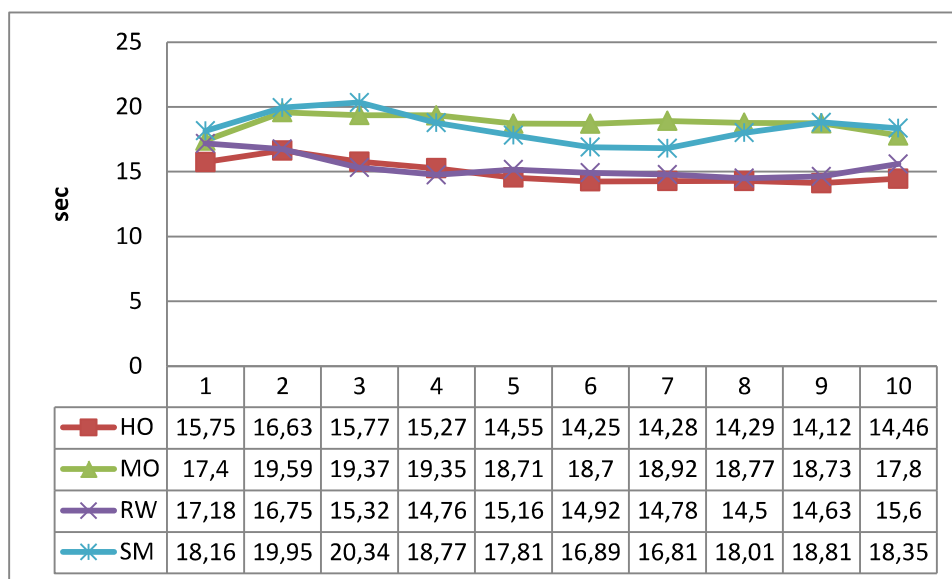
Analizując średni czas do pierwszych strug mleka (DMT) w przypadku ras HO, MO i SM maksymalną wartość cechy stwierdzano w 2. lub 3. miesiącu laktacji, a następnie rejestrowano jej systematyczny spadek (ryc. 5). W odniesieniu do pierwiastek rasy RW zaobserwowano tendencję polegającą na skracaniu się DMT od 1. do 8. miesiąca laktacji. W ostatnich dwóch miesiącach laktacji, w porównaniu do 8. – DMT wydłużył się o 1,1 s. Zdaniem Hogeveen i Ouweltjes (2003), DMT jest związany ze stopniem wypełnienia wymienia; bardziej przepelnione wymaga dłuższego czasu przygotowania do doju. Jednocześnie, odstęp czasu między dojami (Friggens i Rasmussen, 2001; Olechnowicz i in., 2006) ma decydujący wpływ na długość przygotowania do doju; im jest on krótszy, tym czas przed dojem w robocie jest dłuższy. Również faza laktacji krów (Bruckmaier i in., 2001) bezpośrednio łączy się z DMT; zwierzęta w dalszych fazach laktacji wymagały dłuższego czasu do oddania pierwszych strug mleka, znalazło to potwierdzenie w badaniach własnych (ryc. 5).

Interesującą tendencję zmian w kolejnych miesiącach doju zaobserwowano w odniesieniu do liczby prób podłączenia aparatu udojowego (AN) (ryc. 6).

