



INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF ANIMAL PRODUCTION

Balice 28.02.2025

SPRAWOZDANIE

z realizacji przez Instytut Zootechniki PIB zadania badawczego w ramach projektu pt. „Zarządzanie jakością paszy w hodowli bydła w oparciu o innowacyjny system optymalizacji paszy "Feed - 360"

WSTĘP

Do osiągnięcia wysokiej wydajności krów w laktacji, szczególnie w jej szczycie konieczne jest odpowiednia organizacja produkcji, a co za tym idzie – właściwe żywienie. Często jednak prawidłowo ułożona dawka pokarmowa nie wystarcza, szczególnie w chowie większego stada, dochodzi bowiem do szeregu strat pasz, między innymi ze względu na niepełne skarmianie dawki. Do obowiązku hodowcy należy zadbanie o to, by zwierzę pobierało wystarczająco dużą ilość suchej masy. Warto zaznaczyć, że związane ze zwiększającą się ilością produkowanego mleka wzrasta zapotrzebowanie na składniki pokarmowe podawane w paszy. Zwierzę, które nie jest w stanie pobrać wystarczającej ilości paszy na zaspokojenie swoich potrzeb, zaczyna korzystać z własnych rezerw tłuszczowych i glikogenu z wątroby. Prowadzi to do ryzyka wystąpienia chorób metabolicznych, spośród których najczęstszą przypadłością jest ketoza. Jeśli nie będzie leczona, może dojść również do przemieszczenia trawieńca. Prowadzi to do strat wydajności, tym samym wpływając negatywnie na zyski z hodowli (AgroFakt 2022). Ogromne znaczenie ma również odpowiednia struktura paszy (mieszaniny) oraz jej wilgotność. Włókno musi mieć odpowiednią długość, ponieważ jeśli jest zbyt drobno pocięte nie będzie, spełniać swojej roli żywieniowej (a nawet może być szkodliwe i prowadzić do chorób oraz zmniejszenia wydajności). Za małe fragmenty paszy nie są dobrze przeżuwane przez zwierzęta, przez co dochodzi do zmniejszenia ilości wydzielanej śliny i obniżenia pH w żwaczu. Osłabia to cały proces trawienia, a źle nadtrawiona treść pokarmowa może stać się przyczyną stanów zapalnych żołądka (FS 2021).

Powszechnym sposobem żywienia w utrzymaniu bezwiąziowym bydła jest korzystanie z ciągu paszowego, którego zasadniczymi elementami są przygotowywanie pasz w formie

dawki kompletnej (TMR) lub niepełnej (PMR) z zastosowaniem dodatkowych stacji pasz treściwych oraz stoł paszowy. Systemy i urządzenia do przygotowania i zadawania dawki pokarmowej umożliwiają nie tylko prawidłowe i precyzyjne zbilansowanie dawki pokarmowej, poprzez homogenne, jednorodne wymieszanie wszystkich jej komponentów. Zastosowanie stołu paszowego, do którego krowy mają nieograniczony dostęp przez całą dobę i mogą pobierać pasze w dowolnej, wybranej przez siebie chwili stymuluje zwierzęta do i jest jednym z elementów zapewniających zwierzętom komfort, który przekłada się na poziom ich dobrostanu, a to, pośrednio na ich zdrowotność. Wskazują na to badania, m.in. Callaghana i in. (2018), w których udowodniono, że system żywienia TMR wpływa na funkcje żywca i produkcję mleka poprzez zwiększoną ilość lotnych kwasów tłuszczowych oraz znacznie wyższą zawartość cholicy w żywcu krów karmionych za pomocą dawek TMR. Dodatkowo, zastosowanie całkowitej dawki wymieszanej (TMR) jest dobrą strategią gospodarowania paszami poprzez efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów paszowych ze względu na ograniczenie ilości pozostawianych przez bydło niedojadów (Karunanayaka i in., 2021). W badaniach Sobotki i in. (2011) wykazano, że zastosowanie systemu żywienia TMR w stadzie krów rasy holsztyno-fryzyjskiej, wpłynęło na zwiększenie pobrania suchej masy o 10 kg w porównaniu do zwierząt żywionych tradycyjnym systemem żywienia dawką o takim samym składzie komponentowym, jak również pozwoliło na uzyskanie większej wydajności mleka (17 000 vs 24 000 kg) charakteryzującego się znacznie wyższą zawartością białka i tłuszczu oraz o lepszych parametrach higienicznych (liczba komórek somatycznych i liczba drobnoustrojów). Wyższą wydajność oraz lepszy współczynnik wykorzystania pasz u krów żywionych w oparciu o system TMR wykazywano w badaniach nie tylko z udziałem krów rasy HF. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Teshome i in. (2017) krowy rasy jersey żywione z wykorzystaniem systemu TMR charakteryzowały się wyższą wydajnością mleczną oraz lepszym wykorzystaniem pasz, w porównaniu ze zwierzętami żywionymi tradycyjnie. Wykorzystanie wozów i stołów paszowych obniża także koszty pracy i umożliwia żywienie zgodne z indywidualnymi potrzebami pokarmowymi zwierzęcia (Schingoethe, 2017). Dobre przygotowanie TMR-u oraz jego zadanie zapobiega selekcji i sortowaniu pasz, co pozwala na dostarczanie krowom wymaganej ilości składników pokarmowych i wpływa na wysoką efektywność ich wykorzystania (Morales-Almaráz i in., 2010; Charlton i in., 2011; Mendoza i in., 2016; Beigh i in., 2017; Premarathne i Samarasinghe, 2020). Stosowanie dawek TMR zwiększa pobranie paszy oraz jej strawność, co przekłada się na wzrost aktywności mikroflory żywca powodując wzrost produktywności krów (Wongnen i in., 2009). Wykorzystanie systemu TMR oraz stołów paszowych wpływa także na poprawę funkcjonowania hormonalnego krów

oraz procesy związane z ich rozrodem. Żywienie prawidłowo zbilansowaną dawką, czy to w systemie TMR czy PMR umożliwia także zapewnienie prawidłowego bilansu energetycznego krowom, co przekłada się na stymulację wzrostu pęcherzyków jajnikowych i dynamikę procesów rozrodczych, ponieważ istnieje silny związek między bilansem energetycznym i płodnością tych zwierząt (Alves i in., 2019).

Sposób podawania paszy wiąże się jednak z częściowymi stratami mieszaniny, ze względu na przesuwanie pasz przez zwierzęta poza zasięg i możliwości pobrania ze stołu paszowego (naturalny behavior zwierząt). Stąd też, aby zwiększyć wykorzystanie dawki oraz ograniczyć wystąpienie niedojadów, konieczna jest organizacja podgarniania pasz. W tym celu wykorzystuje się różne metody, od ręcznego przesuwania pasz przez obsługę obiektu, poprzez formy zmechanizowane (osprzęt montowany na ciągnikach lub innych urządzeniach obsługiwanych przez obsługę) do automatycznych systemów podgarniających (FS 2021).

Podgarnianie pasz ma również na celu umożliwienie skarmienia pasz zanim ulegną one nadmiernemu przesuszaniu się mieszaniny w związku ze zbyt długim zaleganiem na stole paszowym poza zasięgiem zwierząt, czy też popsuciu poprzez zagrzanie na stole paszowym (Coblentz i Hoffman 2008, ProjektAgrar 2020b). Zagrzewanie pasz na stole paszowym prowadzi do wielu niekorzystnych zmian w ich przyswajalności, wpływając bezpośrednio na ich pH oraz strawność (Goering i in. 1972, 1973). Regularne podgarnianie paszy przyczynia się do eliminacji niekorzystanego zjawiska zwiększania kwasowości płynu żwacza, ma korzystny wpływ na zdrowie krów, a także uzyskaną wydajność mleka. Obecnie odpowiedzią na te problemy są autonomiczne i automatyczne systemy podgarniania pasz.

Urządzenia tego typu programuje się pod względem częstotliwości działania wraz ze skoordynowaniem częstotliwości zadawania dobowego pasz (podział dziennej dawki na części) sprzyjając w ten sposób lepszemu wyjadaniu dawki pokarmowej. Dodatkowo również umożliwia się odświeżanie paszy na stole paszowym przed przesunięciem jej bliżej krów (DeLaval 2022). Dzięki takiemu działaniu krowy częściej przychodzą do stołu paszowego (pobierają przez to więcej substancji odżywczych), krowy (a przede wszystkim pierwiastki) będące niżej w hierarchii stada nie są skazane na miejsca przy stole paszowym z wyjedzoną i przesortowaną paszą, obserwowany jest lepszy ruch krów (co szczególnie jest ważne w oborach z robotami udojowymi), skutkiem tego jest również mniejsza konkurencja i mniej stresu przy stole paszowym.

Automaty do podgarniania pasz można programować do działania ze zmienną częstotliwością, również do pracy w dowolnych porach dnia oraz nocy, co jest szczególnie istotne w związku z różnymi okresami pobierania pasz przez krowy (ProjektAgrar 2020a).

Częste podgarnianie paszy przy systemie żywienia opartym na całodobowym dostępie TMR-u jest niezbędne, aby zachować zdrowotność oraz produktywność stada. Dlatego też, coraz popularniejsze stają się urządzenia do podgarniania paszy, które częściowo bądź całkowicie wykluczają pracę fizyczną i potrzebę nadzoru przez człowieka (Głuchowski 2016). Systematyczna praca na stole paszowym ogranicza stosowanie TMR-u czyli wybierania przez krowy najsmaczniejszych kawałków. Aby podgarnianie było szybsze należy w gospodarstwie rozważyć inwestycje. Wymieszanie TMR-u na nowo powoduje, że krowy chętniej podbierają paszę. Z kolei brak dopychania paszy ma dobry wpływ na długość jej zdatności do skarmiania. Musimy bowiem pamiętać, że zbyt mocne ściskanie paszy sprzyja procesowi zagrzewania, szczególnie podczas wysokich temperatur (Głuchowski 2016). W przypadku młodego bydła stała dostępność podgarniętej i przewietrzonej paszy objętościowej może być bardzo pomocna w prawidłowym rozwoju żywca i utrzymaniu stabilnego pH (5,8 - 7). Regularne podgarnianie ma również wpływ na wyższą płodność zwierząt poprzez zachowanie równowagi pomiędzy odżywianiem i zapewnieniem odpowiedniej ilości energii. (Moov 2022).

Literatura

- AgroFakt-(2021) Jak zwiększyć pobranie suchej masy przez krowy?, <https://www.agrofakt.pl/jak-zwiekszy-c-pobranie-suchej-masy-przez-krowy/> Dostęp: 2022-05-24
- Alves J.P.M., Fernandes C.C.L., Rossetto R., Silva C.P. da, Galvão I.T.O.M., Bertolini M. Rondina, D. (2019). Impact of short nutrient stimuli with different energy source on follicle dynamics and quality of oocyte from hormonally stimulated goats. *Reproduction in Domestic Animals*. 54(9): 1206-1216.
- Beigh Y.A., Ganai A.M., Ahmad H.A. (2017). Prospects of complete feed system in ruminant feeding: A review. *Veterinary World*. 10(4): 424-437.
- Callaghan T.F.O., Rosa V., Serra-cayuela A., Dong E., Mandal R., Hennessy D., Mcauliffe S., Dillon P., Wishart D.S., Stanton C., Ross R.P. (2018). Pasture feeding changes the bovine rumen and milk metabolome. *Metabolites*. 8(27): 1-24
- Charlton G.L., Rutter S.M., East M., Sinclair L.A. (2011). Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Applied Animal Behaviour Science*. 130(1-2), 1-9.
- Coblentz W., Hoffman P.(2008) Heat damaged forages: effects on forage quality. *Focus on Forage* - Vol 10: No. 8, 1-4.
- DeLaval (2022)-Odświeżanie i podgarnianie paszy . <http://delaval-witkowski.pl/odswiezanie-i-podgarnianie-paszy-optiduo/>, Dostęp: 2022-05-24

- FS (2021). Podgarniacz Paszy – Dlaczego Warto Go Stosować?
<https://www.firmaspecjalistyczna.pl/biznes/podgarniacz-paszy-dlaczego-warto-go-stosowac/>
 Dostęp: 2022-05-24
- Głuchowski Ł. (2016). Czym podgarnąć TMR? <https://www.farmer.pl/produkcja-zwierzeca/bydlo-i-mleko/czym-podgarnac-tmr,67863.html> Dostęp: 2022-05-24
- Goering H. K., Gordon C. H., Hemken R. W. Waldo D. R., Van Soest P. Smith J. L. W. (1972). Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. J. D. Sci. 55, 9, s. 1275-1280.
- Karunanayaka R.H.W.M., Liyanage R.T.P., Nayananjali W.A.D., Kumari M.A.A.P., Somasiri S.C., Adikari A.M.J.B., Weerasingha W.V.V.R. (2021). Feeding Total Mixed Ration (TMR) on Production and Reproductive Performance of Lactating Dairy Cows: A Review. Agricultural Reviews, R-09, 1-9
- Mendoza A., Cajarville C., Repetto J. L. (2016). Short communication: Intake, milk production and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. Journal of Dairy Science. 99(3):1938-1944
- Moov (2022). Smart feeding with the feed pusher robot.
https://www.mccaskie.co.uk/media/2325/brochure_moov_en-web.pdf, Dostęp: 2022-05-24
- Morales-Almaráz E., Soldado A., González A., Martínez-Fernández A., Domínguez-Vara I., De La Roza-Delgado B., Vicente F. (2010). Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding of total mixed ration. Journal of Dairy Research. 77(2): 225-230.
- Premarathne S., Samarasinghe, K. (2020). Animal feed production in Sri Lanka: Past, present and future. In: Agricultural Research for Sustainable Food Systems in Sri Lanka, Vol. 1, pp. 277-301
- Projekt Agrar-(2020) Robot podgarniający TMR. Wygoda w oborze .
<https://projektagrar.pl/robot-do-podgarniania-paszy/> Dostęp: 2022-05-24
- Projekt Agrar-(2020) Zagrzewanie się paszy – jak temu zaradzić? .
<https://projektagrar.pl/robot-do-podgarniania-paszy/> Dostęp: 2022-05-24
- Schingoethe, D.J. (2017). A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. Journal of Dairy Science. 100: 10143-10150.
- Sobotka W., Micinski J., Wroblewski P., Zmierzchowski G. (2011). Wpływ systemu żywienia tradycyjnego i TMR na pobranie paszy przez krowy, ich wydajność, skład mleka i jego jakość higieniczną. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, t. 7(2011) , nr 4, 87-96
- Teshome D., Fita L., Feyissa F., Kitaw G., Wondatir Z. (2017). Effect of Total Mixed Ration on Dry Matter Intake, Milk Yield and Composition of Early Lactating Jersey Cows Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, Vol.7, No.9, 2017, 19-24.

