

Przesłano: 15-03-2023

Zaakceptowano do druku: 29-08-2023



ZASTOSOWANIE ROZWIĄZAŃ ROLNICTWA PRECYZYJNEGO W CHOWIE I HODOWLI BYDŁA ORAZ OWIEC

Piotr Wójcik¹, Agata Karpowicz²

Abstrakt: Inteligentne rolnictwo w produkcji zwierzęcej zrodziło się z chwilą, gdy hodowcy zwierząt gospodarskich z jednej strony dążyli do maksymalizacji wydajności produkcji i zwiększenia pogłowia zwierząt w stadach, z drugiej zaś z potrzeby zachowania zasad dobrostanu zwierząt, oszczędności czasu i nakładów pracy. W konsekwencji zaistniała potrzeba częstego i bardziej szczegółowego informowania hodowców o zdrowiu, aktywności, dobrostanie i wydajności ich zwierząt, jak i z konieczności monitorowania i oceny jakości i produktywności upraw rolniczych.

Słowa kluczowe: innowacje, technologie, rolnictwo precyzyjne, bydło, owce

JEL: Q1, O3

APPLICATION OF PRECISION FARMING SOLUTIONS IN CATTLE AND SHEEP HUSBANDRY

Piotr Wójcik¹, Agata Karpowicz²

Abstract: Smart agriculture in animal production has been implemented when livestock breeders were seeking possibilities for maximize the production efficiency and increasing the stocking density of their herds, and on the other hand, from the need to maintaining animal welfare, saving time and labor. As a consequence, there was a need for frequent and more detailed information to breeders about the health, activity, well-being and performance of their animals, as well as for precise quality assessment, and the need to monitoring the productivity of agricultural crops.

Keywords: innovations, technologies, precision agriculture, cattle, sheep

JEL Classification: Q1, O3

¹ Instytut Zootechniki – PIB (The National Research Institute of Animal Production) | wkład pracy (work input): 50% | ORCID: 0000-0002-3873-2739

² Instytut Zootechniki – PIB (The National Research Institute of Animal Production) | wkład pracy (work input): 50%

1. Wstęp

Inteligentne rolnictwo w produkcji zwierzęcej zrodziło się z chwilą, gdy hodowcy zwierząt gospodarskich z jednej strony dążyli do maksymalizacji wydajności produkcji i zwiększenia liczebności swoich stad, z drugiej zaś strony z potrzeby zachowania zasad dobrostanu zwierząt, oszczędności środków i nakładów pracy. W konsekwencji zaistniała potrzeba częstego i bardziej szczegółowego informowania hodowców o zdrowiu, aktywności, dobrostanie i wydajności ich zwierząt, jak i precyzyjnej oceny jakości i produktywności upraw rolniczych.

Podstawowym celem rolnictwa precyzyjnego w chowie zwierząt gospodarskich jest zapewnienie zwierzętom możliwie najlepszego poziomu dobrostanu i ochrona środowiska naturalnego. Osiągnięcie tego celu możliwe jest poprzez generowanie wiarygodnych danych za pomocą bioczułników, robotyki, technologii cyfrowych i zintegrowanych baz danych w celu zautomatyzowanego i intuicyjnego zarządzania produkcją. Dla hodowców oznacza to zmniejszenie nakładów pracy przy jednoczesnym uzyskiwaniu możliwie jak największej liczby danych o swoich zwierzętach. Korzystanie z inteligentnych technik rolniczych pozwala więc hodowcom lepiej monitorować potrzeby poszczególnych zwierząt i odpowiednio dostosowywać swoje praktyki zarządzania. Obecnie na rynku coraz bardziej dostępna jest szeroka gama inteligentnych rozwiązań przeznaczonych dla branży rolniczej, w tym szczególnie dla produkcji zwierzęcej, z uwagi na jej czasochłonność, których celem jest głównie ograniczenie pracochłonności obsługi zwierząt oraz gromadzenie i przetwarzanie licznych danych produkcyjnych, zdrowotnych i behawioralnych w czasie rzeczywistym. W artykule przedstawiono tylko niektóre z nich, które w opinii piszących mają istotne znaczenie w przemianach jakie dokonują się w ostatnich latach, a które są prezentowane w ramach szkoleń dla rolników, realizowanych w ramach poddziałania 1.2. „Wsparcie dla projektów demonstracyjnych i działań informacyjnych”, które stanowi część Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020, obejmującego promowanie nowoczesnych technologii chowu i hodowli bydła mięsnego. Operacja ta jest współfinansowana przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW).