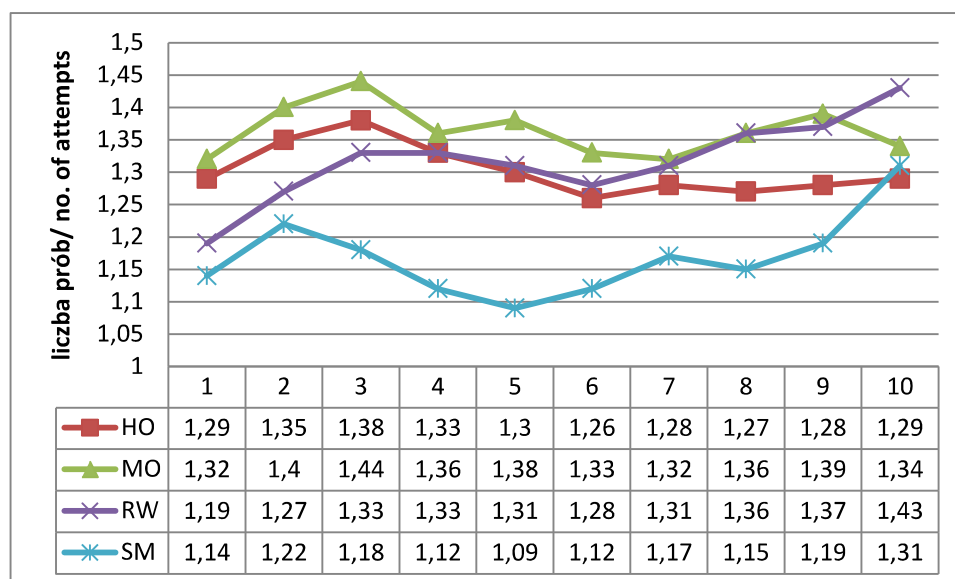
Ogólna prawidłowość polegała na tym, że początkowo wartość cechy wrosła do 2. (SM) lub 3. miesiąca laktacji (HO, MO, RW), następnie malała do 5. (SM), 6. (HO, RW) lub 7. miesiąca (MO), po czym zwiększała się już na ogół do końca laktacji.

Analiza średniego czasu podłączenia aparatu udojowego (AT) w kolejnych miesiącach laktacji w zależności od rasy pozwoliła zaobserwować początkowo jego wydłużanie, następnie skracanie i ponownie wydłużanie (ryc. 7).

Największą dynamikę zmian AT stwierdzono w początkowej i końcowej fazie laktacji. Pierwiastki rasy HO najdłuższym AT charakteryzowały się w 3., RW w 10., MO i SM w 2. miesiącu laktacji. Z kolei najkrótszy AT pierwiastki HO uzyskały w 8., RW w 1., MO w 7., a SM w 5. miesiącu doju.



Ryc. 5. Średni czas do pierwszych strug mleka (DMT) w kolejnych miesiącach laktacji
 Fig. 5. Average time before first milk release (DMT) in successive months of lactation

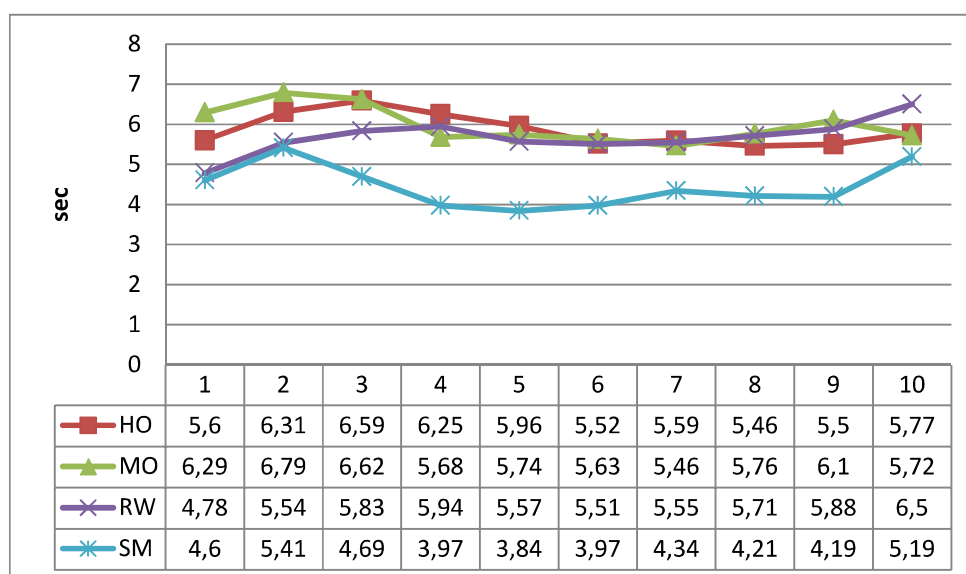


Ryc. 6. Liczba prób podłączenia aparatu udojowego (AN) w kolejnych miesiącach laktacji
 Fig. 6. Number of attempts to attach the milking cluster (AN) in successive months of lactation