Wongnen C., Wachirapakom C., Patipan C., Panpong D., Kongweha K., Namsaen N., Gunun P., Yuangklang, C. (2009). Effects of fermented total mixed ration and cracked cottonseed on milk yield and milk composition in dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 22(12): 1625–1632.

Wyniki i omówienie wyników

1. Mikroklimat środowiska utrzymania i żywienia bydła

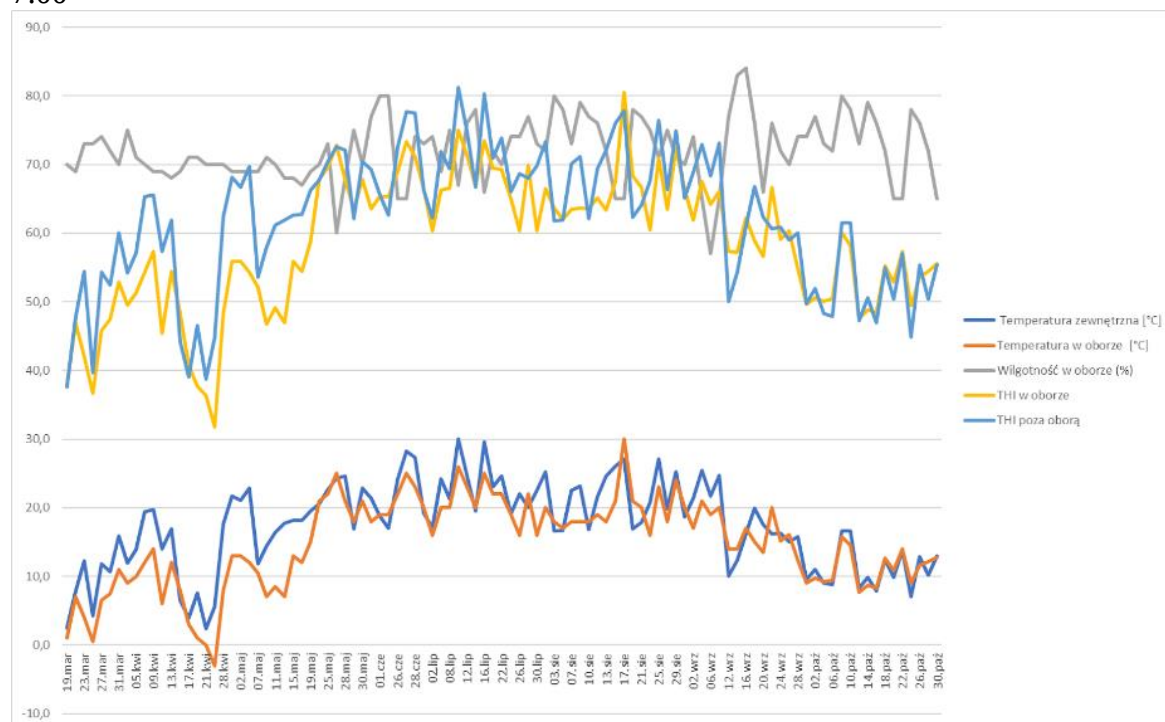
Prezentowany rysunek 1 przedstawia wyniki pomiarów temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnątrz obory a także temperaturę zewnętrzną oraz wskaźnik THI zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków inwentarskich w gospodarstwie w Krzanowicach. Dane dotyczą pomiarów rannych, wykonanych o godzinie 7:00 od 19 marca do 30 października. Na rysunku widać dosyć zbliżone pokrycie odczytów temperatury w oborze (linia pomarańczowa) z temperaturą zewnętrzną (linia granatowa). Średnia temperatura w oborze wynosiła 17,71°C, przy rozpiętości w zakresie od -3°C (w okresie 22-25 kwietnia) do 30°C (w dniach 17-19 sierpnia), co wskazuje na znaczne wahania temperatury w analizowanym okresie badań. Odczyty temperatury panującej na zewnątrz budynków były nieco wyższe niż dla temperatury w oborze. W okresie od 19.03. do 13.04. temperatura zarówno w oborze, jak i na zewnątrz stopniowo rosła, z poziomu 0,0°C (obora i poza oborą) do około 20,0°C (na zewnątrz) i 15,0°C (w oborze). Od dnia 9.04. następowało stopniowe obniżanie temperatury, zarówno w oborze, jak i na zewnątrz (do wartości -3,0°C w oborze i 3,0°C na zewnątrz budynku). Odczyty pomiarów temperatury wewnątrz obory, jak i na zewnątrz budynku w okresie od 25.05. były bardzo zbieżne i pokrywały się do końca doświadczenia (30.10.). Od dnia 6.09. następowało stopniowe obniżanie temperatury zarówno w oborze, jak i poza nią. Wilgotność w oborze (linia szara) wynosiła średnio 67,42%, oscylując między 57% a 84%, co świadczy o zróżnicowanych i momentami skrajnych warunkach wilgotnościowych. Wskaźnik THI w oborze (linia żółta) był najniższy w okresie pomiarów kwietniowych i wynosił wówczas 31 THI. Wartości wskaźnika THI oszacowane wewnątrz obory mieściły się w przedziale od 31,0 do piku o wartości 80,0 (wskazanie w okresie pomiędzy 13 a 17 sierpnia). Wartości THI oznaczone w oborze były niższe niż wartości THI oszacowane na zewnątrz budynku, aczkolwiek kształt obydwu wykresów w większości okresów pomiarowych nakładał się na siebie. Tendencja ta była szczególnie widoczna w okresach: od 19 marca do 21 kwietnia, następnie od 28 kwietnia do 7 sierpnia oraz od 28 września do końca października.

Rysunek 2 prezentuje wskazania temperatury na zewnątrz budynku, warunki mikroklimatyczne w oborze oraz wartości wskaźnika THI mierzonego zarówno w oborze, jak

i na zewnątrz budynku w gospodarstwie w Krzanowicach, których pomiary wykonywano o godzinie 13.00. Na podkreślenie zasługuje fakt znacznego pokrycia wykresu wartości temperatury w oborze (linia pomarańczowa) z krzywą wykresu temperatury na zewnątrz (linia granatowa). Wartości temperatury w oborze kształtowała się w przedziale od 4,0°C (odczyt 21.04.) do 37,0°C (pomiar w dniu 12.07.), a średnia temperatura w obiekcie w ciągu okresu doświadczalnego wynosiła 21,3°C i była wyższa w porównaniu z temperaturą na zewnątrz (18,6°C). Jest to zjawisko odwrotne do zaobserwowanego w przypadku pomiarów temperatury w oborze i na zewnątrz w godzinach porannych – według pomiarów wykonywanych o godzinie 7.00 temperatura w oborze była niższa niż na zewnątrz. Współczynnik THI obliczany dla obory (linia żółta) w większości okresów pomiarowych stosunkowo dobrze pokrywał się ze współczynnikiem THI obliczanym na zewnątrz budynku (linia niebieska). W okresie od 19 maja do 26 czerwca THI w oborze było wyższe niż na zewnątrz. Wilgotność w oborze (linia szara) podlegała znacznym wahaniom – od wartości 41,0 % (pomiar 25.05. oraz 12.07.) do maksymalnego poziomu 81,0 % (odczyt w dniu 12.09.) oraz 80,0 % (pomiar 6.10.). Podkreślić należy bardzo krótkie odstępy pomiędzy odczytami wartości wilgotności na poziomie np. 45,0 % (w dniu 6.09.) a 81,0 % w dniu 12.09.

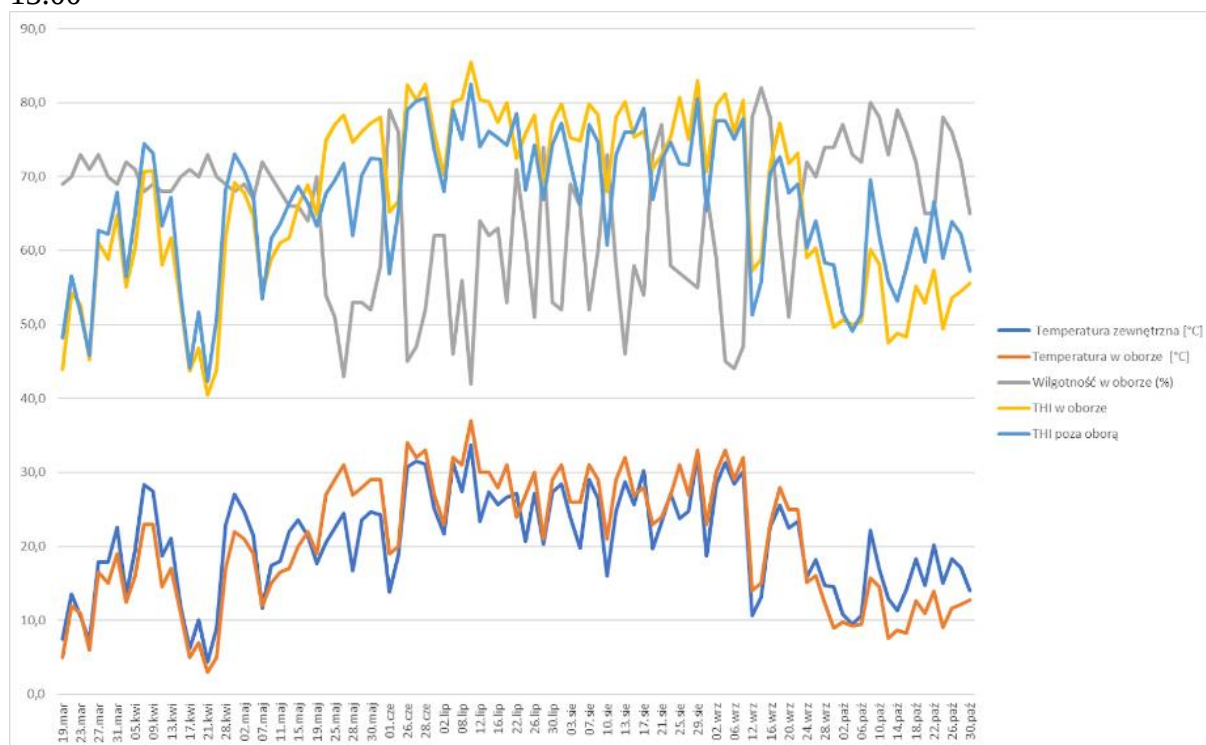
Rys.1

Temperatura zewnętrzna oraz warunki w oborze, THI na zewnątrz i w oborze – Krzanowice 7.00



Rys.2

Temperatura zewnętrzna oraz warunki w oborze, THI na zewnątrz i w oborze – Krzanowice 13.00

