

Robotyzacja doju krów w praktyce

Stanisław Winnicki, Paulina Mielcarek, J. Lech Jugowar

Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn

Roboty są w coraz większym zakresie używane w różnych dziedzinach działalności człowieka. Przestankami do ich stosowania są – zarówno dążenie do obniżania nakładów pracy, jak i konieczność ochrony zdrowia człowieka w działach stanowiących takie zagrożenie. Jedną z dziedzin rolnictwa, w której należałoby zastosować roboty jest dój krów. Stanowi on uciążliwą czynność ze względu na swoiste „przywiązanie” czasowe człowieka, jak i konieczność przestrzegania reżimu higienicznego oraz kolejność wykonywania szeregu czynności związanych z dojem.

Trudność opracowania robota udojowego powodowana jest zmiennością budowy wymion krów. Pokonanie szeregu trudności związanych z biologią krów oraz techniką i oprogramowaniem informatycznym jako pierwszym udało się pracownikom firmy Lely. Pierwszy seryjny robot udojowy został uruchomiony w oborze w Holandii w 1992 r. (Lipiński i Winnicki, 1997). Obecnie roboty udojowe produkuje osiem firm, wszystkie wiodące w branży (Lehnert, 2012). W tym roku mija dziesięć lat od wprowadzenia pierwszych robotów udojowych w Polsce. W drugiej połowie 2008 r. uruchomiono w dwóch oborach w województwie wielkopolskim trzy roboty firmy DeLaval. Pierwsze roboty firmy Lely zaczęły pracę w Polsce w 2010 r.

Kolejnym obszarem, w którym można zastosować roboty, wydaje się również przygotowanie i zadawanie pasz. W tej dziedzinie prace nie były prowadzone tak intensywnie, ponieważ istniało wiele dobrych maszyn do przygotowywania i zadawania pasz dla bydła. Jednak, od kilku lat w ofercie wielu firm są roboty paszowe – zarówno w wersji stacjonarnej, jak i mobilnej. Pierwsze roboty do zadawania paszy w formie TMR rozpoczęły w Polsce pracę w 2016 r.

Celem badań była analiza reakcji krów na zmianę techniki doju i zadawania paszy przy po-

mocy robotów, która nastąpiła po przejściu stada z obory konwencjonalnej do nowoczesnej.

Material i metody

Badania przeprowadzono na stadzie krów, które początkowo było utrzymywane w oborze konwencjonalnej – K, a następnie w kwietniu 2016 r. przeszło do nowej, nowoczesnej obory – N. Podstawową charakterystykę obu obór przedstawiono w tabeli 1. Gospodarstwo, będące własnością rolników, w oborze K utrzymywało bydło rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej, odmiany czarno-białej – PHF-HO oraz częściowo mieszańce z rasą Montbeliarde i szwedzką czarno-białą. Wydajność mieszańców była jednak niska, dlatego stopniowo były one brakowane w oborze N. Badaniami objęto czteroletni okres, z tego dwa ostatnie lata eksploatacji obory K i pierwsze dwa lata obory N. Zakres badań obejmował wydajność oraz skład chemiczny i jakość cytologiczną mleka. Przy analizie reakcji krów na zmianę technologii uwzględniano numer laktacji. Liczbę obserwacji laktacji zawiera tabela 2. Dla wydajności i składu chemicznego mleka obliczono podstawowe wskaźniki statystyki opisowej. Przy analizie liczby komórek somatycznych (LKS) posłużono się następującymi metodami oceny:

- dla mleka zbiorczego pozycją PFHBiPM – Raporty wynikowe... (2010) – konkretnie ryciną III 2–5, s. 100;
- dla indywidualnych prób mleka opracowaniem Philpot i Nickerson (2006) – konkretnie tabelą 7–3, s. 35.

Przeprowadzono również analizę krótkotrwałej reakcji krów na podstawie dobowej wydajności mleka oraz zawartości tłuszczu i białka. Jako krótki okres przyjęto sześć ostatnich miesięcy użytkowania w oborze K i pierwszych sześć miesięcy w oborze N.

Tabela 1. Porównanie utrzymania krów i mechanizacji w oborze konwencjonalnej i nowoczesnej
 Table 1. Comparison of cow housing, feeding, and milking systems used in the studied barns

Wyszczególnienie <i>Items</i>	Obora – <i>Barn</i>	
	konwencjonalna – <i>conventional</i> (K)	nowoczesna – <i>modern</i> (N)
System utrzymania <i>Housing system</i>	wolnostanowiskowy, w boksach legowiskowych ścielonych, na korytarzach podłoga pełna <i>free-stall barn, bedded cubicles, solid floor in the corridors</i>	
System doju <i>Milking system</i>	hala udojowa „rybia ość” 2x9, dój dwukrotny <i>2x9 herringbone milking parlour; twice-daily milking</i>	roboty udojowe Lely, 5 stanowisk udojowych, wolny dostęp do doju <i>Lely milking robots, 5 milking stalls, free access to milking</i>
System żywienia <i>Feeding system</i> – krotność zadawania paszy na dobę <i>– feeding frequency</i> – podgarnianie paszy na stole paszowym <i>– feed pushing</i> – zadawanie paszy treściwej <i>– concentrate feeding</i>	TMR jeden raz wozem paszowym mieszająco-zadającym Sgariboldi <i>Sgariboldi feeder/mixer wagon, once a day</i> ciągnik z pługiem – co 3 godziny, w nocy jeden raz <i>tractor with plow – every 3 hours, at night once</i> –	PMR siedem razy robotem mieszająco- zadającym Lely-Vector (fot. 1–3) <i>Lely-Vector feeder/mixer wagon, seven times a day (Fig. 1–3)</i> każdorazowo przy zadawaniu paszy przez robot <i>each time the robot provides feed</i> wszystkie krowy w czasie doju w zróżnicowanej ilości, <i>all cows during milking in various quantities</i> krowy o najwyższej wydajności w stacji paszowej <i>cows with the highest yields at feeding station</i>
Usuwanie odchodów z korytarzy <i>Removal of excreta</i>	ciągnik ze spychaczem, jeden raz dziennie <i>front-end loader, once a day</i>	zgarniak delta, sześć razy na dobę <i>Delta scraper, six times a day</i>