Analiza średniego czasu podłączenia aparatu udojowego (AT) w kolejnych miesiącach laktacji w zależności od rasy pozwoliła zaobserwować początkowo jego wydłużanie, następnie skracanie i ponownie wydłużanie (ryc. 7).

Największą dynamikę zmian AT stwier-

dzono w początkowej i końcowej fazie laktacji. Pierwiastki rasy HO najdłuższym AT charakteryzowały się w 3., RW w 10., MO i SM w 2. miesiącu laktacji. Z kolei najkrótszy AT pierwiastki HO uzyskały w 8., RW w 1., MO w 7., a SM w 5. miesiącu doju.



Ryc. 7. Średni czas podłączenia aparatu udojowego (AT) w kolejnych miesiącach laktacji

Fig. 7. Average cluster time attachment (AT) in successive months of lactation

Podsumowanie i wnioski

W badaniach wykazano, że spośród kontrolowanych parametrów doju czynnik rasowy różnicował jedynie liczbę prób podejmowanych przez ramię robota do podjęcia skutecznego doju. Najbardziej korzystna wartość tego wskaźnika u pierwiastek rasy Simental może świadczyć o spokojnym temperamencie zwierząt tej rasy.

Wykazana wysoko istotna interakcja rasa × miesiąc laktacji wskazuje na zróżnicowane tendencje wartości badanych cech mleczności w trakcie laktacji w zależności od rasy. Pod-

kreślenia wymaga fakt, że bez względu na rasę najwyższy poziom kontrolowanych cech obserwowano w 2. miesiącu laktacji, jak również najbardziej wyrównany poziom cech mleczności pierwiastek Montbeliarde.

W podsumowaniu całości przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że ze względu na wyraźne różnice w zakresie kontrolowanych cech mleczności pierwiastek rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, Montbeliarde i Simental ustalenie obsady zwierząt na jednostkę udojową powinno być dostosowane do rasy zwierząt.

Literatura

- Bogucki M., Sawa A., Ryduchowski F. (2009). Wpływ częstotliwości doju na wydajność, skład i jakość mleka. *Rocz. Nauk. PTZ*, 5 (3): 29–37.
- Bruckmaier R.M., Macuhova J., Meyer H.H.D. (2001). Specific aspects of milk ejection in robotic milking: review. *Livest. Prod. Sci.*, 72: 169–176.
- Carlström C., Pettersson G., Johansson K., Strandberg E., Stålhammar H., Philipsson J. (2013). Feasibility of using automatic milking system data from commercial herds for genetic analysis of milkability. *J. Dairy Sci.*, 96: 5324–5332.
- Castro A., Pereira J.M., Amiama C., Bueno J. (2012). Estimating efficiency in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.*, 95: 929–936.
- Choroszy B., Choroszy Z., Łopieńska M., Korzonek H. (2010). Szybkość oddawania mleka u krów rasy simental-skiej w zależności od kolejnej laktacji i jej stadium. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 37 (2): 115–122.
- Friggens N.C., Rasmussen M.D. (2001). Milk quality assessment in automatic milking system: accounting for the effects of variable intervals between milking on milk composition. *Livest. Prod. Sci.*, 73: 45–54.