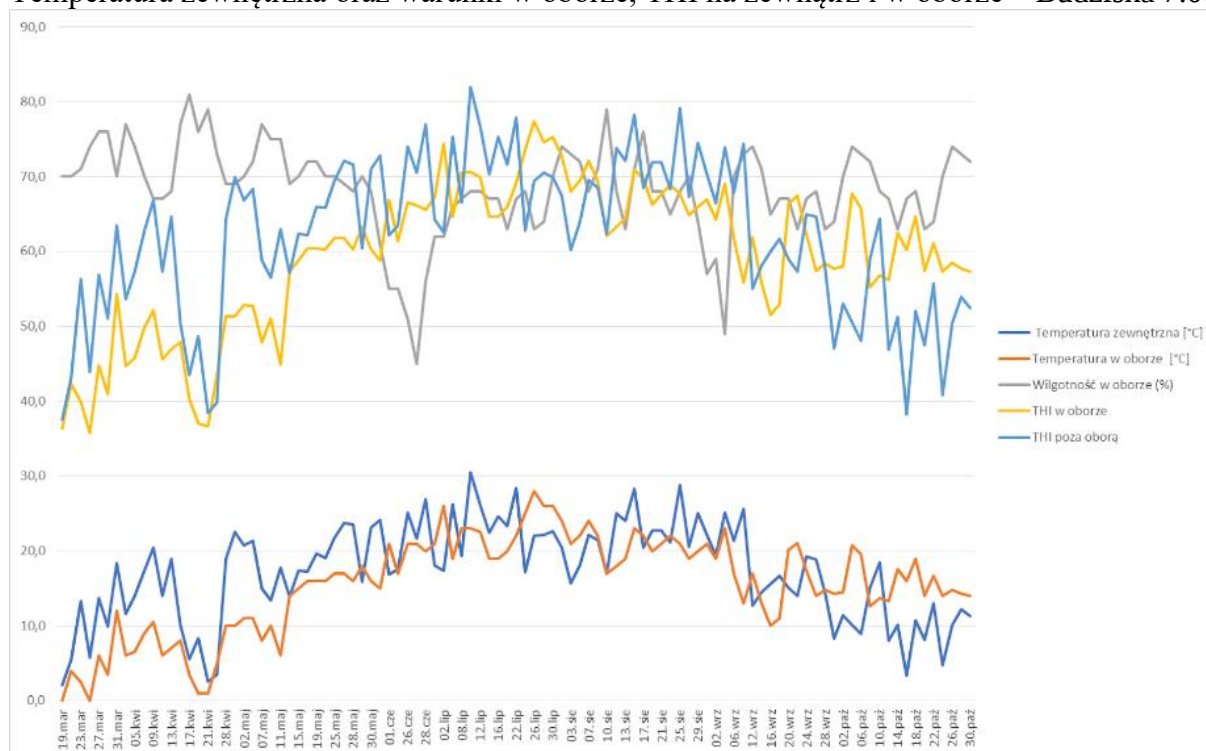


Parametry mikroklimatu w gospodarstwie w Budziskach mierzone w godzinach porannych (godzina 7.00) prezentuje rysunek 3. Odczyty wartości temperatury w oborze (linia pomarańczowa) w okresie od 19 marca do 28 czerwca były niższe niż temperatura zewnętrzna (linia granatowa) i wynosiły od 0,0 do 20,0°C. W tym samym okresie stwierdzono również wysoką względną wilgotność powietrza (linia szara) w oborze, która mieściła się w zakresie od 67,0 do 81,0%. Spadek poziomu wilgotności powietrza w budynku (do wartości 45,0%) w okresie czerwca-lipca korespondował z równoczesnym wzrostem temperatury zarówno wewnątrz (18,0-26,0°C), jak i na zewnątrz obory (25,0-30,5°C). W krótkim okresie czasu pomiędzy 22.07. a 7.08. odczyty temperatury wewnątrz obory (23,0-29,0°C) były wyższe niż wartości temperatury na zewnątrz budynku (16-23,0°C). Trudno wyjaśnić te różnice. W okresie od 7.08. do 20.09. temperatura w oborze była znów niższa niż jej wartości na zewnątrz budynku. W ostatnim miesiącu pomiarów, od 28.09. temperatura wewnątrz budynku wynosiła od 14,0 do 21,0°C i przekraczała temperaturę zewnętrzną, której odczyty mieściły się w granicach od 4,0 do 19,0°C. Wilgotność względna powietrza w oborze tylko w dwóch okresach (czerwiec oraz wrzesień) wynosiła poniżej 70,0 % - były to wartości od 45,0 do 67,0 % (czerwiec) oraz 49,0-70,0 % (wrzesień). Najniższe wartości wilgotności odpowiadały najwyższym wartościom temperatury, zarówno w oborze, jak i na zewnątrz budynku. W odniesieniu do współczynnika THI, w okresie od marca do końca lipca był on niższy

w oborze (linia żółta) i wahał się w tym czasie od wartości 37,0 do 65,0, podczas gdy jego wartości oszacowane na zewnątrz budynku (linia niebieska) w analogicznym okresie wynosiły od 38,0 do 82,0. W krótkim okresie od końca lipca do 3 sierpnia oraz we wrześniu i październiku wartości wskaźnika THI obliczone w oborze przewyższały wartości THI poza oborą. Na uwagę zasługuje fakt znacznego stopnia pokrycia kształtu krzywych wykresów: temperatury w oborze (linia pomarańczowa) ze wskaźnikiem THI w oborze (linia żółta) oraz temperatury na zewnątrz (linia granatowa) ze wskaźnikiem THI poza oborą (linia niebieska).

Rys. 3

Temperatura zewnętrzna oraz warunki w oborze, THI na zewnątrz i w oborze – Budziska 7.00

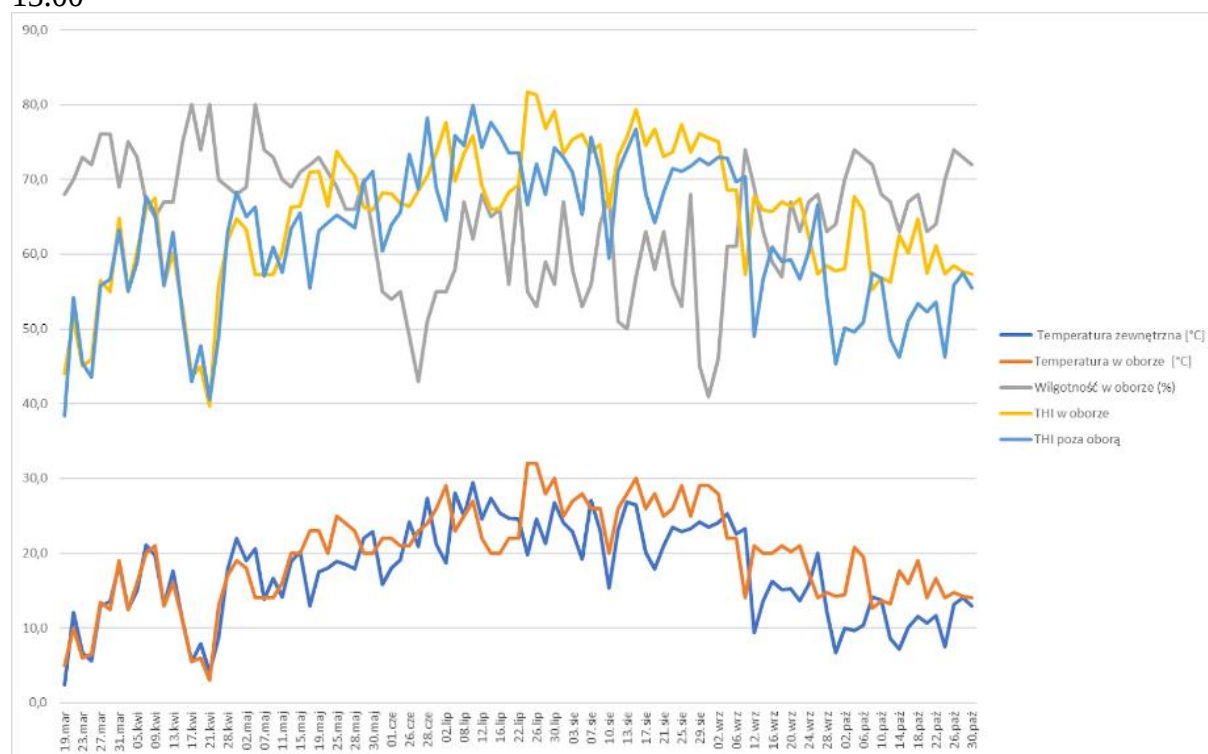


Rysunek 4 ukazuje parametry mikroklimatu wewnątrz oraz na zewnątrz obory w gospodarstwie w Budziskach, mierzone o godzinie 13.00. Należy zaznaczyć znaczne pokrycie krzywych wykresów dla wartości temperatury w oborze i poza nią w okresie od 19 marca do 15 maja 2024 r. W tym czasie odczyty były prawie takie same i wynosiły od 2,0 do 23,0 °C. W okresie od 22 lipca praktycznie już do końca trwania pomiaru (październik) odczyty wartości temperatury w oborze (linia pomarańczowa) były wyższe niż wartości temperatury zewnętrznej (linia granatowa). Tendencja ta była odwrotna do odczytów wartości temperatury w oborze i poza nią dokonywanych w godzinach porannych (7.00), kiedy zaobserwowano, że temperatura w oborze była zwykle niższa niż temperatura na zewnątrz. Rozpiętość wilgotności względnej powietrza (linia szara) w oborze była znaczna i wynosiła od 41,0 % (odczyt na

przełomie końca sierpnia i początku września) do 80,0 % w okresie od połowy kwietnia (odczyty pomiędzy 17-21.04.) do początku maja (odczyty pomiędzy 2-7.05.). Wykres najniższych wartości wilgotności powietrza były zbieżne z krzywymi wykresów w okresie występowania najwyższych temperatur w oborze. Od połowy września, gdy temperatura w oborze jak i poza nią ulegała stopniowemu obniżaniu, odczyty wilgotności powietrza wzrastały. Krzywe wykresów dla współczynnika THI mierzone dla wnętrza obory (linia żółta) i poza nią (linia niebieska) w pierwszym okresie doświadczenia (19.03. – 15.05.) pokrywały się, co było zbieżne z pokryciem krzywych wykresów dla temperatury. Wartość THI w tym czasie wynosiła od 39,0 do 67,0. W okresie od połowy do końca maja wartości THI w oborze przewyższały nieznacznie wskazania dla THI poza oborą osiągając wartości w przedziale 65,0-73,0. W krótkim okresie od 2.07. do 26.07. wartości indeksu THI w oborze były niższe niż na zewnątrz budynku wynosząc około 65,0-70,0 (przy zakresie 70,0-80,0 dla obliczeń wykonanych poza oborą). Od końca lipca do zakończenia prowadzonych badań indeks THI w oborze był wyższy niż obliczony poza nią, a jego najwyższe wartości przekraczające 80,0 odczytano w okresie panowania najwyższych temperatur – pod koniec lipca 2024.

Rys.4

Temperatura zewnętrzna oraz warunki w oborze, THI na zewnątrz i w oborze – Budziska 13.00



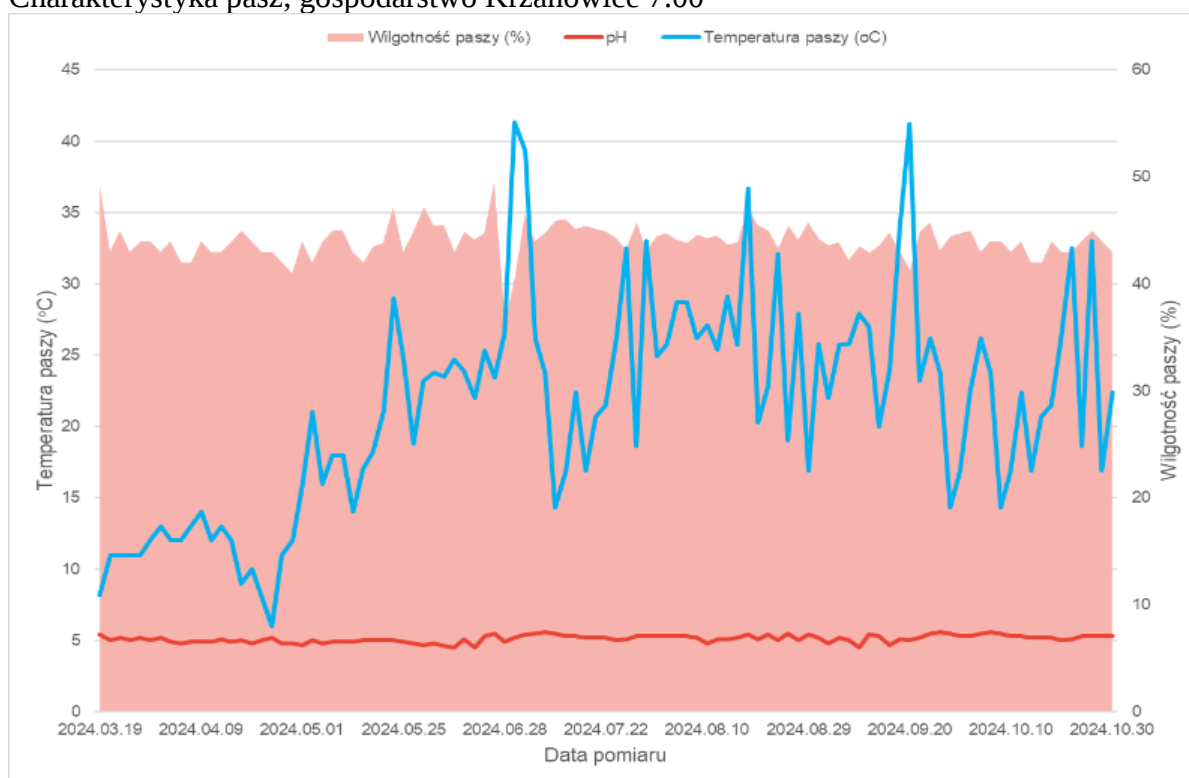
Rysunek 5 przedstawia parametry fizykochemiczne pasz mierzone w godzinach porannych (7.00) w gospodarstwie w Krzanowicach. Pomiary obejmowały okres od 19.03. do 30.10. 2024 r. Wilgotność badanej paszy wahała się w przedziale od 39,0 % (odczyt w okresie końca czerwca) do 47,0-48,0% (odczyt w dniach 19.03. oraz także pod koniec czerwca). W większości czasu trwania doświadczeń wilgotność paszy mierzona w godzinach porannych była dosyć wyrównana mieszcząc się w zakresie 44,0-46,0%. Najbardziej zmiennym parametrem fizyko-chemicznym badanych pasz w okresie badań była temperatura, dla której zarejestrowano skrajne wartości od 6,0 (odczyt na początku maja) do 42,0°C (odczyty w czerwcu oraz wrześniu). Tak wysokie piki temperatury pokrywały się z odczytami najniższych wartości wilgotności paszy, co wynikało prawdopodobnie z jej przesuszenia w tych okresach. Temperatura TMR-u nie powinna przekraczać 30,0°C, zaś wilgotność tego rodzaju pasz powinna mieścić się w granicach 40,0-50,0%, przy czym wartości zbliżone i przekraczające 50,0% sprzyjają większemu sortowaniu paszy przez krowy. Również temperatura paszy wynosząca 5,0°C może przyczyniać się do gorszego jej pobrania przez zwierzęta. W omawianych badaniach temperatura paszy mierzona w godzinach porannych kilkakrotnie w ciągu roku osiągała i przekraczała wartość 30,0°C (odczyty w czerwcu, lipcu, sierpniu, wrześniu a nawet październiku), co jest niepożądanym zjawiskiem skłaniającym do rozważenia poprawy technologii przygotowania kiszzonek, zabezpieczenia pasz przed przegrzewaniem i poprawy organizacji ich zadawania. Niepokojącym jest również fakt, że tak wysokie pomiary temperatury paszy stwierdzano w godzinach porannych. Parametrem o najmniejszych odnotowanych zmiennych w ciągu całego okresu badawczego była wartość pH pasz. Odczyn pH TMR-u mieścił się w przedziale od 4,6 do 5,0 i nie zaobserwowano wpływu zmian temperatury i wilgotności paszy na wartość pH.