Celem prezentowanej pracy jest przybliżenie czytelnikom – rolnikom, hodowcom, zootechnikom, osobom z branży rolniczej, dostępnych, światowych rozwiązań rolnictwa precyzyjnego, które mają na celu ułatwienie pracy i obsługi bydła oraz owiec, w tym użytkowanie i zarządzanie pastwiskami, wspierającymi właściwe ich zarządzanie. Prezentowane rozwiązania mają również na celu poprawę dobrostanu zwierząt poprzez monitoring ich behawioru i wskaźników fizjologicznych w czasie rzeczywistym, gromadzenie danych produkcyjnych a także precyzyjną identy-

fikację poszczególnych zwierząt, rozbudowaną o możliwość pomiaru temperatury i aktywności zwierzęcia. Większość z omawianych rozwiązań jest już dostępna na polskim rynku, a rosnąca liczba firm oferujących konkretne urządzenia i systemy będzie w przyszłości predysponowała do obniżania cen za oferowane technologie.

2. Wybrane technologie wspomagające chów i hodowlę bydła i owiec

a. Monitoring upraw i pastwisk przy użyciu dronów i kamer multispektralnych

Technika ta jest szczególnie przydatna dla gospodarstw o dużym areale upraw polowych i pastwisk, dla których prowadzenie szczegółowego monitoringu produkcji roślinnej jest często czasochłonne i pracochłonne. Drony dzięki wyposażeniu w kamery multispektralne oraz aparaty fotograficzne, pozwalają w sposób zdalny, precyzyjny i nieinwazyjny ocenić między innymi stan upraw, plantacji, lasów oraz pastwisk (Lugassi i in., 2019). Ocena ta opiera się o analizę wybarwienia roślin, ich dojrzałości, pokroju i morfologii, układu łanu, masy liści oraz ilości suchej masy z hektara, pozwala również stwierdzić występowanie inwazji agrofagów oraz wyodrębnić największe skupiska chwastów w polu, stwierdzić zagrożenia pożarem oraz ocenić zasobności zarówno gleby, jak i zielonej masy w wodę, składniki mineralne i pokarmowe oraz masę organiczną (Aquilani i in., 2022). Drony stosowane w rolnictwie sterowane są za pomocą GPS (z ang. *Global Positioning System*), a wyposażenie w sensory fotooptyczne i kamery multispektralne pozwala na gromadzenie informacji także o ukształtowaniu danego terenu, właściwościach powierzchni gleby, jej frakcjach i tworzenie dokładnych fotomap rolniczych. Tworzenie map opiera się o analizę multispektralną światła odbitego uzyskanego na podstawie grup zdjęć wykonanych w różnych technikach (pasma czerwieni i podczerwieni), które umożliwiają oszacowanie tzw. NDVI (z ang. *Normalized Difference Vegetation Index*), czyli znormalizowanego wskaźnika wegetacji roślin (di Virgilio i in., 2018). Wskaźnik ten przedstawia aktualną kondycję roślin i oznacza obszary o słabej i intensywnej wegetacji. Analiza danych pozwala także ocenić poziom nawodnienia i nawożenia upraw. Urządzenia te są także stosowane w celu oceny powierzchni zasiewów i intensywności wegetacji roślin, poprzez pomiar wysokości łanu a także gruntu, na którym prowadzona jest plantacja. Uzyskiwanie tego typu danych ułatwia również rolnikom prowadzenie zabiegów agrotechnicznych. Analizy tego rodzaju są coraz częściej dostępne w ofercie komercyjnych firm działających na polskim rynku w branży usług rolniczych, a koszt wykonania badań zależy głównie od areалу i ilości mapowanych upraw oraz liczby i powierzchni działek rolnych.