Fot. 1. Pobieranie paszy
objętościowej z magazynu
*Fig. 1. Feed taking from
warehouse*



Fot. 2. Załadunek paszy do robota
paszowego
*Fig. 2. Feed loading
to the feeding robot*



Fot. 3. Robot do mieszania,
zadawania i podgarniania paszy
*Fig. 3. The robot for mixing,
feeding and pushing of feed*

Tabela 2. Liczba analizowanych krów w konwencjonalnej i nowoczesnej oborze z uwzględnieniem numeru laktacji

Table 2. The number of cows in the conventional and modern barn, including the lactation number

Laktacja – Lactation	Liczba krów w oborze – No. of cows in barn	
	K	N
1	65	90
2	26	41
3	32	28
≥4	16	28
Razem – Total	139	197

Wyniki i ich omówienie

Nowo wybudowaną, nowoczesną oborę zasiedlono w kwietniu 2016 r. stadem krów z własnej konwencjonalnej obory (tab. 3). Po roku stado zwiększyło się o 23%, a w kolejnym roku o dalsze 14%. Rozszerzona reprodukcja – poprzez wprowadzenie dużej liczby pierwiastek – powodowała zmiany struktury wiekowej stada. W końcu pierwszego roku eksploatacji nowoczesnej obory najwięcej było pierwiastek (45,9%),

a w końcu drugiego roku – krów w drugiej laktacji (37,5%), dlatego standardowy rozkład wiekowy stada nastąpi dopiero po kilku latach.

Należy zwrócić uwagę na wzrost udziału krów starszych – w piątej laktacji – z 3,4% przy zasiedleniu do 5,6% po dwóch latach. Inny pozytywny wskaźnik to wzrastająca liczba krów najstarszych, będących w 7–8 laktacji. Świadczy to o dobrych warunkach bytowania, które zapewniono im w nowej oborze.

Tabela 3. Dynamika struktury wiekowej stada krów

Table 3. The dynamics of the age structure of the cow herd

Numer laktacji Lactation no.	Liczba krów w maju w roku Number of cows in May of the year			Procent krów w maju w roku Percentage of cows in May of the year		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	1	83	133	96	35,2	45,9
2	67	67	121	28,4	23,1	37,5
3	45	49	50	19,1	16,9	15,4
4	21	26	27	8,9	9,0	8,3
5	8	6	18	3,4	2,1	5,6
6	10	4	5	4,2	1,3	1,5
7	2	5	3	0,8	1,7	0,9
8	–	–	4	–	–	1,2
Razem – Total	236	290	324	100	100	100

Tabela 4. Brakowanie krów według wieku w pierwszych dwóch latach eksploatacji nowej obory

Table 4. Culling cows by age in the first two years of operation of the modern barn

Laktacja Lactation	Liczba brakowanych krów w roku Number of culled cows in a year		Struktura brakowania krów w roku The structure of culling of cows in a year	
	1	2	1	2
1	11	12	12,9	21,1
2	24	17	28,3	29,8
3	16	13	18,8	22,8
4	19	9	22,4	15,8
≥5	15	6	17,6	10,5
Razem – Total	85	57	100	100
Procent brakowania Culling percentage	33,3	18,6	–	–

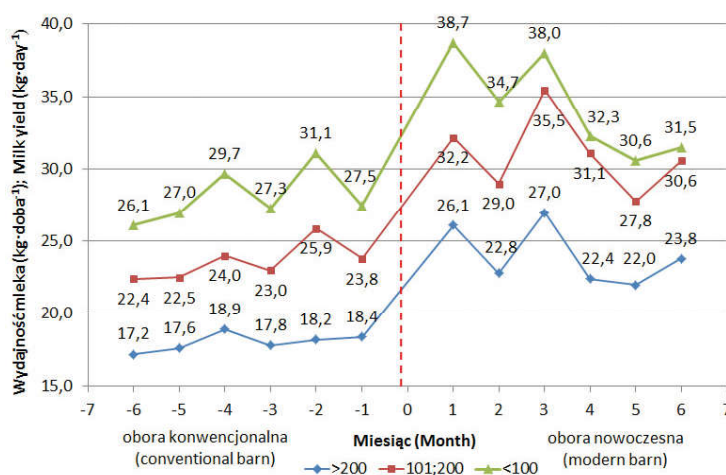
O warunkach bytowania zwierząt możemy także sądzić na podstawie wielkości ich brakowania. W pierwszym roku wybrakowano jedną trzecią stada (tab. 4), w tym 40% krów w czwartej i dalszych laktacjach. Wskazuje to, że wiele starszych krów nie zaadaptowało się do zmienionych warunków eksploatacji. Najwięcej wybrakowano krów w drugiej laktacji, głównie ze względu na niską wydajność. Wiele z nich było mieszańcami o zbyt niskiej wydajności w pierwszej laktacji.

W drugim roku brakowanie było znacznie mniejsze – 18,6%. Podobnie jak w pierwszym

roku, najwięcej wybrakowano krów w drugiej laktacji. Mniejszy udział w brakowaniu miały krowy starsze, w czwartej i dalszych laktacjach – 26,3%.