- Głowicka-Wołoszyn R., Winnicki S., Jugowar J. L. (2010). Krotkość doju krów z zastosowaniem robota VMS firmy DeLaval. *Nauka, Przyroda, Technologie*, 4 (1): 1–8.
- Gołębiewski M., Brzozowski P. (2009). Porównanie wybranych wskaźników rozrodu krów rasy montbeliarde oraz polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. *Med. Weter.*, 65: 566–570.
- GUS – Główny Urząd Statystyczny (2017). Dostęp na dzień 04.08.2018: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rolnictwa-2017,6,11.html>
- Hale S.A., Capuco A.V., Erdman R.A. (2003). Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *J. Dairy Sci.*, 86: 2061–2071.
- Hogeveen H., Ouweltjes W. (2003). Sensors and management support in high-technology milking. *J. Anim. Sci.*, 81 (suppl. 3): 1–10.
- Hopster H.R.M.B., Bruckmaier R.M., Van der Werf J.T.N., Korte S.M., Macuhova J., Korte-Bouws G., Van Reenen C.G. (2002). Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 85 (12): 3206–3216.
- IFCN – International Farm Comparison Network Dairy Research Center (2018). Overview of milk prices and production costs worldwide. Dostęp na dzień 06.05.2018: <https://ifcndairy.org/wp-content/uploads/2017/06/WorldDairyArticle201617.pdf>
- Jacobs J.A., Siegford J.M. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *J. Dairy Sci.*, 95: 2227–2247.
- Kuczaj M., Szule T., Jendrysiak-Lipietta G. (2008). Charakterystyka populacji krów objętych programem ochrony zasobów genetycznych bydła rasy polskiej czerwono-białej. *Rocz. Nauk. PTZ*, 4 (3): 29–36.
- Litwińczuk Z., Barłowska J. (2015). Populacja bydła mlecznego w Polsce i jej przydatność dla mleczarstwa. *Prz. Hod.*, 4: 3–10.
- Litwińczuk Z., Żółkiewski P., Chabuz W., Jankowski P. (2016). Length of life and milk production efficiency in cows with varying lactation persistency. *Ann. Anim. Sci.*, 16 (3): 851–862.
- Løvendahl P., Chagunda M.G. (2011). Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *J. Dairy Sci.*, 94: 5381–5392.
- Lubierański A., Pawlak T., Szlachta J. (2006). Zdolność wydojowa krów wysokomlecznych podczas mechanicznego doju aparatami z pulsacją jednoczesną i przemienną. *Inż. Rol.*, 3: 255–262.
- Madsen J., Weisbjerg M.R., Hvelplund T. (2010). Concentrate composition for Automatic Milking Systems – Effect on milking frequency. *Livest. Sci.*, 127: 45–50.
- Mazur K., Majchrzak M. (2015). Analiza wybranych parametrów mleka w oborze wolnostanowiskowej wyposażonej w robot udojowy. *Probl. Inż. Rol.*, (I–III), 1 (87): 79–91.
- Munksgaard L., Rushen J., Passillé A.M. de, Krohn C.C. (2011). Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livest. Sci.*, 138: 244–250.
- Olechnowicz J., Lipiński M., Jaśkowski J.M. (2006). Główne problemy robotyzacji doju krów. *Med. Weter.*, 62 (6): 611–616.
- Oltenacu P.A., Broom D.M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim. Welfare*, 191: 39–49.
- PFHBiPM – Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (2017). Wyniki oceny wartości użytkowej bydła ras mlecznych. Warszawa. Dostęp na dzień 06.06.2018: http://www.pfhb.pl/uploads/ckeditor/attachments/2598/Wyniki_Oceny_2017_www.pdf
- Pichler R. (2008). Simmental Breeding in Austria. Simmental Council Meeting of the European Simmental Federation in Poland. Kraków, 27–30.08.2008, pp. 27–41.
- Piwczyński D., Sitkowska B., Aerts J., Kolenda M. (2013). The daily distribution of milkings of cows in farms equipped with the automatic milking system. *Acta Sci. Pol., Zoot.*, 12 (4): 61–70.
- PZHBS – Polski Związek Hodowców Bydła Simentalskiego (2018). Dostęp na dzień 06.05.2018: <http://www.simentale.pl/simentale.html>.
- Salfer J., Endres M., Lazarus W., Minegishi K., Berning B. (2017). Dairy Robotic Milking Systems – What are the Economics? eXtension, Accessed 25.01.2018 <https://articles.extension.org/pages/73995/dairy-robotic-milking-systems-what-are-the-economics>.
- SAS Institute Inc. (2014). SAS/STAT® 9.4 User’s Guide Cary, NC: SAS Institute Inc.