Rysunek 6. przedstawia wyniki pomiarów fizykochemicznych paszy wykonywane o godzinie 13.00 w gospodarstwie w Krzanowicach. Wilgotność paszy kształtowała się w granicach od 41,0 % (pomiar w dniu 25.05.) do 47,3 % (pomiar w dniach 1 i 25.05. oraz w dniu 22.07.). Najniższe wartości wilgotności paszy, wynoszące 41,0 – 41,3 % stwierdzono w okresie od kwietnia do maja (pomiar w dniu 25.05). Jednorazowe obniżenie poziomu wilgotności do 42,0 % stwierdzono także w dniu 10.10. Najwyższe wskazania wilgotności pasz (na poziomie 46,0-47,0 %) stwierdzono na początku maja, następnie w dniach 20-22 lipca. Najczęstszy zakres wilgotności w badanej paszy wynosił od około 40,0 do 42,0 %. Podkreślić należy, że wszystkie wyniki pomiarów wilgotności pasz mieściły się w granicach rekomendowanych dla tego rodzaju pasz, czyli w zakresie od 40 do maksymalnie 50 %. Wartość pH paszy była na wyrównanym, dość stałym i zbliżonym poziomie w czasie całego

doświadczenia i wynosiła od 4,3 do 5,0. Parametrem o największych wahaniami była temperatura paszy, której wartości osiągały skrajne wyniki od 5,5°C (pomiar w dniu 1.05.) do 46,0 °C odnotowany w dniu 28.08. W tym miejscu nadmienić należy, że temperatura w paszy typu TMR nie powinna przekraczać 30,0°C. W przeciwnym razie dochodzi do denaturacji białka obecnego w paszy i znacznego pogorszenia jego przyswajalności. W wyniku panowania wysokiej temperatury w kiszonkach powstają tzw. produkty Maillarda będące niestrawnymi połączeniami białek i węglowodanów, o charakterystycznym zapachu karmelu (tzw. karmelizacja białek).

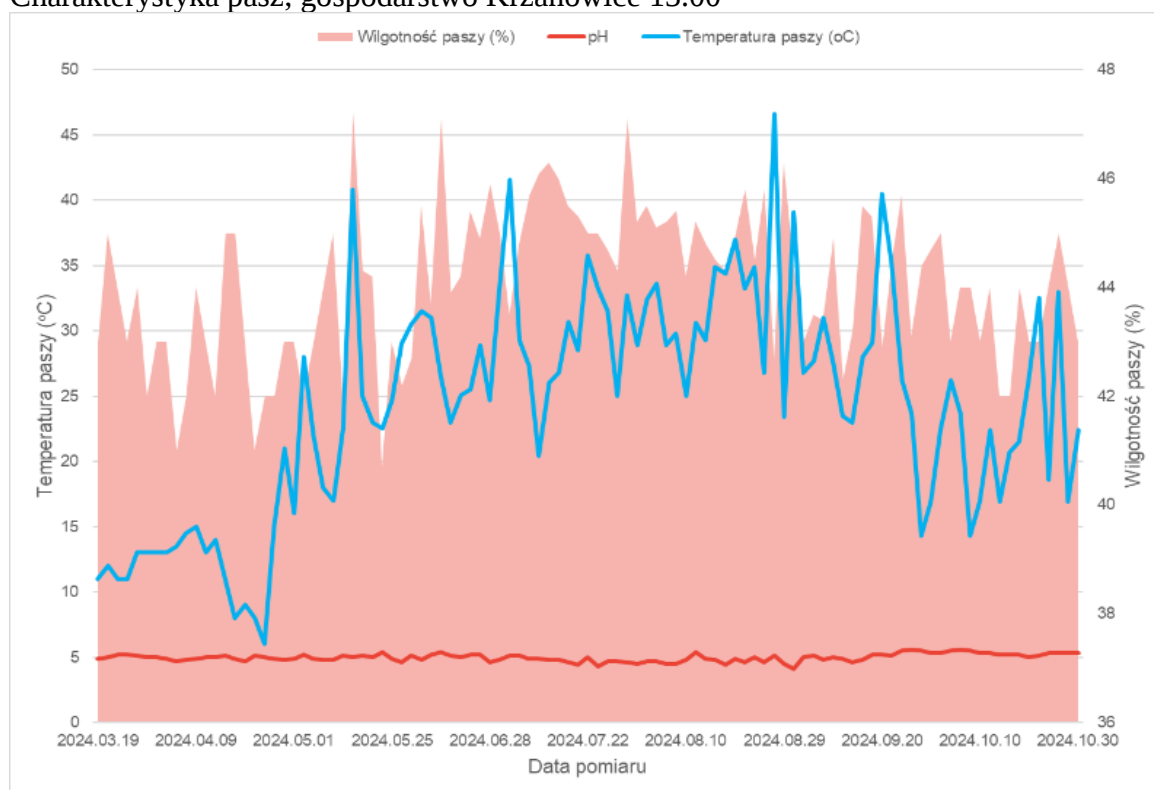
Podsumowując dane dotyczące parametrów pasz w gospodarstwie w Krzanowicach, analiza wykazała istotne wahania parametrów środowiskowych i paszy między godziną 7:00 a 13:00. Zmiany te, choć naturalne, mogą mieć wpływ na dobrostan zwierząt i stabilność przechowywania paszy. W kontekście zarządzania oborą warto rozważyć strategie wentylacji pasz oraz ochronę ich przed nadmiernym nagrzewaniem, aby zminimalizować negatywne skutki tych wahań.

Rys.5
Charakterystyka pasz, gospodarstwo Krzanowice 7.00



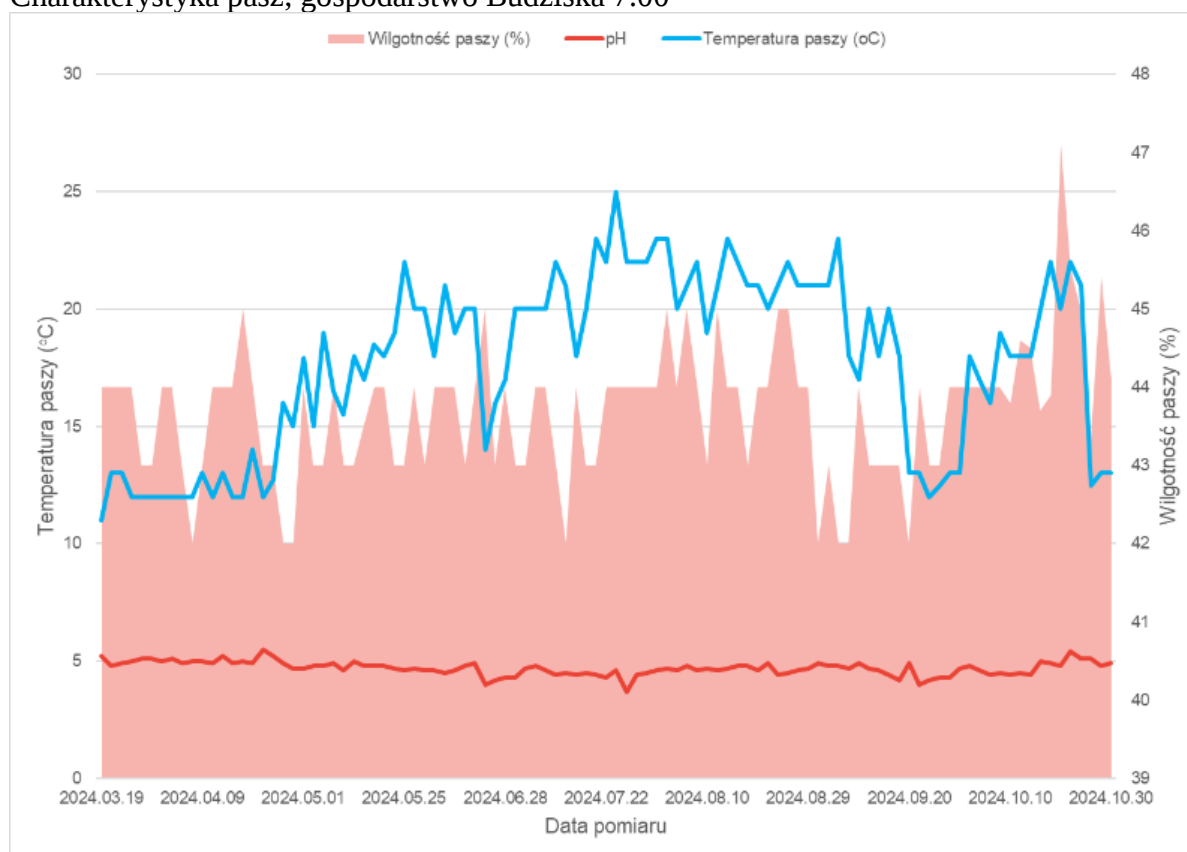
Rys.6

Charakterystyka pasz, gospodarstwo Krzanowice 13.00



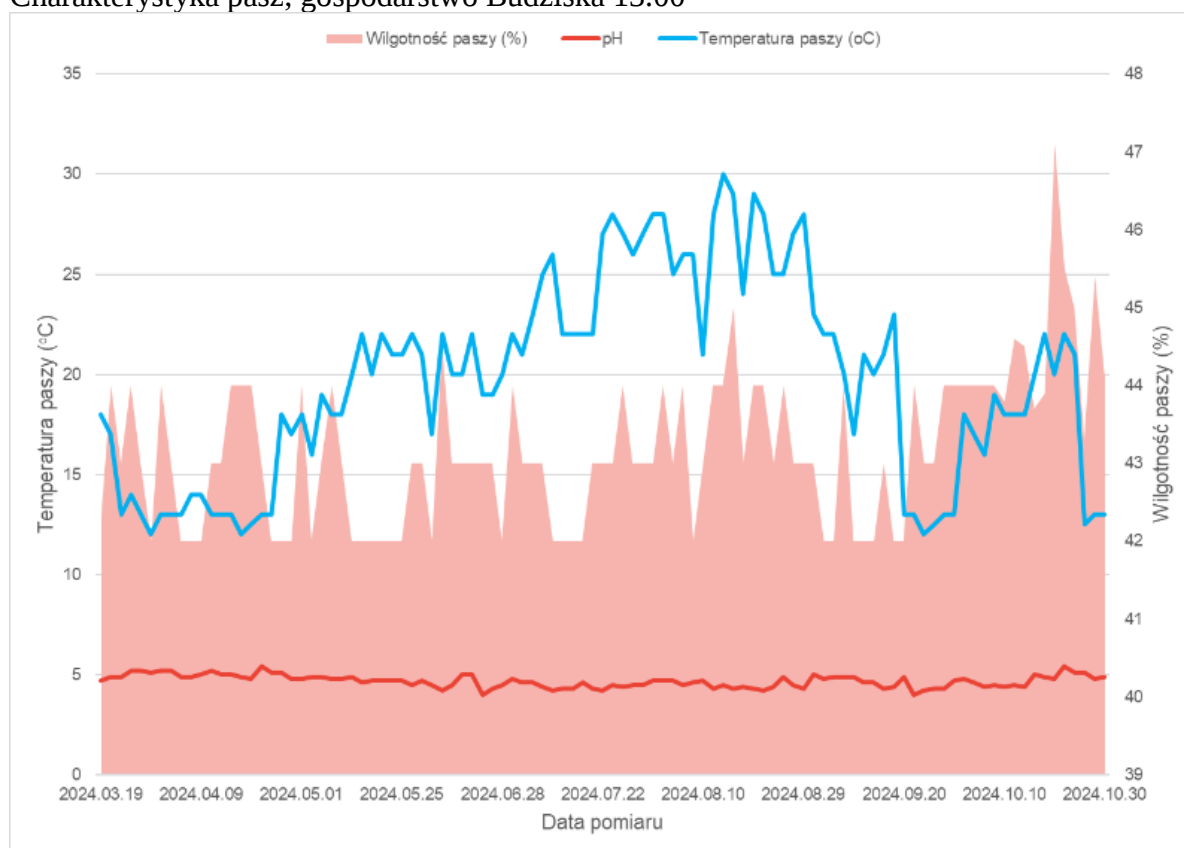
Wartości wilgotności, temperatury i pH pasz mierzone w godzinach porannych (7.00) w gospodarstwie w Budziskach, prezentuje rysunek 7. W badanych paszach wilgotność mierzona rano, mieściła się w przedziale pomiędzy 42,0 (odczyty w maju, lipcu oraz wrześniu) a 47,0% (odczyt w połowie października), przy średniej dla całego okresu doświadczenia na poziomie 44,0%. Temperatura pasz w pierwszym okresie (od 19.03. do końca kwietnia i początku maja) była na względnie wyrównanym poziomie wynoszącym około 11-13°C. Od początku maja temperatura pasz stopniowo wzrastała od wartości około 15,0°C do maksymalnie 25,0°C pod koniec lipca. Tak wyrównany przedział temperatury pasz, nie przekraczający 25,0°C świadczy o ich dobrym przygotowaniu i prawidłowym zadawaniu. Od końca lipca temperatura pasz ulegała stopniowemu obniżaniu, od wartości 25,0 do 12,0-13,0°C we wrześniu i październiku. Najniższe odczyty wilgotności pasz częściowo pokrywały się z najwyższymi wynikami pomiarów temperatury, jednak w tym przypadku, nie można stwierdzić ewidentnej zależności pomiędzy zmianami tych parametrów. Wartość pH badanych pasz mieściła się w przedziale od 4,2 (odczyty w czerwcu i lipcu) do 5,1 (pomiar w marcu, na przełomie kwietnia i maja oraz w październiku), nie zaobserwowano jednak wyraźnych zależności pomiędzy wilgotnością, temperaturą a odczynem pH pasz w gospodarstwie.