Krótkookresowa reakcja krów na zmianę obory

Przejęcie z konwencjonalnej do nowoczesnej obory nie miało negatywnego wpływu na wydajność mleka. Efekt był odwrotny. Już w pierwszym miesiącu kontroli w nowoczesnej oborze nastąpił wzrost mleczności, który utrzymywał się przez kolejne pięć miesięcy (rys. 1).

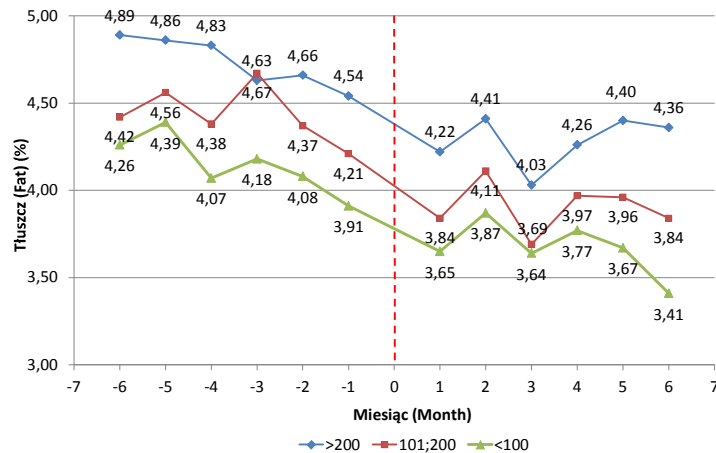


Rys. 1. Średnia dobowa wydajność mleka w fazach laktacji w ostatnich 6 miesiącach w oborze konwencjonalnej i pierwszych 6 miesiącach w oborze nowoczesnej (fazy laktacji: do 100 dni; 101–200 dni; 200 dni i więcej)
Fig. 1. The mean daily milk yield in the lactation phase during the last 6 months in the conventional barn and during the first 6 months in the modern barn (lactation phase: up to 100 days, 101–200 days, 200 days and more)

Wzrost wydajności dotyczył wszystkich faz laktacji. Przyczynę wzrostu należy wiązać z kilkoma elementami: zwiększoną częstotliwością doju robotem, zwiększoną częstotliwością zadawania paszy robotem (tab. 1) oraz poprawą komfortu krów. W nowoczesnej oborze krotność doju była zróżnicowana, dostosowana do aktualnej wydajności, średnio wynosiła 3,1 razy na dobę. Poprawa komfortu obejmuje dwa elementy. Przy doju w hali krowy były przepędzane i oczekiwały długo na dój, natomiast przy doju robotem zniknęła ta niedogodność. W oborze konwencjonalnej usuwanie obornika spychaczem związane było z koniecznością przepędzania krów, natomiast

w nowoczesnej oborze zgarniak delta nie zakłócał wypoczynku i pobierania paszy.

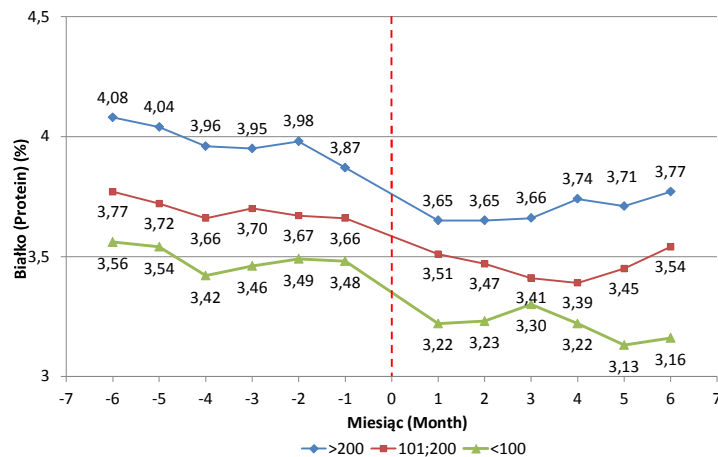
Inaczej kształtowała się zawartość tłuszczu w mleku. Po przejściu do nowoczesnej obory nastąpił spadek we wszystkich trzech fazach laktacji (rys. 2). Jest to zjawisko typowe, że przy wzroście mleczności następuje spadek zawartości tłuszczu w mleku. Również zawartość białka w mleku obniżyła się po przejściu krów do nowoczesnej obory (rys. 3). Poprawne wartości dla rasy PHF przyjmuje się w zakresie od 3,2 do 3,6% (Ziemiński i Juszcak, 1997). Wartości poniżej 3,2% wskazują na niedobór energii w dawce pokarmowej, a powyżej 3,6% na przekarmienie.



Rys. 2. Średnia zawartość tłuszczu w fazach laktacji w ostatnich 6 miesiącach w oborze konwencjonalnej i pierwszych 6 miesiącach w oborze nowoczesnej (fazy laktacji: do 100 dni; 101–200 dni; 200 dni i więcej)
 Fig. 2. The mean fat content in the lactation phase during the last 6 months in the conventional barn and during the first 6 months in the modern barn (lactation phase: up to 100 days, 101–200 days, 200 days and more)

Brade i Brade (2010) podają wartości minimalne dla faz laktacji, dla pierwszych 100

dni laktacji – 3,1%, dla drugich 100 dni – 3,2%, a w końcowej fazie – 3,3%.