b. Technologia wirtualnych wygradzeń

Automatyzacja i inteligentne systemy precyzyjnej produkcji zwierzęcej wspierają również zarządzanie i optymalizację wydajności pastwisk oraz kontrolę lokalizacji, przemieszczania, stanu zdrowia, aktywności i preferencji żywieniowych bydła i owiec przebywających na pastwiskach. Do takich rozwiązań należą m.in. systemy wirtualnych wygradzeń, rozbudowane o możliwość monitorowania lokalizacji i stanu zdrowia zwierząt, które przeznaczone są do precyzyjnego zarządzania pastwiskami i pasącymi się zwierzętami. Systemy te są już powszechnie stosowane w krajach, gdzie hodowla bydła i owiec oparta jest o żywienie pastwiskowe i gdzie pastwiska stanowią znaczne areale przeznaczone dla dużych stad zwierząt. Na rynku dostępne są systemy australijskie (eShepherd[®], Agersens, Datamuster[®]), nowozelandzkie (Halter[®]), norweskie (Nofence[®]) czy amerykańskie (Vence[®]). Granica wirtualnego ogrodzenia (oddzielająca strefy włączenia i wykluczenia) jest określana za pomocą współrzędnych GPS i przesłana do jednostki za pomocą łącza częstotliwości radiowej (Wójcik i in., 2022). Gdy zwierzę zbliża się do granicy wirtualnego ogrodzenia, urządzenie emituje charakterystyczny, ale nieawersyjny dźwięk w zasięgu słuchu zwierzęcia (Aquilani i in., 2022; Kearton i in., 2019). Jeśli zwierzę nadal porusza się przez granicę wirtualnego ogrodzenia do strefy wykluczenia, urządzenie dostarcza krótką, ostrą sekwencję impulsów elektrycznych. Pomimo, że intensywność bodźca impulsowego jest mniejsza niż ogrodzenie elektryczne, skuteczność zatrzymania jest taka sama. Technologia wirtualnych wygradzeń umożliwia hodowcom zbieranie w czasie rzeczywistym danych dotyczących ich stada, od lokalizacji zwierząt, przez monitorowanie stanu ich zdrowia i kondycji, kontrolę aktywności po sterowanie miejscem i arealem wypasu (Aquilani i in., 2022). Kondycja i zdrowie zwierząt oceniane są głównie poprzez analizę ich aktywności (ilość kroków w jednostce czasu), częstotliwość i czas przemieszczania się oraz spoczynku, sprawdzanie, czy poszczególne zwierzęta w stadzie systematycznie odwiedzają miejsca, w których dostępna jest woda pitna oraz zadawane są pasze. Systemy złożone są z czujników ruchu – akcelerometrów, które dostarczają informacji o miejscu, stanie i aktywności zwierzęcia. Urządzenia wyposażone są w odbiorniki GPS wykorzystujące sygnały satelitarne do określenia swojej pozycji. Urządzenia komunikują się przez sieć komórkową z aplikacją w smartfonie lub tablecie. Czujniki umieszczone są razem z ogniwami słonecznymi na mocnych i wytrzymałych, ale lekkich (do max 1,5 kg) obrozach z panelami słonecznymi po obu stronach. W okresie wypasu akumulatory są ładowane przez panele słoneczne. Aplikacja monitoruje samopoczucie zwierząt, zbierając dane z czujników wbudowanych w lekkie urządzenia noszone przez zwierzęta. W Europie tego rodzaju systemy stosowane są m.in. w Skandynawii oraz na Wyspach Brytyjskich.

c. System wygrodzień kroczących

System wygrodzień przenośnych oparty jest o prowadnice w kształcie gwiazdy firmy Gallagher (<https://www.gallagher.eu>), przez które przeciągnięty jest pastuch elektryczny pod napięciem. Stopniowe przesuwanie całego ogrodzenia (gwiazdy wraz z pastuchem) umożliwia dokonywanie wypasu pasowego w określonej kwarterze pastwiska. System pozwala na bardzo efektywne wykorzystanie pastwiska, ograniczając straty z powodu niedojadów oraz wydeptywanej części runi pastwiskowej, jak również monitorowanie zapotrzebowania wypasanego bydła. Wielokrotne w ciągu dnia przesuwanie ogrodzenia pozwala zoptymalizować system żywienia i określić poziom wykorzystania runi przez zwierzęta. Wysokość zamocowania pastucha w takim systemie wynosi 78 cm i jest to stała wysokość utrzymywana przez układ prowadnic i przewodów uziemiających w formie gwiazdy (Wójcik, 2022). Od roku 2022 omawiany system wygrodzień jest testowany przez Instytut Zootechniki PIB, zarówno w Zakładach Doświadczalnych należących do placówki, jak i w prywatnych gospodarstwach zajmujących się hodowlą bydła mięsnego, które biorą udział w projekcie mającym na celu utworzenie pokazowych gospodarstw demonstracyjnych, wyposażonych w nowoczesne technologie, systemy i sprzęt, wspomagające obsługę i zarządzanie zwierzętami. Projekt ten realizowany jest jako część poddziałania 1.2 „Wsparcie dla projektów demonstracyjnych i działań informacyjnych”, w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020, dotyczącego nowoczesnych technologii wspierających chów i hodowlę bydła mięsnego.