Rys.7
Charakterystyka pasz, gospodarstwo Budziska 7.00



Rysunek 8 przedstawia charakterystykę pasz w gospodarstwie w Budziskach, których pomiary wykonywano w godzinach popołudniowych (13.00). Wilgotność analizowanych pasz w ciągu całego okresu doświadczenia mieściła się w granicach od 42,0 do 47,0 %. Wartości najwyższe wilgotności (44,5, 45,0 oraz 47,0%) stwierdzono jedynie w trzech krótkich okresach – okolicach 10.08., 10.10. oraz pod koniec października. Przeciętna wartość wilgotności badanych pasz wynosiła około 43,0%. Były to więc wartości rekomendowane dla TMR-u. Zakres pomiarów temperatury wynosił od 12,0-13,0°C (odczyty w marcu, kwietniu, wrześniu i październiku) do maksymalnie 30,0°C (w połowie sierpnia). Na podkreślenie zasługuje fakt nieprzekroczenia górnej zalecanej temperatury TMR-u (30,0 °C) w okresie letnich upałów, co świadczy o prawidłowym zabezpieczeniu paszy przed zagrzewaniem, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę godzinę wykonywanych pomiarów fizyko-chemicznych (godz. 13.0). Wartość pH wynosiła od 4,3 do 5,1, jednak nie zaobserwowano, aby parametr ten był zależny od temperatury i wilgotności w badanych paszach.

Rys.8
Charakterystyka pasz, gospodarstwo Budziska 13.00

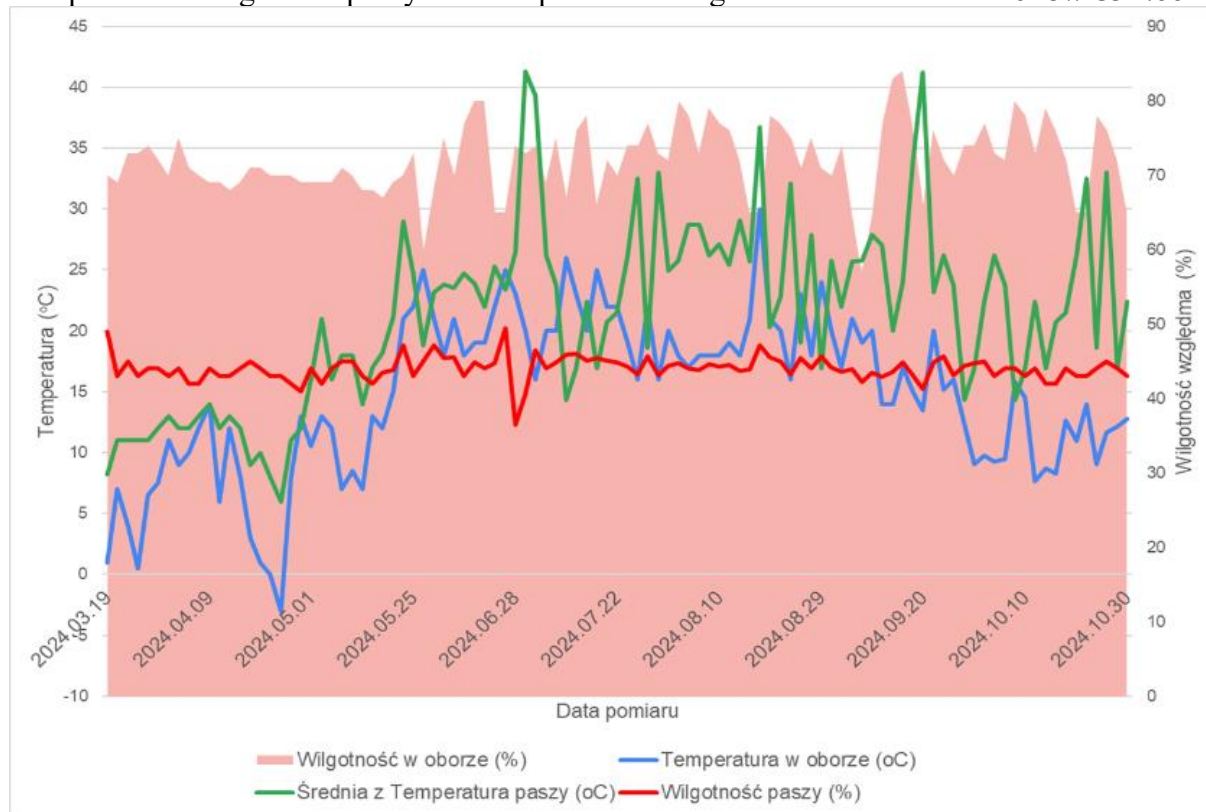


Rysunek 9 prezentuje zależność temperatury i wilgotności pasz od parametrów mikroklimatu w oborze mierzonych o godzinie 7.00 w gospodarstwie w Krzanowicach. Wilgotność względna w oborze mieściła się w przedziale między 57,0 % a 84,0 % przy średniej na poziomie około 67,0%. Najwyższe piki dla wartości wilgotności względnej powietrza w oborze w godzinach porannych zaobserwowano pod koniec września, najniższe zaś – na przełomie maja i czerwca oraz w pierwszej połowie września. Wilgotność paszy w gospodarstwie objętym doświadczeniem wahała się w przedziale od 39,0 % (odczyt w okresie końca czerwca) do 47,0-48,0 % (odczyt w dniach 19.03. oraz także pod koniec czerwca). W większości czasu trwania badań wilgotność paszy mierzona w godzinach porannych była dosyć wyrównana mieszcząc się w zakresie 44,0-46,0 %. Na podstawie danych przedstawionych na wykresie nie można stwierdzić ewidentnego wpływu wilgotności panującej w oborze na poziom wilgotności paszy zadawanej w tym obiekcie. Zależność można natomiast zaobserwować pomiędzy temperaturą panującą wewnątrz obory a temperaturą paszy. Najniższe odczyty temperatury w oborze (od 19.03. do początku maja) wynoszące od -3,0 do około 10,0°C odpowiadały najniższej oznaczonej temperaturze w paszy sięgającej od 6,0 do około 15,0°C. Wraz ze wzrostem temperaturze wewnątrz obory (od drugiej połowy maja) wzrastała także temperatura paszy, aczkolwiek od końca czerwca (odczyt 28.06.) krzywe

wykresów analizowanych temperatur zaczęły być przesunięte i rozbieżne względem siebie, a temperatura paszy od drugiej połowy lipca wykazywała wyższe wartości względem temperatury w obiekcie. Najbardziej widocznym przykładem tych rozbieżności są odczyty z przełomu czerwca i lipca, kiedy temperatura paszy przekroczyła 40,0°C, a temperatura w oborze w tym samym czasie wynosiła 15,0-25,0°C. Również w dalszych miesiącach obserwacji krzywe wykresów temperatur nie pokrywały się, z wyjątkiem krótkiego okresu od połowy do końca sierpnia. We wrześniu (odczyt około 20.09.) temperatura paszy osiągnęła ponownie najwyższą wartość przekraczając 40,0°C, podczas gdy temperatura w oborze mieściła się w zakresie od około 12,0 do maksymalnie 20,0°C.

Rys.9

Temperatura i wilgotność paszy oraz temperatura i wilgotność w oborze – Krzanowice 7.00

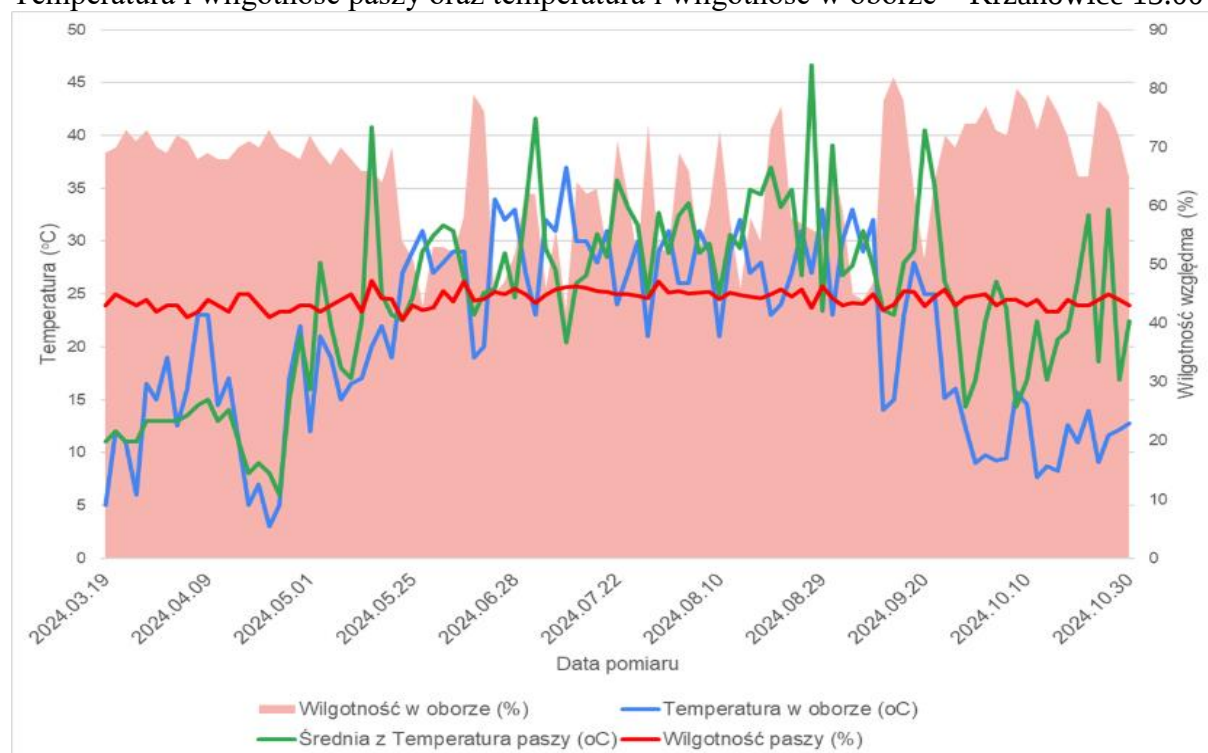


Temperaturę oraz wilgotność paszy względem temperatury i wilgotności w oborze, mierzonych o godzinie 13.00 w gospodarstwie w Krzanowicach ukazuje rysunek 10. Wartości temperatury w oborze kształtowały się w przedziale od 4,0°C (odczyt 21.04.) do 37,0°C (pomiar w dniu 12.07.), a średnia temperatura w obiekcie w ciągu okresu doświadczalnego wynosiła około 21,0°C. W okresie pomiędzy 19.03. a połową maja temperatura w oborze i temperatura paszy wykazywały zbliżone trendy tj. ich spadki i wzrosty pokrywały się, aczkolwiek wykazywały odchylenia w zakresie wartości temperatur. W połowie maja temperatura paszy uległa znacznemu wzrostowi osiągając pik powyżej 40,0-41,0°C, co nie

miało pokrycia w temperaturze panującej w oborze, która w tym czasie wynosiła od 15,0 do 20,0°C. Od końca maja do końca czerwca krzywe wykresów temperatur chwilowo pokrywały się osiągając mniej więcej podobne wartości pomiędzy 24,0 a 32,0°C. Od lipca do około 20 września krzywe rozkładu temperatur znacząco różniły się ulegając rozbieżności w zakresie od około 20,0 do 47,0°C dla paszy oraz od 20,0 do maksymalnie 37,0°C dla obory. Pomiary wykonane w dniu 20 września pokazały największe rozbieżności pomiędzy omawianymi temperaturami – w paszy wynosiła ona wówczas 41,0°C zaś temperatura powietrza w oborze – 26,0 °C. Od dnia 20.09. do końca października temperatura paszy mieściła się w zakresie od 15,0 do 33,0°C, natomiast temperatura powietrza w oborze – od 6,0 do 25,0°C. Trudno wyjaśnić przyczynę tak znacznych różnic w wartościach, przy czym alarmujące są znaczne przekroczenia rekomendowanych górnych granic temperatury w TMR-ze. W odniesieniu do porównania wskazań wilgotności paszy do wilgotności względnej panującej w oborze trudno wskazać na określony kierunek wpływu tego parametru w budynku, na jego poziom w paszy. Wilgotność paszy kształtowała się w granicach od 41,0 % (pomiar w dniu 25.05.) do 47,3 % (pomiar w dniach 1 i 25.05. oraz w dniu 22.07.), natomiast wilgotność względna w oborze wynosiła od 39,0 % (pomiar w dniu 25.05. oraz w pierwszej połowie lipca i na początku września) do 81,0 % w połowie września. Na podstawie przedstawionych wykresów nie zaobserwowano również wpływu temperatury panującej w oborze na wilgotność paszy.