Rys. 3. Średnia zawartość białka w fazach laktacji w ostatnich 6 miesiącach w oborze konwencjonalnej i pierwszych 6 miesiącach w oborze nowoczesnej (fazy laktacji: do 100 dni; 101–200 dni; 200 dni i więcej)
 Fig. 3. The mean protein content in the lactation phase during the last 6 months in the conventional barn and during the first 6 months in the modern barn (lactation phase: up to 100 days, 101–200 days, 200 days and more)

W konwencjonalnej oborze w początkowej fazie laktacji zawartość białka w mleku była w normie i wynosiła od 3,42 do 3,56%. W środkowej była nieznacznie większa (od 3,66 do 3,77%), w końcowej fazie – zdecydowanie powyżej normy (od 3,87 do 4,08%). Lepsze wyniki odnotowano w oborze nowoczesnej. Na początku

i w środku laktacji zawartość białka była w normie. Jedynie pod koniec laktacji procent białka nieznacznie przekraczał górną granicę normy. Uzyskane wyniki wskazują, że lepsze warunki utrzymania i eksploatacji krów były w nowoczesnej oborze. W szczególności świadczy o tym wydajność mleczna i zawartość białka w mleku.

Średniookresowa reakcja krów na zmianę technologii

W konwencjonalnej oborze w 2015 r. zwiększono liczbę krów przygotowując stado do przejścia do większej obory (tab. 5). W ostatnich dwóch latach średnia wydajność stada w oborze konwencjonalnej wyniosła około 7 tys. kg. W tym czasie średnia wydajność rasy PHF HO w Polsce wyniosła 8647 kg (Wyniki prac..., 2017). W pierwszym roku użytkowania krów w nowoczesnej oborze wydajność mleczna stada wzrosła o 30%, a w drugim roku o dalsze 20%. Osiągnęła wartość 10 748 kg, czyli znacznie powyżej średniej dla rasy wynoszącej 8993 kg w 2017 r. (Ocena i hodowla Bydła Mlecznego..., 2018). W tym czasie nieznacznemu obniżeniu uległa zawar-

tość tłuszczu i białka (tab. 5). Jednak, wydajność tłuszczu i białka w kg znacznie wzrosła – tłuszczu o 150 kg i białka o prawie 120 kg.

Przeprowadzono obliczenia podstawowych wskaźników statystycznych dla wydajności mleka, tłuszczu i białka dla poszczególnych laktacji. Pierwiastki w nowej oborze za 100 dni laktacji dały o 665 kg mleka więcej w porównaniu do obory konwencjonalnej (tab. 6). Za 305 dni różnica wyniosła 2309 kg.

W obu przypadkach różnice były statystycznie istotne. Zarówno za 100 dni jak i 305 dni dały o około 30% więcej kg tłuszczu oraz o około 25% więcej kg białka w stosunku do obory konwencjonalnej. Każdorazowo różnice były statystycznie istotne.

Tabela 5. Wydajność stada krów w konwencjonalnej i nowoczesnej oborze
Table 5. Milk yield of cow herd in the conventional and modern barn

Obora <i>Barn</i>	Rok badań <i>Year</i>	Przeciętna liczba krów <i>Mean no. of cows</i>	Wydajność (kg) <i>Yield (kg)</i>			Zawartość w mleku (%) <i>Content in milk (%)</i>	
			mleka <i>milk</i>	tłuszczu <i>fat</i>	białka <i>protein</i>	tłuszczu <i>fat</i>	białka <i>protein</i>
K	2014/2015	178,5	6942	276	239	3,98	3,45
K	2015/2016	223,5	7152	295	254	4,13	3,55
N	2016/2017	259,0	9457	370	318	3,91	3,36
N	2017/2018	311,4	10 748	429	356	3,99	3,31

Tabela 6. Wydajność mleka, tłuszczu i białka za 100 i 305 dni laktacji pierwiastek w oborze konwencjonalnej i nowoczesnej

Table 6. Milk, fat and protein yield for 100 and 305 days of lactation in conventional and modern barn

Parametr statystyczny <i>Statistical parameter</i>	Wydajność, w oborze (kg) – <i>Yield, in barn (kg)</i>								
	mleka – <i>milk</i>			tłuszczu – <i>fat</i>			białka – <i>protein</i>		
	K	N	różnica <i>difference</i>	K	N	różnica <i>difference</i>	K	N	różnica <i>difference</i>
za 100 dni laktacji – for 100 days of lactation									
AV	2392	3057	665*	87,9	115,0	27,1*	77,5	97,4	19,9*
SD	356	515	–	14,1	18,4	–	10,8	16,0	–
CV	14,9	16,9	–	16,1	16,0	–	13,9	16,5	–
za 305 dni laktacji – for 305 days of lactation									
AV	6758	9067	2309*	272,2	362,8	90,6*	240,6	307,9	67,3*
SD	1098	1460	–	41,3	50,6	–	40,7	53,4	–
CV	16,2	16,1	–	15,2	13,9	–	16,9	17,3	–

*różnice statystycznie istotne ($P < 0,05$).

*statistically significant differences ($P < 0,05$).

W tabeli 7 przedstawiono porównanie obór dla krów w drugiej, trzeciej oraz czwartej i dalszych laktacjach. Zarówno dla mleka, jak i wydajności kg tłuszczu i białka stwierdzono duże różnice pomiędzy oborami. Największe odnotowano dla trzeciej laktacji, przekroczyły one 50% na korzyść nowoczesnej obory. W każdym porównaniu różnice były statystycznie wysoko istotne. Przy czym, różnic w wydajności krów między oborami należy upatrywać w czynnikach wymienionych przy omawianiu oddziaływania krótkookresowego, to jest: poprawie komfortu dla zwierząt, zwiększeniu częstotliwości zadawania paszy i krotności doju. Zwiększenie częstotliwości doju z dwu do trzech razy na dobę powodowało wzrost wydajności o 9 do 15%, a przy przejściu z dwu na czterokrotny dój wzrost wydajności wynosił 29–30% (Kanswohl i in., 2008). Wzrost wydajności mleka przy trzykrotnym doju stwierdzili również Schleitzer (2000) oraz Winnicki i in. (2002) oraz dalszy wzrost przy czterokrotnym doju – Leopold (2010).