d. System monitoringu behawioru zwierząt na pastwisku i pobrania paszy

System pozwala hodowcy na skuteczne zarządzanie zwierzętami głównie w sezonie pastwiskowym oraz szybkie reagowanie w przypadku zdarzeń losowych i pogarszającego się dobrostanu (np. stres termiczny). Poza rozmieszczeniem przestrzennym zwierząt i preferowanymi miejscami wypasu, dane GPS są w stanie dostarczyć przydatnych informacji o czynnościach wykonywanych przez zwierzęta, w tym zmian aktywności, czasu spoczynku, długości czasu spoczynku, pobierania paszy i przeżuwania. Wszystkie te czynności są ważnymi miernikami zmian w dobrostanie zwierząt, żerności zwierząt oraz ich zdrowia. Ponieważ dobrostan zwierząt stał się w ostatnich latach priorytetem hodowlanym, technologie mające na celu jego ocenę zostały opracowane w szybkim tempie i nadal są rozwijane. Tak jest w przypadku akcelerometrów (pedometrów, transponderów), które stały się podstawowymi narzędziami używanymi nie tylko do wykrywania rui ale i do rejestrowania aktywności (Internet 3). Obecnie akcelerometry stosuje się także m.in. do wykrywania kulawizny u wypasanych zwierząt. Technologia akcelerometru ma niskie zapotrzebowanie na energię, a ich wspólne zastosowanie może

wydłużyć żywotność baterii GPS, ustawiając GPS tak, aby aktywnie rejestrował tylko wtedy, gdy akcelerometr wykryje ruch z określoną prędkością. Coraz powszechniejsze jest zastosowanie czujników bezwładnościowych jednostek pomiarowych (IMU – z ang. *Inertial Measurement Unit*). IMU to połączone urządzenie, które zawiera kilka różnych czujników (akcelerometr, żyroskop, magnetometr), które są w stanie mierzyć przyspieszenie liniowe, kąt obrotu (pochylenie, przechylenie i odchylenie) oraz prędkość kątową. U bydła stosuje się IMU ze zwykłego telefonu komórkowego uzyskując z stosowanego systemu 92% dokładności klasyfikacji aktywności oraz sięgającej 95% dla aktywności przeżuwania. Wskaźnik procentowy mówi o skuteczności wykrywania wykonywanej aktywności zwierzęcia, czyli częstotliwości wykonywanych ruchów w określonej jednostce czasu, zgodnie z opracowanym algorytmem. Obecnie skupiając się na efektywnym wypasie przeżuwaczy, badania poszerzono o funkcjonalności zmierzające do wykrycia ruchów żuchwy, w celu sklasyfikowania ich jako ruchów gryzienia (chwytanie i odrywanie), żucia (rozbijanie) i gryzienia (nakładanie się czynności żucia i gryzienia) oraz policzenia ich częstotliwości i czasu trwania, w celu rozróżnienia między wypasem a przeżuwaniami. Ocena ruchów żuchwy pozwoliła również na nowatorskie podejście do szacowania spożycia paszy na pastwiskach, co tym samym pozwala optymalizować żywienie. Wykorzystuje się tu czujniki ciśnienia lub czujniki akustyczne (Aquilani i in., 2022). Obecnie na rynku mamy także bolusy dozwaczowe, które oprócz podstawowych analiz jak pH żwacza, temperatura, pobieranie wody, pozwalają na wykrywanie rui u zwierząt oraz określają aktywność dobową zwierzęcia.