Rys.10

Temperatura i wilgotność paszy oraz temperatura i wilgotność w oborze – Krzanowice 13.00



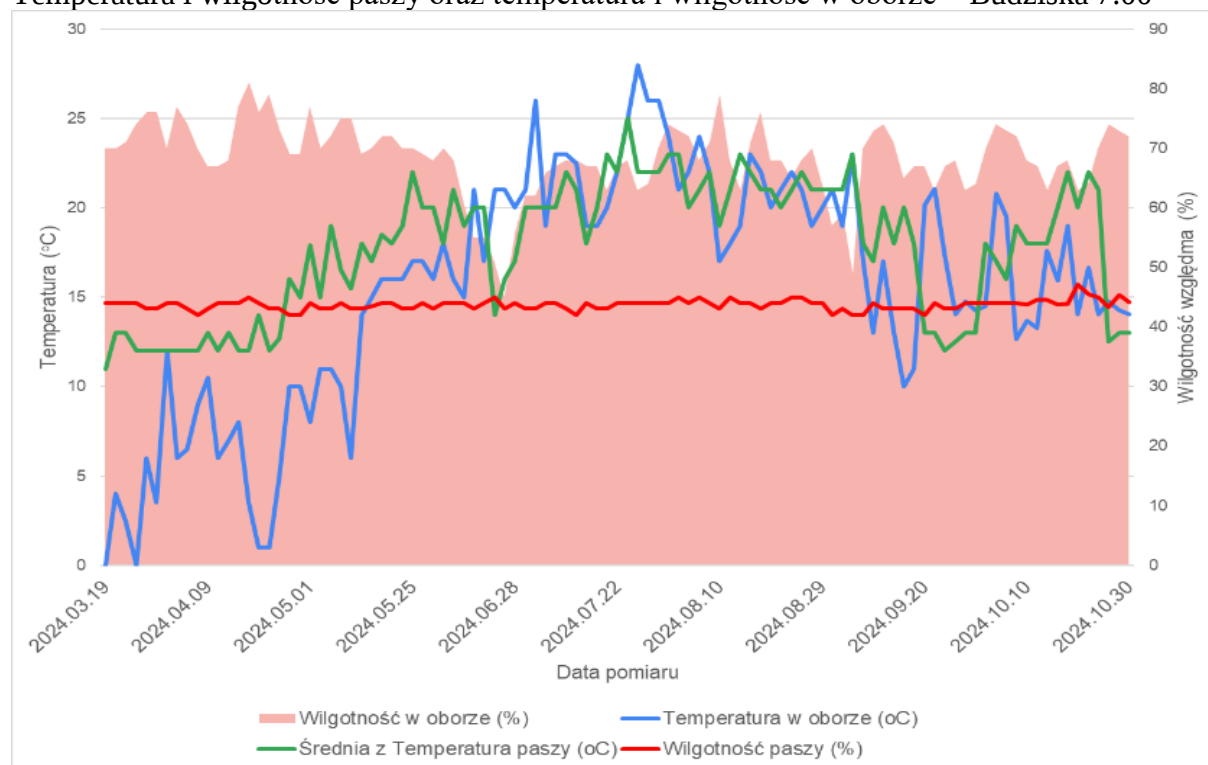
Parametry mikroklimatu oraz temperaturę i wilgotność paszy mierzone w godzinach porannych (7.00) na fermie w Budziskach prezentuje rysunek 11. Wilgotność względna powietrza w oborze wynosiła od 41,0 % (odczyt na przełomie końca sierpnia i początku września) do 80,0 % w okresie od połowy kwietnia (odczyty pomiędzy 17-21.04.) do początku maja (odczyty pomiędzy 2-7.05.). Wykres najniższych wartości wilgotności powietrza korespondował z krzywymi wykresów w okresie występowania najwyższych temperatur w oborze. Od połowy września, gdy temperatura w oborze jak i poza nią ulegała stopniowemu obniżaniu, odczyty wilgotności powietrza wzrastały. W badanych paszach wilgotność mieściła się w przedziale pomiędzy 42,0 a 47,0%, przy średniej dla całego okresu doświadczenia na poziomie 44,0%. Na podstawie danych z wykresu nie stwierdzono zależności pomiędzy wilgotnością względną powietrza w oborze, a wilgotnością paszy. Wilgotność TMR-u była na dość stałym, wyrównanym poziomie, podczas gdy wilgotność powietrza w budynku ulegała wahaniom. Krzywe wartości temperatury częściowo ze sobą korespondowały. Temperatura pasz w pierwszym okresie (od 19.03. do końca kwietnia i początku maja) była na względnie wyrównanym poziomie wynoszącym około 11-13°C. Temperatura w oborze w niniejszym okresie kształtowała się od 0,0 do około 10,0°C. Od początku maja temperatura pasz stopniowo wzrastała od wartości około 15,0°C do maksymalnie 25,0°C pod koniec lipca. Odpowiadało to systematycznemu wzrostowi temperatury w oborze, który wynosił od 10,0 do około 27,0°C – piki najwyższych odczytów temperatury i powietrza i paszy pokrywają się ze sobą. W okresie sierpnia krzywe temperatur nadal się pokrywały. We wrześniu zaobserwowano zmianę tej tendencji – temperatura pasz ulegała stopniowemu obniżeniu od około 23,0 do 12-13°C, zaś temperatura względna w oborze wzrastała od około 10,0 do 22-23,0°C. W ostatnim miesiącu badań krzywe wartości tego parametru znów sobie odpowiadały, przy czym temperatura pasz mieściła się w zakresie od 12-13,0 do około 22,0-23,0°C, a temperatura w oborze od 12-13,0 do 20,0°C.

Na rysunku 12 ukazano zależności pomiędzy temperaturą i wilgotnością w oborze, a temperaturą i wilgotnością paszy mierzonymi o godzinie 13.00 w gospodarstwie w Budziskach. Wilgotność względna powietrza w budynku wynosiła od 40,0 do 82,0 % a najniższe wartości stwierdzono w okresach końca czerwca i końca sierpnia. Krzywa wartości dla wilgotności pasz była wyrównana – parametr ten mieścił się w przedziale od 42,0 do 47,0% i w okresach skrajnych odczytów wilgotności powietrza w oborze, nie zaobserwowano takiej tendencji dla poziomu wilgotności TMR-u. Z kolei wartości temperatury w oborze oraz w paszy w okresach największych skoków tego parametru były zbieżne i w większości analizowanego okresu badań ich krzywe były podobne. Temperatura w obiekcie mieściła się w zakresie od 4,0 do 35,0°C, zaś w paszy – od 5,0 do 30,0°C. Podobieństwo w kształcie krzywych dla wartości

temperatur obejmowało okres od maja do końca trwania doświadczenia, czyli do końca października.

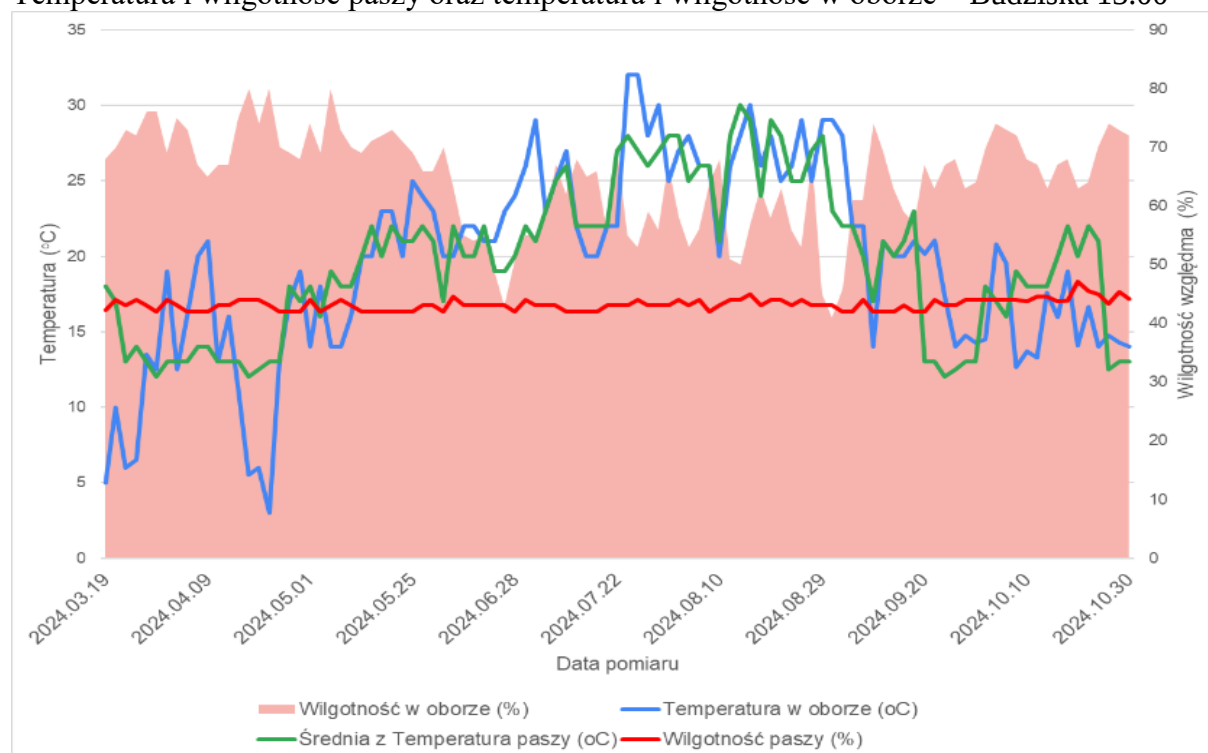
Rys.11

Temperatura i wilgotność paszy oraz temperatura i wilgotność w oborze – Budziska 7.00



Rys.12

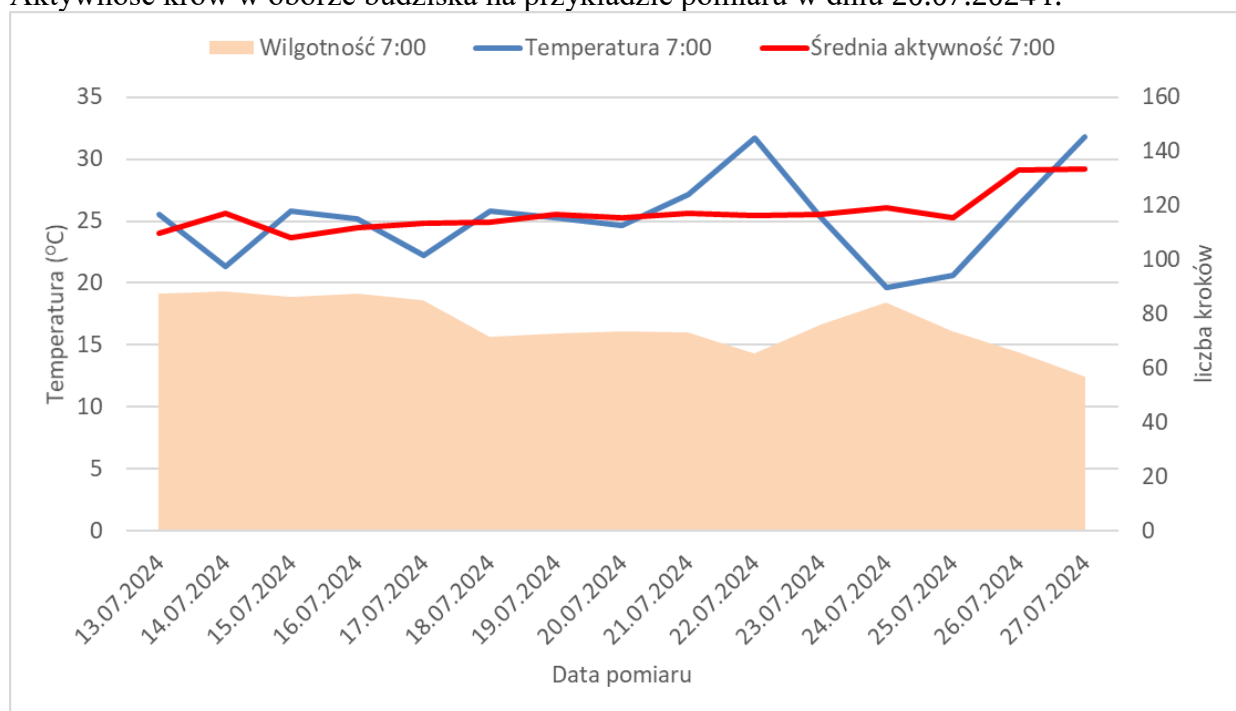
Temperatura i wilgotność paszy oraz temperatura i wilgotność w oborze – Budziska 13.00



Chcąc odpowiedzieć jak wyglądają zachowania behawioralne krów w wytypowanych obiektach i na podstawie ich określić dobrostan warunkujący także częstotliwość poboru paszy prowadzono badania aktywności (rysunek 13). Dodatkowym czynnikiem mogącym wpływać na zachowanie zwierząt był czynnik mikroklimatu, czyli temperatura oraz wilgotność. Aktywność zwierząt mierzona liczbą wykonanych kroków w dniu pomiarów mieściła się w przedziale od 110 do 138. Aktywność krów rosła wraz z okresowym spadkiem temperatury w obiekcie, jednak miała tendencje stabilną. Wzrost był widoczny w pierwszym etapie prowadzonych obserwacji, kiedy spadek temperatury z 26,0 do 21,0°C odpowiadał zwiększonej ilości kroków wykonanych przez krowy (wzrost powyżej 120 kroków). Największy wzrost aktywności zwierząt zaobserwowano w momencie, gdy wilgotność względna w oborze uległa obniżeniu z wartości 80,0 do 60,0%. W tym interwale czasu liczba kroków wykonywanych przez krowy wzrosła najbardziej osiągając wartość około 138 kroków. Tym samym czynniki środowiskowe mogą być tu istotnym elementem warunkującym aktywność zwierząt, a więc także potencjalnie wpływać na pobór paszy.