- Sewalem A., Miglior F., Kistemaker G. (2010). Analysis of the relationship between workability traits and functional longevity in Canadian dairy breeds. *J. Dairy Sci.*, 93: 4359–4365.
- Sitkowska B., Aerts J., Piwczyński D., Pejka B., Mroczkowski S. (2014). Wpływ wybranych czynników na wydajność mleczną krów w robotach udojowych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 41 (1): 41–49.
- Sitkowska B., Piwczyński D., Aerts J., Waśkowicz M. (2015). Changes in milking parameters with robotic milking. *Arch. Anim. Breed.*, 58: 137–143.
- Sitkowska B., Piwczyński D., Aerts J., Kolenda M., Özkaya S. (2017). Detection of high levels of somatic cells in milk on farms equipped with an automatic milking system by decision trees technique. *Turki. J. Vet. Anim. Sci.*, 414: 532–540.
- Sitkowska B., Piwczyński D., Wójcik P. (2018). Milking traits affected by milking frequency during first month of lactation. *Ital. J. Anim. Sci.*, 17 (3): 777–784.
- Trela J. (2003). Aklimatyzacja i niektóre wskaźniki produkcyjne bydła rasy montbeliarde w Polsce. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.*, 67: 67–77.
- Tremblay M., Hess J.P., Christenson B.M., McIntyre K.K., Smink B., Kamp A.J. van der, Jong L. de, Döpfer D. (2016). Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. *J. Dairy Sci.*, 99 (5): 3824–3837.
- Van Doormaal B. (2007). Genetic evaluation of dairy cattle in Canada. Canadian Dairy Network. Dostęp na dzień 04.12.2018: <https://www.cdn.ca/document.php?id=123>
- Winnicki S., Jugowar J.L., Głowicka-Wołoszyn R. (2010). Efektywność wykorzystania robota udojowego dla krów. *Inż. Rol.*, 2 (120): 279–284.

MILK YIELD AND MILKING PARAMETERS OF SELECTED BREEDS OF DAIRY COWS MILKED IN THE AUTOMATIC MILKING SYSTEM

Summary

The aim of the paper was to analyse milking parameters of 136 primiparous cows of selected dairy breeds raised in Poland, i.e. Black-and-White and Red-and-White variety of Polish Holstein-Friesian, Montbeliarde and Simmental, kept in farms with the Lely automatic milking system. Cows were monitored for daily milk yield, daily milking frequency, milking speed, average box time, time from milking cluster attachment to the first milk release, number of attempts to attach the milking cluster, and average cluster attachment time. Multifactorial analysis of variance revealed a statistical effect of the breed on the number of attachment attempts, and the breed × milking month interaction on all analysed traits. Amongst tested traits, primiparous Simmental cows were characterised by the lowest number of attachment attempts (1.17), which contributed to a shorter attachment time (4.42 s). Regardless of breed, the cows achieved the highest levels of most traits in the second month of lactation. Moreover, Montbeliarde cows were characterised by the most even values for analysed traits over the lactation. Results allow us to conclude that due to the evident differences between breeds in relation to tested milking traits, breed of cows should be taken into account as one of the criteria for determining the number of cows per milking robot.

Key words: milking parameters, primiparous cows, automatic milking system, Polish Holstein-Friesian, Montbeliarde, Simmental