Ciekawą propozycją jest możliwość wykorzystania akcelerometrów i technologii RFID do badania zachowań związanych z piciem i pobraniem wody (np. SmaXtec-bolusy) przez wypasane zwierzęta. Podejście opiera się na wyjątkowej pozycji głowy bydła podczas picia, którą można łatwo zidentyfikować za pomocą zamontowanego na szyi trójosiowego akcelerometru. Natomiast pobór wody oblicza się za pomocą rynny wyposażonej w wodomierz. Połączenie tych dwóch technologii pozwala na rejestrację liczby, czasu trwania i częstotliwości wizyt na zwierzę w punkcie pojenia, liczby i czasu trwania zdarzeń picia na wizytę zwierzęcia oraz czasu, jaki zwierzę spędza na picciu (Aquilani i in., 2022).

Zdjęcie 1

**Sensory do analizy pobierania paszy i przeżuwania:
zewnętrzne i wewnętrzne**

Źródło: SmaXtec.com

e. Chipowanie zwierząt

Obowiązujący w Polsce system identyfikacji i rejestracji zwierząt gospodarskich, w tym bydła i owiec, opiera się na wykorzystaniu do znakowania kolczyków dousznych oraz identyfikacji zwierzęcia za pomocą paszportów. Kolczyki mogą jednak zostać zagubione przez zwierzę, ulec zniszczeniu, bądź zostać przekazane innemu zwierzęciu. Istnieje również obawa o możliwość zaniechania znakowania, utrzymywania w gospodarstwach nierejestrowanych sztuk, a następnie uboju takich zwierząt spoza systemu. Rozwiązaniem na rynku i dopuszczonymi do obrotu i użycia jest pojawienie się chipów wszczepianych podskórnie z funkcją pomiaru temperatury oraz transponderów umożliwiającymi ich stały i automatyczny odczyt (Wójcik, Radkowska i in., 2022; Wójcik, Skrzyński i in., 2022). Zastosowany system dokonuje rejestracji temperatury z częstotliwością 2x na dobę lub indywidualnie zaprogramowaną – co stanowi istotny przełom w profilaktyce w zakresie pomiaru temperatury ciała zwierząt gospodarskich i wykrywaniu chorób (Wójcik, Skrzyński i in., 2022). W przypadku wykrycia podwyższonej temperatury opracowane w systemie SAiND algorytmy wymuszają kolejne dwa pomiary w odstępie jednej godziny celem potwierdzenia ich prawidłowości, aby następnie wysłać alert do hodowcy lub lekarza weterynarii ze wskazaniem konkretnego osobnika podejrzanego o rozwój choroby. Technologia obsługiwana jest za pośrednictwem aplikacji Stado.pl – dostępnej zarówno w formie strony internetowej jak i aplikacji mobilnej. Istotny jest fakt, że zasilany bezprzewodowo chip-implant, będzie przechowywał unikalny numer identyfikacyjny (UniqueID) i oprócz pomiaru temperatury będzie nadzorował i raportował lokalizację osobnika (obecnie trwają prace

na tym modulem). Opisana technologia stanowi źródło obszernych informacji o stanie zdrowia zwierzęcia podczas wizyt kontrolnych w gospodarstwie, a także umożliwia skuteczną walkę z ogniskami zapalnymi chorób i stanowi podstawę do szybkiego reagowania w kryzysowych sytuacjach poprzez identyfikację poszczególnych sztuk bydła we wczesnych stadiach chorobowych. Technologia chipów monitorujących jednocześnie temperaturę ciała zwierząt jak i ich otoczenia, śledzących drogi ich przemieszcza w obrębie pastwisk i budynków inwentarskich oraz mierzących aktywność bydła jest kolejnym systemem wprowadzanym przez Instytut Zootechniki PIB do gospodarstw biorących udział w projekcie obejmującym tworzenie wzorcowych gospodarstw demonstracyjnych zajmujących się chowem i hodowlą bydła mięsnego. System SAiND ma na celu stały pomiar temperatury ciała bydła i jego otoczenia w czasie rzeczywistym, w celu określenia stresu/komfortu termicznego zwierząt podczas wypasu, stwierdzenie występowania ewentualnych stanów chorobowych u zwierząt oraz pomiar ich aktywności dobowej. W projekcie biorą udział gospodarstwa z województw: podkarpackiego, małopolskiego, śląskiego, dolnośląskiego, świętokrzyskiego, opolskiego, lubuskiego. Demonstracja jest realizowana na minimum 20 sztukach czystorasowych zwierząt objętych oceną użytkowości mięsnej, prowadzoną wspólnie przez Polski Związek Hodowców i Producentów Bydła Mięsnego oraz Instytut Zootechniki. Zadania te współfinansowane są przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW). W projekcie, poza Instytutem Zootechniki PIB jako opiekunem naukowym gospodarstw demonstracyjnych zlokalizowanych w różnych częściach kraju, udział biorą wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego. Poza wyposażeniem gospodarstw w omawiane systemy i urządzenia, których celem jest usprawnienie obsługi zwierząt, poprawa ich dobrostanu i umożliwienie hodowcom precyzyjnego pozyskiwania możliwie jak największej ilości danych o zwierzętach oraz pastwiskach, wspierających podejmowanie decyzji produkcyjnych, jest przeprowadzenie pokazowych szkoleń podczas wizyt rolników w gospodarstwach objętych projektem. Wizyty demonstracyjne realizowane są w celu prezentacji wybranych technologii i systemów funkcjonujących w praktyce, popularyzacji nowoczesnych rozwiązań rolnictwa precyzyjnego jako elementów wspierających efektywne zarządzanie produkcją bydła ras mięsnych. W ramach programu zaplanowano trzykrotny przyjazd rolników do gospodarstw demonstracyjnych w ciągu roku, które w zależności od rejonu kraju, realizowane są od maja do listopada 2023 r.