Zaletą doju robotem jest nie tylko zwiększenie krotności, lecz przede wszystkim indywidualne zróżnicowanie krotności w zależności od aktualnej wydajności. Można więc dój robotem zaliczyć do zabiegu precyzyjnego (Link i Gołębiewski, 2018).

Różnice w zawartości tłuszczu w mleku pomiędzy oborami nie były jednoznaczne (tab. 8). Niewiele lub nieznacznie wyższa w nowej oborze była u pierwiastek za 100 dni laktacji oraz u krów starszych – w czwartej i dalszych laktacjach. Niewiele lub nieznacznie niższą – o 0,07–0,15% stwierdzono natomiast za 305 dni u pierwiastek oraz u krów w drugiej i trzeciej laktacji. Wydaje się, że system doju nie miał wpływu na procentową zawartość tłuszczu w mleku. Zawartość białka w mleku w oborze nowoczesnej była niewiele lub nieznacznie niższa w porównaniu do konwencjonalnej. Różnica wynosiła w 100 dniach u pierwiastek tylko 0,04%, a najwyższa była u krów w drugiej laktacji – 0,16%. Zmiany te były związane ze wzrostem mleczości.

Tabela 7. Wydajność mleka, tłuszczu i białka za 305-dniową laktację w kolejnych laktacjach w oborze konwencjonalnej i nowoczesnej

Table 7. Milk, fat and protein yield after 305 days of lactation in subsequent lactations in conventional and modern barn

Parametr statystyczny <i>Statistical parameter</i>	Wydajność, w oborze (kg) – <i>Yield, in barn (kg)</i>								
	mleka – <i>milk</i>			tłuszczu – <i>fat</i>			białka – <i>protein</i>		
	K	N	różnica <i>difference</i>	K	N	różnica <i>difference</i>	K	N	różnica <i>difference</i>
w drugiej laktacji – <i>in second lactation</i>									
AV	7615	11150	3535*	296,5	418,6	122,1*	265,1	369,4	104,3*
SD	137,9	1561	–	49,0	57,2	–	44,5	47,3	–
CV	18,1	14,0	–	16,5	13,7	–	16,8	12,8	–
w trzeciej laktacji – <i>in third lactation</i>									
AV	7550	11627	4077*	305,5	452,2	146,7*	262,6	395,7	133,1*
SD	1355	2206	–	52,1	78,9	–	47,0	76,8	–
CV	18,0	19,0	–	17,0	17,4	–	17,9	19,4	–
w czwartej i dalszych laktacjach – <i>in fourth and further lactations</i>									
AV	8873	11041	2168*	337,2	426,6	89,4*	296,7	360,5	63,8*
SD	1563	1544	–	60,9	49,7	–	48,9	43,9	–
CV	17,6	14,0	–	18,0	11,6	–	16,5	12,2	–

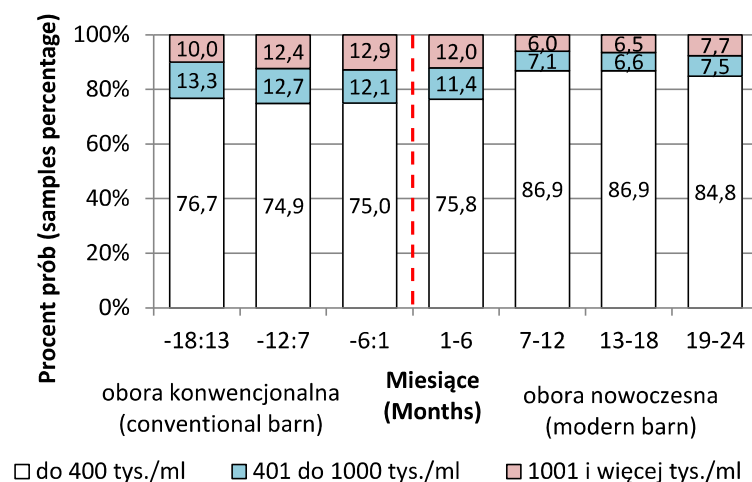
*różnice statystycznie istotne ($P < 0,05$).

*statistically significant differences ($P < 0,05$).

Podstawowym wskaźnikiem jakości higienicznej mleka jest liczba komórek somatycznych (LKS). Jest ona równocześnie wskaźnikiem zdrowotności wymienia. Wartością graniczną dla mleka w skupie jest 400 tys. komórek somatycznych w 1 ml. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka stosuje ocenę jakości mleka zbiorczego w zależności od średniej LKS (Raporty wynikowe..., 2010). Rozkład oceny mleka zbiorczego dla danego stada w ostatnich 24 miesiącach w konwencjonalnej oborze w porównaniu do pierwszych 24 miesięcy w nowoczesnej oborze przedstawiono w tabeli 9. W oborze K większość obserwacji była w klasie złe i bardzo złe. Stanowiły one prawie 60%. Znacznie lepszej jakości cytologicznej było mleko w oborze N. Uzyskano mleko dobrej jakości – 29,2% oraz więcej mleka w klasie zadowalające – 50%. Mniej było natomiast mleka w klasach złe i bardzo złe.