Rys. 13

Aktywność krów w oborze budziska na przykładzie pomiaru w dniu 20.07.2024 r.

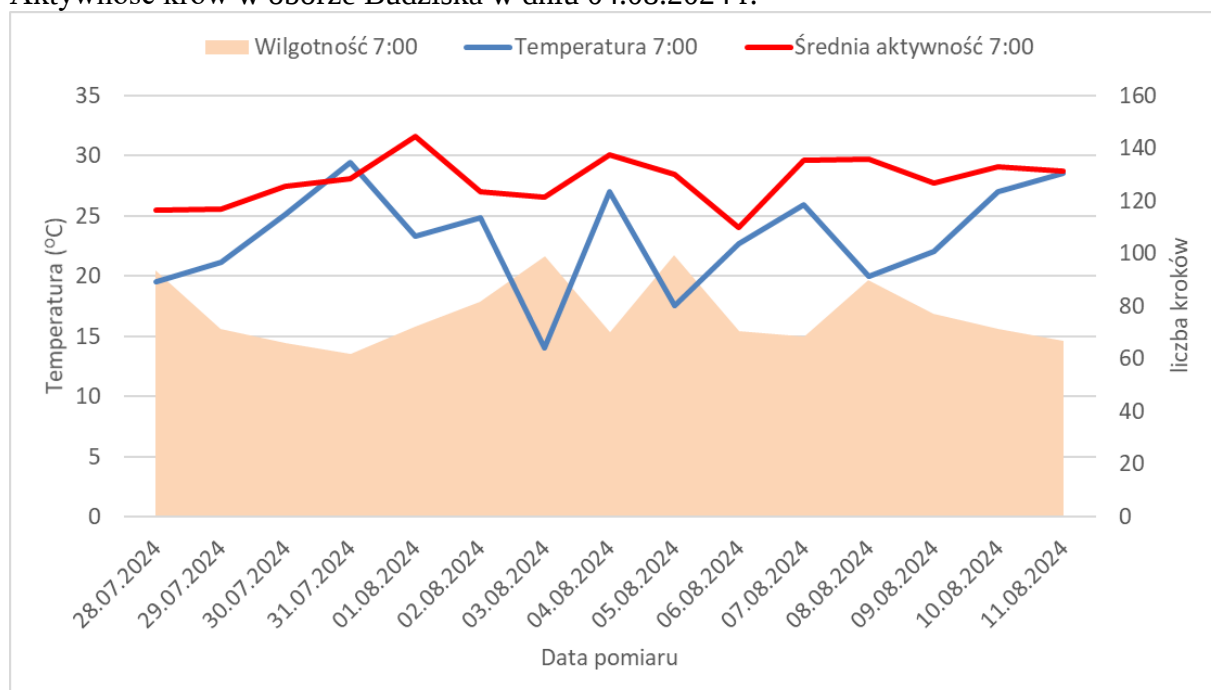


Podobne badania przeprowadzono także w sierpniu (rysunek 14), gdzie stwierdzono przy nadal wyższych temperaturach od optymalnych dla bydła mlecznego zdecydowanie wyższa aktywność krów w przedziale od 120 do około 145 kroków a jej wzrost łączony był zarówno ze spadkiem wilgotności względnej powietrza w oborze. Największą aktywność (140-

145 kroków) zwierzęta wykazywały w momencie obniżania się temperatury w budynku poniżej 27-30,0°C oraz spadku poziomu wilgotności z wartości przekraczających 80,0 % do około 70,0 %. Na podstawie danych zawartych w rysunkach 13 a oraz 14 można wnioskować, że większy wpływ na aktywność krów w godzinach porannych miała wilgotność względna powietrza w oborze, niż jego temperatura. Pozwala to na stwierdzenie, że utrzymanie stabilnej temperatury przy stosunkowo niskiej wilgotności może być powodem większej aktywności zwierząt a tym samym poboru paszy.

Rys. 14

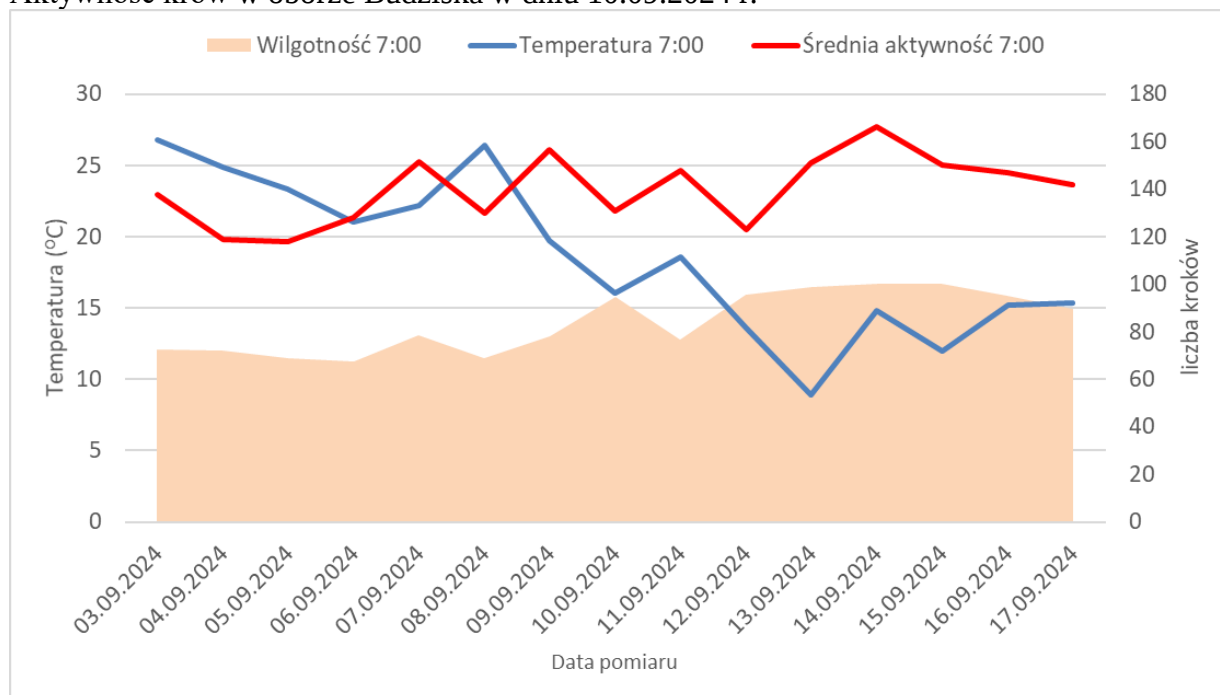
Aktywność krów w oborze Budziska w dniu 04.08.2024 r.



Badania prowadzone w okresie jesiennym prezentowane na rysunku 15 wykazały wyraźną zmianę aktywności krów pod wpływem zmian temperatury oraz wilgotności względnej powietrza w obiekcie. Wyraźnym czynnikiem zmieniającym zachowania zwierząt była tu jednak temperatura otoczenia przy stosunkowo wysokiej wilgotności. Wyraźny i silny spadek temperatury do poziomu poniżej 10 stopni zwiększył aktywność krów do nawet 160 kroków. Zwierzęta zdecydowanie wykazywały podwyższoną aktywność w niskich temperaturach. Niepokojący stwierdzono poziom wilgotności w obiekcie co dodatkowo stwarzało prawdopodobnie niepokój u zwierząt i chęć znalezienia bardziej optymalnych warunków bytowych.

Rys. 15

Aktywność krów w oborze Budziska w dniu 10.09.2024 r.

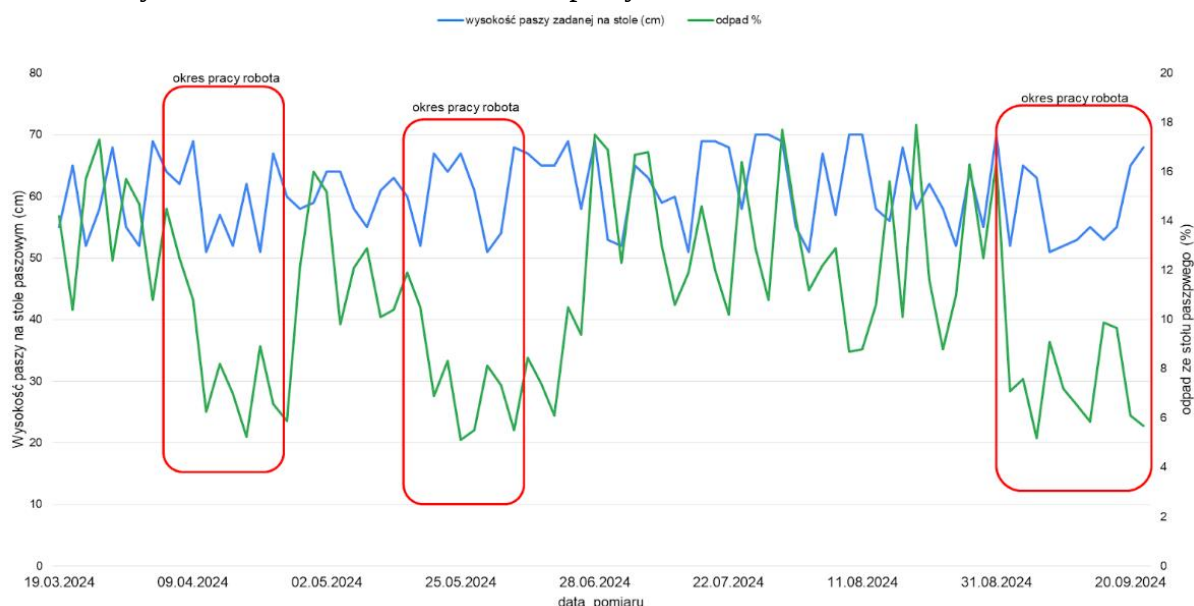


Rysunek 16 przedstawia porównanie wysokości zadanej paszy oraz niedojadów pozostawionych przez krowy, przed i po wprowadzeniu robota podgarniającego, w gospodarstwie w Krzanowicach. Przed rozpoczęciem pracy robota ilość pozostawianej przez krowy paszy mieściła się w przedziale od 9,0 do 18,0%. Wysokość stosu zadanego TMR-u wynosiła od 50,0 do 70,0 cm. Wprowadzenie robota podgarniającego wpłynęło wyraźnie na zmniejszenie ilości pozostawianych niedojadów przez krowy – wartości te uległy obniżeniu nawet do 4,0 %, co stanowiło poprawę pobrania paszy w zakresie od 5,0 do 10,0%. Warunki mikroklimatyczne panujące w tym okresie zaprezentowano na rysunku 9. We wszystkich okresach pracy robota (kwiecień) stwierdzono także obniżenie warstwy paszy zadanej na stole paszowym. Badania prowadzone w kolejnym okresie pracy podgarniacza wyraźnie wskazują, że szybkie spadki wysokości podgarniętej paszy świadczące o dużym zainteresowaniu nią przez krowy. Jednocześnie stwierdzono, że podgarnianie zdecydowanie zmniejszyło ilość paszy pozostawionej jako niewyjady z ponad 14% nawet do poziomu 5%. Tym samym systematyczne podgarnianie wyraźnie zmniejszyło straty na stole paszowym. Ostatnie badania nad efektywności podgarniacza w okresie jesieni wskazują, że wraz ze spadkiem temperatury (rysunek 9) rośnie zainteresowanie paszą i pomimo, że podgarnięcie jej do poziomu 60-70 cm powoduje wyższe zainteresowanie paszą i szybkie wyjedzenie przez krowy mleczne. Konsekwencją tego jest wyraźny spadek ilości niewyjadów do poziomu 5%, co istotnie zmniejszyło straty dla gospodarstwa.

Rys.16

Porównanie wysokości zadanej paszy (cm) oraz odpadu ze stołu paszowego (%).