Zdjęcie 2

Transponder wraz z chipem dla bydła



Źródło: Farm Innovations S.A.

f. Inne czujniki i sensory monitorujące zwierzęta

Czujniki działające w oparciu o połączenie technologii pomiaru temperatury w podczerwieni, fotopletysmogramu mierzącego ciśnienie krwi i tętno oraz bezwładnościowymi jednostkami pomiarowymi mają na celu zdalne i ciągłe monitorowanie fizjologicznych objawów stresu u owiec i wykorzystywane są m.in. podczas transportu zwierząt (Rutter, 2017). Czujniki tego typu mogą być również wykorzystywane do oceny występowania stresu u zwierząt związanego np. z chorobą lub zagrożeniem ze strony drapieżników w terenie. Innego typu czujnikami są sensory oparte o technologię identyfikacji radiowej RFID (z ang. *Radio-Frequency Identification*). Są to chipy lub bolusy wykorzystywane do monitorowania i śledzenia poszczególnych zwierząt w stadzie, jak i całego stada, zarówno w terenie podczas wypasu jak i w obiektach inwentarskich (Wójcik, Skrzyński i in., 2022; Rutter, 2017). Do opracowania precyzyjnych czujników wykorzystuje się obecnie łączenie systemów dwupasmowych - o niskiej (LF) częstotliwości fal radiowych oraz ultra wysokiej częstotliwości (UHF). Opracowana i skonstruowana została antena do czytników oraz nowy typ czytnika RFID, rejestrujący ruch owiec w czasie rzeczywistym. System może być wykorzystywany do monitorowania wykotów w terenie (na pastwiskach), śledzenia przemieszczania się zwierząt, transportu zwierząt z owczarni do zakładów ubojowych i jest dostosowany do odczytywania i zapisu danych dla dużej grupy zwierząt (100 owiec) w ciągu mniej niż minuty (Odintsov Vaintrub, 2021).