Rozkład indywidualnych prób mleka, w tym samym okresie co dla mleka zbiorczego, przed-

stawiono na rys. 4. W oborze K około 75% prób spełniało kryterium dopuszczalnej wartości z LKS do 400 tys. w 1 ml. Około 12–13% stanowiło mleko z podwyższoną LKS – od 400 do 1000 tys. ml^{-1} , wskazując na podkliniczny stan zapalny wymienia. Podobnie, około 10–13% prób było z LKS powyżej 1 mln ml^{-1} , wskazując na kliniczną postać zapalenia wymienia – mastitis. Podobne proporcje klas mleka stwierdzono w pierwszych 6 miesiącach w oborze N. Po półrocznym pobycie krów w oborze N nastąpiła natomiast znaczna poprawa jakości higienicznej mleka. Procent prób w klasie do 400 tys. LKS wzrósł o około 10% do 85–87%. Równocześnie zmniejszył się procent prób w pozostałych klasach po około 5%. Następnie przeprowadzono bardziej szczegółową analizę rozkładu indywidualnych prób mleka na LKS w zależności od numeru laktacji. Podziału na klasy dokonano według wartości granicznych stosowanych przez amerykański związek hodowców bydła mlecznego (Philpot i Nickerson, 2006).



Rys. 4. Rozkład prób mleka pod względem liczby komórek somatycznych (LKS) w ostatnich 18 miesiącach w oborze konwencjonalnej i 24 miesiącach w nowoczesnej oborze

Fig. 4. The distribution of milk samples in terms of somatic cell count (SCC) in the last 18 months in a conventional barn and 24 months in a modern barn

Porównania pomiędzy analogicznymi laktacjami każdorazowo są bardziej korzystne dla obory N (tab. 10).

Pierwiastki w oborze N miały znacznie więcej prób z niską LKS oraz mniej prób z wysoką LKS. Dla przykładu, próby z LKS do 100 tys. ml^{-1} w oborze K to tylko 46,3%, a w oborze N

– 67,7%, czyli o 20% więcej. Analogiczne wartości mleka gorszej jakości z LKS 401 tys. ml^{-1} i więcej wyniosły odpowiednio 18,5% w oborze K i tylko 5,9% w oborze N. Oznacza to, że w oborze N uzyskano znacznie więcej „dobrego mleka”, a stany zapalne wymienia występowały znacznie rzadziej.

Tabela 8. Zawartość tłuszczu i białka w mleku krów za 305-dniową laktacją w oborze konwencjonalnej i nowoczesnej z uwzględnieniem numeru laktacji

Table 8. Fat and protein content in milk of cows after 305-day lactation in conventional and modern barn, including the lactation number

Parametr statystyczny <i>Statistical parameter</i>	Zawartość, w oborze (%) – Content, in barn (%)					
	tłuszczu – fat			białka – protein		
	K	N	różnica <i>difference</i>	K	N	różnica <i>difference</i>
1 laktacja – za 100 dni – 1st lactation – for 100 days						
AV	3,70	3,80	+0,10	3,25	3,21	- 0,04
SD	0,38	0,45	–	0,21	0,21	–
CV	10,3	11,9	–	6,4	6,5	–
1 laktacja – za 305 dni – 1st lactation – for 305 days						
AV	4,08	4,01	- 0,07	3,52	3,39	-0,13
SD	0,46	0,44	–	0,15	0,25	–
CV	11,3	11,1	–	4,4	7,2	–
2 laktacja – 2nd lactation						
AV	3,91	3,76	-0,15	3,48	3,32	-0,16
SD	0,46	0,33	–	0,22	0,16	–
CV	11,8	8,7	–	6,4	4,7	–
3 laktacja – 3rd lactation						
AV	4,08	3,97	-0,11	3,49	3,36	-0,13
SD	0,50	0,63	–	0,23	0,37	–
CV	12,4	15,8	–	6,5	11,0	–
4 i dalsze laktacje – 4th and further lactations						
AV	3,72	3,91	+0,18	3,40	3,26	-0,14
SD	0,54	0,38	–	0,23	0,23	–
CV	14,6	9,7	–	6,9	6,9	–

W obu oborach jakość cytologiczna mleka pogarszała się wraz z kolejnymi laktacjami. Jest to zjawisko naturalne (Anacker i Fedelmoula, 2004; Bahr i Kalm, 1995; Reelitz, 1998). Zapalenie wymienia – mastitis jest schorzeniem polietyologicznym, spowodowanym niekorzystnym oddziaływaniem szeregu czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Spośród czynników zewnętrznych największe zagrożenie stanowi brak techniki i higieny doju. Lepsze środowisko dla krów zapewniono w nowoczesnej oborze. Teoretycznie powinno się więc uzyskiwać lepsze mleko. Nie zawsze jednak znajduje to potwierdzenie w praktyce (Veauthier, 1999; Peters-Sengers, 2014). Wyniki uzyskane w badanej oborze

– na podstawie analizy mleka zbiorczego (tab. 9), rozkładu prób indywidualnych (rys. 4) oraz rozkładu prób indywidualnych według klas cytologicznych (tab. 10) – wykazały znaczącą poprawę zdrowotności wymion w oborze N w porównaniu do obory K. Poprawa nastąpiła po około pół roku od zmiany obory.

Zwiększenie ilości mleka spełniającego wymagania pod względem cytologicznym wyniosło około 10%. Równocześnie w oborze N stwierdzono stosunkowo mało prób mleka z wymion z podkliniczną i kliniczną postacią mastitis – około 15%. Daje to podstawę do stwierdzenia o dobrej zdrowotności wymion krów w oborze N (Sontheimer, 2011; Kroemker i Friedrich, 2011).

Tabela 9. Rozkład wartości średniej LKS w mleku zbiorczym (24 miesiące w oborach K i N)
 Table 9. Distribution of mean SCC in bulk tank milk (24 months in barns K and N)

LKS (tys./ml) SCC (thous./ml)	Ocena mleka Milk evaluation	Liczba obserwacji w oborze No. of observations in the barn		Procent obserwacji w oborze Percentage of observations in the barn	
		K	N	K	N
≤150	bardzo dobra very good	–	–	–	–
151–250	dobra good	–	7	–	29,2
251–399	zadowalająca satisfactory	10	12	41,7	50,0
400–500	zła bad	10	3	41,7	12,5
≥501	bardzo zła very bad	4	2	16,6	8,3
Razem – Total		24	24	100	100

Tabela 10. Rozkład indywidualnych prób mleka pod względem wartości LKS w mleku z uwzględnieniem numeru laktacji w oborze konwencjonalnej i nowoczesnej (24 miesiące w oborach K i N)
 Table 10. Distribution of individual milk samples in terms of SCC in milk, taking into account the lactation number in the conventional and modern barn (24 months in barns K and N)

Klasa mleka SCC grade	LKS (tys./ml) SCC (thous./ml)	Procent prób mleka w oborze i laktacji Percentage of milk samples in the barn and lactation									
		konwencjonalnej – conventional barn					nowoczesnej – modern barn				
		1	2	3	≥4	razem total	1	2	3	≥4	razem total
1	≤25	3,2	9,2	6,2	5,6	5,3	22,0	22,7	8,6	10,0	18,3
2	26–50	17,4	16,2	13,7	3,7	14,7	19,3	24,9	13,2	11,8	18,5
3	51–100	25,7	19,2	18,4	16,3	21,7	26,4	14,4	19,3	20,3	21,8
4	101–200	22,0	18,5	24,3	25,1	22,2	18,0	17,6	22,9	17,5	18,6
5	201–400	13,2	13,1	12,8	11,2	12,9	8,4	10,2	20,0	13,6	11,3
6	401–800	7,7	7,3	10,9	11,2	8,8	3,3	4,1	9,6	8,2	5,2
7	≥801	10,8	16,5	13,7	26,9	14,4	2,6	6,1	6,4	18,6	6,3
Razem – Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Zastosowanie robotów udojowych w oborze jest uwarunkowane stosunkiem kosztów w odniesieniu do rozwiązań konwencjonalnych, czyli hal udojowych. W dostępnej literaturze krajowej nie znaleziono opracowań w tym zakresie. Dlatego przytacza się wyniki analiz wykonanych w Niemczech i Szwajcarii. Gazzarin i in. (2014) przeprowadzili analizę dla gospodarstw rodzinnych z 40, 70 i 100 krowami. Zastosowanie robota udojowego w porównaniu do hali udojowej skutkowało zwiększeniem nakładów inwestycyjnych o 6 do 20% przy zmniejszeniu nakładów pracy o 10 do 19%. Zastosowanie robotów do

zadawania paszy było natomiast mniej efektywne. Wzrost nakładów inwestycyjnych wyniósł 11 do 20%, a oszczędność nakładów pracy wyniosła tylko 5%. Schleitner (2010) porównał dój robotem w stosunku do dojarni karuzelowej dla większych stad (250–350 krów). Nakłady pracy na dój w dojarni karuzelowej wyniosły 12,6 a przy robocie 5,96 roboczogodziny na krowę w roku. Koszty inwestycji przy eksploatacji robotów były natomiast wyższe o 33% w porównaniu do karuzeli. W innym opracowaniu Schleitner (2011) określił nakłady inwestycyjne wraz z kosztami eksploatacji robotów udojowych jako o 21% wyższe w po-

równaniu do dojrni karuzelowej. Mimo większych kosztów, wielu rolników kupuje roboty udojowe (Haidn i in., 2017). W Niemczech od 2012 r. więcej sprzedaje się robotów udojowych niż dojrni konwencjonalnych (Pelzer, 2014). Należy zwrócić uwagę na fakt, że innowacyjne rozwiązania są w pierwszym okresie ich produkcji drogie, lecz z czasem tanieją. Można więc sądzić, że tak będzie też z robotami udojowymi.

Cytowani autorzy opracowań ekonomicznych nie uwzględnili istotnego efektu związanego z przejściem na dój robotem, to jest wzrostu wydajności i poprawy jakości mleka. W analizo-

wanym stadzie nastąpił po zmianie technologii wzrost wydajności mleka o 50% oraz zwiększenie ilości mleka spełniającego normę jakości cytologicznej o 10%.

Podsumowanie

Uzyskane wyniki – po przejściu stada krów z obory konwencjonalnej do nowoczesnej z robotami udojowymi i robotami do zadawania paszy oraz mechanizacją stacjonarną do usuwania odchodów – wskazują na korzystny wpływ zastosowanej zmiany na produktywność stada. Wyrazem tego był znaczny wzrost wydajności oraz poprawa jakości cytologicznej mleka.