g. Automatyczne systemy doju dla bydła

Najczęstszymi przyczynami, dla których hodowcy bydła mlecznego decydują się na wprowadzenie do obory automatycznego systemu doju (AMS – z ang. *Automated Milking System*) jest oczekiwane obniżenie nakładów pracy przy wzroście częstości doju i wydajności mlecznej krów. Innymi powodami wyboru robotów udojowych są także coraz częściej pojawiający się problem z chętnymi do pracy w halach udojowych oraz chęć posiadania przez pokolenia młodych hodowców więcej czasu na realizację innych prac w gospodarstwie lub zainteresowań. Oprócz niższych nakładów pracy, AMS powoduje 5–10% wzrost wydajności mlecznej, co wynika głównie ze zwiększonej częstości dojenia. Zastosowanie AMS daje możliwość zwiększenia produkcji mleka o 12% przy jednoczesnym zmniejszeniu nakładów pracy o około 18% (Szymik, 2018). AMS umożliwia wykonanie wielu pomiarów związanych z dojem krów mlecznych, które do momentu wprowadzenia robotów na fermach przemysłowych nie były możliwe do monitorowania lub były stosowane jedynie w bardzo zaawansowanych halach udojowych z nowoczesnymi aparatami udojowymi. Decydujące znaczenie w tym zakresie ma przede wszystkim możliwość pomiaru szybkości przepływu mleka, czas doju, pomiarów jakości i składu mleka w rzeczywistym czasie. Robot udojowy (AMS) składa się z maszyny udojowej, czujnika położenia strzyków (zwykle laserowego), robotycznego ramienia do automatycznego zakładania i zdejmowania kubków udojowych oraz bramek kontrolujących ruch krów. Krowy mogą stale przebywać w oborze i spędzać większość czasu na odpoczynku lub karmieniu w obszarze wolnostanowiskowym. Jeśli krowy są wypasane, niektórzy producenci robotów zalecają stosowanie bramek selekcyjnych, które pozwalają na wyjście na pastwiska tylko tym krowom, które zostały wydojone. Kiedy krowa zdecyduje się wejść do jednostki udojowej (z powodu wysokiej smakowitości paszy, którą znajduje w boksie udojowym), czujnik identyfikacji krowy odczytując tag identyfikacyjny (transponder) na krowie i przekazuje identyfikator krowy do systemu sterowania. Jeśli krowa została wydojona niedawno, system automatycznej bramy wysła ją poza obręb jednostki. Jeśli krowa może być wydojona, następuje automatyczne mycie strzyków, nakładanie kubków udojowych, dojenie i spryskiwanie strzyków. W celu zachęcenia krowy do wizyty w jednostce udojowej, podawana jest pasza treściwa. Niezmiernie istotny jest fakt otrzymywania na telefon lub inny czytnik bezpośrednich komunikatów z systemu AMS informujących nie tylko o produkcyjności krów, jakości mleka, chorobach czy rui, ale także komunikaty o awaryjności systemu ze wskazaniem potencjalnej przyczyny.

h. Wykorzystanie tomografii komputerowej do oceny cech hodowlanych i rzeźnych owiec

Tomografia komputerowa jest medyczną techniką obrazowania, która tworzy obrazy przekrojów ciała przy użyciu promieni rentgenowskich o niskiej dawce, bez szkody dla zwierzęcia. Uzyskane szczegółowe obrazy pozwalają na bardzo dokładne szacowanie składu ciała owiec i rozmieszczenie tkanek. Zespół specjalistów z Edynburgu oferuje hodowcom mobilną usługę badania tomograficznego zwierząt, z wykorzystaniem przewoźnego tomografu (Internet 1).

Zdjęcie 3

Mobilny tomograf oraz wyniki obrazowania przyżyciowego tuszy owczej



Źródło: www.sruc.ac.uk

Tomografia komputerowa pozwala dokładniej zidentyfikować najlepsze zwierzęta w stadzie do hodowli. Działania takie pozwalają przyspieszyć postęp hodowlany poprzez wybór najlepszych kandydatów na rodziców następnego pokolenia. Uzyskane informacje pozwalają wykorzystać dodatkowe informacje na

temat cech, których nie można zmierzyć za pomocą ultradźwięków, np. kształtu mięśni, umięśnienia, objętości mięśni, gęstości kości, tłuszczu. W grupie jagniąt, informacje z badania tomografią komputerową pozwalają dokładnie przewidzieć zawartość tłuszczu śródmięśniowego, która jest ważnym aspektem jakości mięsa. Wyniki przyżyciowego badania owiec z zastosowaniem przewoźnego tomografu komputerowego pozwalają przewidzieć: masę tkanek tuszy i % udziału tkanki mięśniowej w tuszy, wydajność rzeźną, cechy budowy kręgosłupa, stosunek mięśni do kości, stosunek mięśni do tłuszczu, jakość mięsa, wysokość oka połędwicy. Zastosowanie tomografii komputerowej może znacząco wspomóc ocenę i przewidzieć typ porodów, dzięki ocenie takich cech jak szerokość w biodrach, szerokość klatki piersiowej i wymiary miednicy. Cechy te są porównywane pomiędzy rasami i pozwalają ocenić, która z ras posiada predyspozycje do łatwych wykotów. Uzyskane wyniki są również uwzględniane w obliczeniach szacunkowych wartości hodowlanych (EBV – z ang. *Estimated Breeding Value*) (Internet 4).

3. Podsumowanie

Omówione w pracy rozwiązania stanowią jedynie bardzo niewielki wycinek dostępnych i funkcjonujących obecnie systemów oraz technologii dedykowanych dla hodowców bydła i owiec. Instytut Zootechniki PIB, jako placówka badawczo-wdrożeniowa, w ramach poddziałania 1.2. „Wsparcie dla projektów demonstracyjnych i działań informacyjnych” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 w zakresie *Nowoczesnych technologii chowu i hodowli bydła ras mięsnych*, umożliwia hodowcom bydła mięsnego, biorącym udział w operacji, sprawdzenie funkcjonalności i przydatności wybranych systemów i urządzeń w rzeczywistych warunkach prowadzonych gospodarstw. Projekt jest realizowany w ramach konsorcjum utworzonego łącznie z Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, wojewódzkimi ośrodkami doradztwa rolniczego oraz Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, a operacja współfinansowana przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW), realizowana jest w latach 2023-2024. Omawiane rozwiązania technologiczne powszechnie stosuje się w gospodarstwach, gdzie liczba zwierząt przekracza co najmniej 50 szt. i możliwe jest np. tworzenie grup technologicznych lub żywieniowych.

LITERATURA

1. Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., Pugliese, C. (2022). Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal, Volume 16, Issue 1*, January, art.100429.
2. di Virgilio, A., Morales, J.M., Lambertucci, S.A., Shepard, E.L.C., Wilson, R.P. (2018). Multi-dimensional Precision Livestock Farming: a potential toolbox for sustainable rangeland management. *PeerJ*, 6, Art. 4867.
3. Lugassi, R., Zaady, E., Goldshleger, N., Shoshany, M., Chudnovsky, A. (2019). Spatial and temporal monitoring of pasture ecological quality: Sentinel-2-based estimation of crude protein and neutral detergent fiber contents. *Remote Sensing*, 11 (2019), 595.
4. Kearton, T., Marini, D., Cowley, F., Belson, S., Lee, C. (2019). The effect of virtual fencing stimuli on stress responses and behavior in sheep. *Animals*, 9, 30.
5. Ruiz-Garcia, L., Lunadei, L. (2011). *The role of RFID in agriculture: Applications, limitations and challenges Computers and Electronics in Agriculture*, 79, 42-50.
6. Odintsov Vaintrub, M., Levit, H., Chincarini, M., Fusaro, I., Giammarco, M., Vignola, G. (2021). Review: Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming. *Animal, Volume 15*, 3, 100143.
7. Rutter, S.M. Ferguson, D.M., Lee, C., Fisher, A. (2017). *Advances livestock management solutions in sheep welfare*, Elsevier, Woodhead Publishing, Cambridge, UK. 245-261.
8. Szymik, B., Topolski, P., Jagusiak, W. (2018). Cechy zdolności udojowej – cechy funkcjonalne istotne w nowoczesnych systemach doju. *Wiadomości Zootechniczne, LVI*, 3, 30-35.
9. Wójcik, P., Radkowska, I., Szymik, B., Skrzyński, G., Karpowicz, A. (2022). Optymalizacja istniejących oraz opracowanie nowych rozwiązań dla potrzeb zrównoważonego rozwoju ekologicznego chowu zwierząt gospodarskich – bydła. *Broszura upowszechnieniowa nr B-6/2022*, Wyd. IZ Balice. 1-56, ISBN 978-83-7607-303-3
10. Wójcik, P., Skrzyński, G., Szymik, B., Karpowicz, A. (2022). Wykorzystanie rozwiązań rolnictwa precyzyjnego w produkcji zwierzęcej- bydło. *Broszura upowszechnieniowa nr. B-6/2022*. Wyd. IZ Balice. 2-108, ISBN 978-83-7607-398-9
11. Internet 1: <https://www.sruc.ac.uk/research/research-facilities/beef-sheep-research-facility/>
12. Internet 2: https://www.gallagher.eu/en_export/mobile-fence-cows
13. Internet 3: <https://www.allflex.global/pl/monitoring-zwierzat/>
14. Internet 4: <https://www.sruc.ac.uk/research/research-facilities/beef-sheep-research-facility/beef-sheep-research-facilities/ct-scanning>