Literatura

- Anacker G., Fedelmoula A.A. (2004). Gute „Haltungsnoten” sichern gesunde Euter. *Neue Landwirtschaft*, 8: 62–65.
- Bahr T., Kalm E. (1995). Entscheidend bleibt das Herdenmanagement. *Neue Landwirtschaft*, 3: 60–62.
- Brade E., Brade W. (2010). Milchharnstoff als Indikator nutzen. *Neue Landwirtschaft*, 5: 67–68.
- Gazzarin Ch., Nydegger F., Zaehner M. (2014). Wie wirtschaftlich ist der Roboter? *Agroscope*, 3, s. 7.
- Haidn B., Jais Ch., Reiter K., Simon J., Thurner S., Wendl G. (2017). Innovation in Verfahrenstechnik und Bauwesen fuer Nutztier, Balice, 26–27.06.2017, pp. 112–126.
- Kanswohl N., Burgstaler J., Herold J., Sanftleben P. (2008). Oefter melken? *Neue Landwirtschaft*, 8: 62–64.
- Kroemker V., Friedrich F. (2011). Emplahlungen zun diagnostischen Aufwand im Rahmen der Mastitisbekaempfung auf Bestandsebene. *Der Praktische Tierarzt*, 92: 516–524.
- Lehnert S. (2012). Welcher Melkroboter fuer meinen Betrieb, *Melkroboter Management – Top Agrar Ratgeber*, 6–13.
- Leopold S. (2010). Viermal melken. Noch einen Gang hochschalten? *Neue Landwirtschaft*, 6: 66.
- Link K., Gołębiewski M. (2018). Precision Dairy Farming – czy zastąpi tradycyjne metody w zarządzaniu stadem? *Prz. Hod.*, 5: 26–30.
- Lipiński M., Winnicki S. (1997). Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N. V. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1: 99–106.
- Ocena i Hodowla Bydła Mlecznego – dane za rok 2017 (2018). *Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (PFHBiPM)*, 147 ss.
- Pelzer A. (2014). Womit wird gemolken. *DLG – Mitteilungen Spezial*, ss. 4–7.
- Peters-Sengers R. (2014). Automatic milking systems as a risk factor for intramammary infections caused by environmental pathogens. *J. Dairy Sci.*, 93 (9): 4019–4033.
- Philpot W.N., Nickerson S.C. (2006). Zwyciężyć w walce z mastitis. *Wyd. WestfaliaSurge Polska Sp. z o.o., Bydgoszcz*, 189 ss.
- Raporty wynikowe z oceny wartości użytkowej i ich wykorzystanie w zarządzaniu stadem bydła mlecznego. (2010). *Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka*, 118 ss.
- Reelitz H.D. (1998). Signele bei erhoehter Zallzahl. *Neue Landwirtschaft*, 2: 70–72.
- Schleitzer G. (2000). Erleichterung fuer die Kuh, Stress fuer der Melker? *Neue Landwirtschaft*, 5: 60–64.
- Schleitzer G. (2010). Weniger Arbeit, heohere Kosten. *Neue Landwirtschaft*, 3: 84–87.
- Schleitzer G. (2011). Melkboxen oder Karussell. *Neue Landwirtschaft*, 8: 64–67.
- Sontheimer A. (2011). (Un)heimelich krank. *Neue Landwirtschaft*, 5: 75–76.
- Veauthier G. (1999). Das Managment ist noch wichtiger als beim Malkstand. *Top Agrar*, 2: 15–21.
- Winnicki S., Olechnowicz J., Doleżał O. (2002). Doić krowy dwu- czy trzykrotnie. *Więś Jutra*, 11: 40–41.
- Wyniki Prac Hodowlanych w roku 2016 (2017). *Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Bydła*, 118 ss.

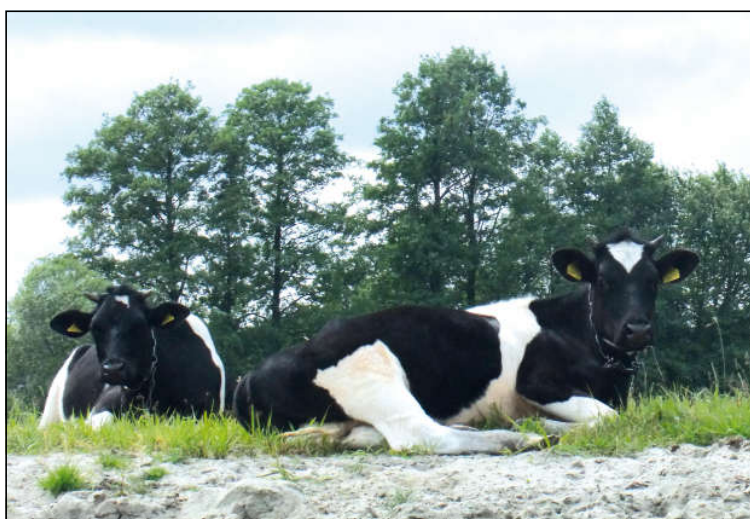
Ziemiński R., Juszcak J. (1997). Zawartość mocznika w mleku jako wskaźnik stosunku białkowo-energetycznego w dawce pokarmowej dla krów mlecznych. *Post. Nauk Rol.*, 3: 73–82.

ROBOTIZATION OF MILKING OF COWS IN PRACTICE

Summary

The impact of moving cows from a conventional barn (K) to a modern barn (N) was analysed. In barn K, where cows were milked in the herringbone milking parlour, TMR feed was supplied by the Sgariboldi feeder-mixer wagon, and the excreta from the corridors were removed with a front-end loader. In barn N milking and feeding robots were used, and the excreta were removed with a Delta scraper. The initial milk yield was about 7000 kg in barn K, and it increased to more than 10 500 kg after moving the herd to barn N. The cytological quality of milk has also improved. Seventy-five percent of the milk samples from barn K had SCC less than 400 000 in ml. About 12–13% of them came from udders with subclinical mastitis and 10–13% from udders with clinical mastitis. The same production parameters in barn N improved in the second half of the exploitation year and they were significantly better. The values were 85%, 6.5–7.5% and 6.0–7.7%, respectively. Increased productivity and improvement of the cytological quality of milk in barn N indicates an improvement in the welfare of cows.

Key words: cows, milking robots, conventional barn, modern barn



Fot.: D. Dobrowolska; archiwum