W czerwonych kwadratach zaznaczono czas pracy robota - Krzanowice



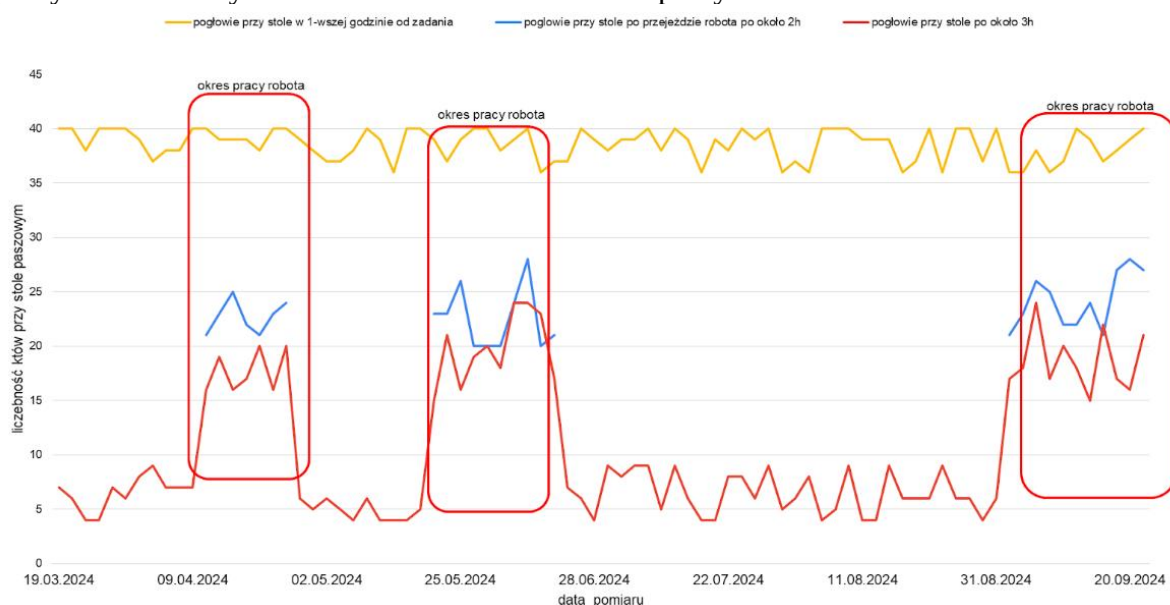
Dane dotyczące liczebności krów korzystających ze stołu paszowego w czasie od 1 do 3 godzin od zadania paszy, przed i po wprowadzeniu robota podgarniającego w oborze w Krzanowicach prezentuje rysunek 17. Najwięcej zwierząt (pomiędzy 36 a 40 szt.) podchodziło do stołu paszowego w okresie pierwszej godziny od zadania paszy. Większe zainteresowanie paszą (38-40 szt.) krowy wykazywały w okresie od marca do połowy maja, najmniejsze zaś (36 szt.) od połowy sierpnia do połowy września, co mogło wynikać z wyższych temperatur w obiekcie.

W pierwszej godzinie od zadania paszy (pierwszy okres badawczy) zainteresowanie krów paszą było na stosunkowo wyrównanym poziomie, gdzie osobniki stale pobierały paszę. Po upływie dwóch godzin od zadania TMR-u ilość krów podchodząca do stołu paszowego zmniejszyła się i wynosiła od 20 do 25 szt. Po następnej, kolejnej godzinie od wprowadzenia paszy liczebność zwierząt zainteresowana pobieraniem paszy była jeszcze mniejsza i obejmowała już tylko od 4 do 9 sztuk. Wprowadzenie robota podgarniającego wpłynęło na znaczne zwiększenie zainteresowania krów ponownie paszą, co było już sygnalizowane w drugiej godzinie po zadaniu paszy a mocno artykułowane przez krowy po upływie 3 godzin od zadania TMR-u. W tym analizowanym okresie liczba zwierząt podchodząca do stołu paszowego wzrosła z maksymalnej ilości 8 szt. przy stole aż do 23-24 szt. Praca robota w okresie dwóch godzin od zadania paszy wpłynęła również na zwiększenie liczebności krów podchodzących do stołu paszowego. Najmniej wyraźny wpływ pracy robota widoczny był w przypadku pierwszej godziny od zadania paszy, co jest zjawiskiem naturalnym ze względu na znaczne zainteresowanie krów paszą bezpośrednio po jej pierwszorazowym zadaniu w ciągu

dnia. W okresie wiosenno-letnim (ze względu na temperaturę) nadal obserwujemy duże zainteresowanie krów paszą przy stole paszowym (około 50% krów). Co ciekawe, nawet 3 godziny po zadaniu paszy nadal dzięki podgarniaczowi obserwujemy duże zainteresowanie a liczba krów zdecydowanie w wielu przypadkach przekracza 50% badanych osobników. Co ciekawe temperatura paszy wahała się wtedy od 14 do nawet 29 stopni (rysunek 9-10). Tym samym pomimo, że pasza jest już na stole już ciepła (w okresie letnim), poznana przez zwierzęta i przesortowana po podgarnięciu nadal stanowi atrakcyjny produkt. W okresie jesieni podobne badania nad zachowaniami behawioralnymi przy stole pozwalają stwierdzić, że zastosowanie robota podgarniającego zdecydowanie uatrakcyjnia pasze poprzez jej przemieszanie i jest powodem powtórnego zainteresowania nią, pomimo, że pasza uzyskiwał bardzo wysokie temperatury od leżenia (rysunek 9-10). Tym samym pobudza on do powtórnego pobierania paszy i zmniejszenia strat wynikłych z zaistniałych niedojadów.

Rys.17

Spadek liczebności pogłowia krów przy stole paszowym po 1, 2 i 3 godzinach od zadania paszy. W czerwonych kwadratach zaznaczono czas pracy robota – Krzanowice

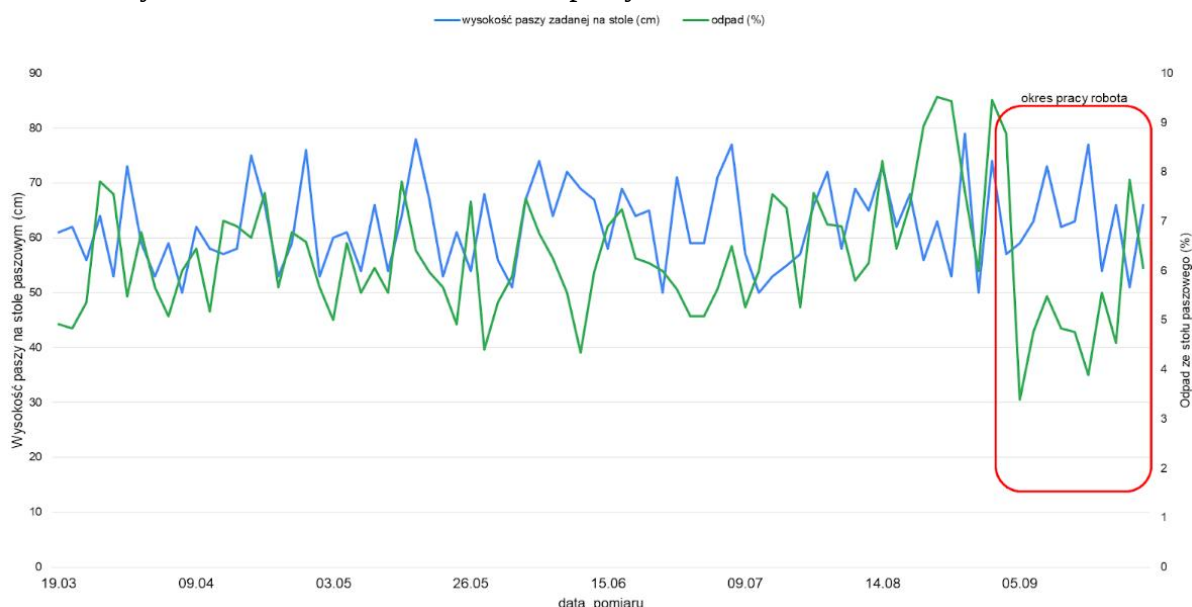


Na rysunku 18 zaprezentowano dane dotyczące zależności pomiędzy wysokością paszy zadanej na stół paszowy oraz ilością paszy niezjedzonej przez krowy, przed i po wprowadzeniu robota podgarniającego w gospodarstwie w Budziskach. Wysokość paszy zadanej na stole (linia niebieska) kształtowała się w przedziale od 50,0 do około 78,0 cm, przy średniej wynoszącej około 63,0 cm. Nie zaobserwowano wyraźnej zależności pomiędzy wysokością zadawanego TMR-u a jego ilością pozostawianą przez krowy. Ilość paszy niezjedzonej przez zwierzęta wynosiła od 4,0 do 9,5 %. Najwięcej niedojadów stwierdzono w połowie sierpnia oraz we wrześniu. Wprowadzenie robota podgarniającego znacząco wpłynęło na zmniejszenie

ilości niedojadów pozostawionych przez krowy na stole paszowym – wartość ta uległa obniżeniu do przedziału od 3,0 % do maksymalnie 6,0 %, co świadczy o większym pobraniu paszy przez zwierzęta przy niemal stałej temperaturze jej około 15 stopni (rysunek 11-12). Najwięcej niedojadów ubyło zaraz po podgarnięciu na stole a następnie ponownie zaobserwowano brak zainteresowania paszą, co skutkuje wzrostem ilości pozostawionej paszy. W konsekwencji im częściej będzie jeździł podgarniacz tym szybciej będzie ubywało paszy na stole i zostaną ograniczone starty. Istotny jest fakt, że jak wykazały badania wysokość podgarniętej przyzmy paszy na stole paszowym nie odgrywała istotnej roli w analizie pozostawionych niedojadów. Sam fakt że pasza została wymieszana powtórnie wystarczyło jako bodziec do zachęcenia zwierząt do powtórnego pobory paszy.

Rys.18

Porównanie wysokości zadanej paszy (cm) oraz odpadu ze stołu paszowego (%).
W czerwonych kwadratach zaznaczono czas pracy robota – Budziska

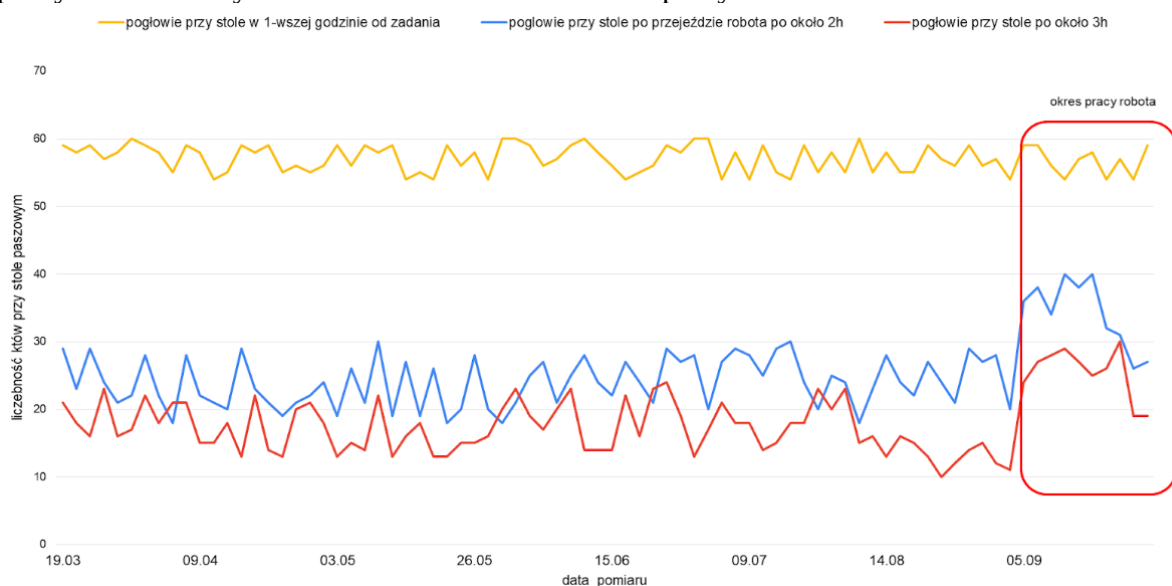


Rysunek 19 przedstawia zróżnicowanie liczby krów korzystających ze stołu paszowego o okresie od 1 do 3 godzin po zadaniu paszy w gospodarstwie w Budziskach. W okresie jednej godziny od momentu zadania TMR-u liczba zwierząt podchodząca do stołu paszowego była najwyższa i w ciągu całego okresu doświadczenia (od 19.03. do 30.10.) wynosiła od 55 do 60 sztuk przebywających jednocześnie przy stole paszowym. Zainteresowanie krów paszą malało wraz z upływem czasu od chwili jej wyłożenia na stół paszowy. Po dwóch godzinach od zadania TMR-u przy stole znajdowało się od 18 do 20 krów, przy czym nieznacznie większe zainteresowanie zwierząt paszą odnotowano w okresach połowy kwietnia i połowy maja, a następnie połowy lipca. Zdecydowany, znaczny wzrost ilości krów podchodzących do stołu

paszowego odnotowano po wprowadzeniu do gospodarstwa testowanego robota podgarniającego. Po okresie 2 godzin od zadania TMR-u praca robota spowodowała zwiększenie liczby krów podchodzących do stołu paszowego o co najmniej 10 sztuk. Tendencji tej nie zaobserwowano w przypadku pomiarów liczby zwierząt pobierających paszę w ciągu godziny od jej zadania. Po upływie 3 godzin od wyłożenia paszy, liczba krów przebywających przy stole paszowym była najniższa i obejmowała od 10 do 24 sztuk. Najmniejsze zainteresowanie pobieraniem paszy po 3. godzinach od jej zadania, zaobserwowano w okresie drugiej połowy sierpnia i początku września – wówczas do stołu paszowego podchodziło tylko 10 krów. Wynika to w dużej mierze z temperatury jak panowała z obiekcie, zniechęcająca do wszelkiej aktywności. Wprowadzenie robota podgarniającego wpłynęło na zdecydowane zwiększenie zainteresowania zwierząt paszą, nawet po upływie 3 godzin od jej zadania, pomimo, że pasza nadal pozostawała ciepła (rysunek 11-12). W analizowanym okresie praca robota spowodowała zwiększenie liczby krów przy stole paszowym z 10 do nawet 30 sztuk. To istotna i znacząca poprawa zainteresowania zwierząt paszą, co bezsprzecznie przekłada się na wzrost pobrania suchej masy dawki i pośrednio wpływa na zwiększenie wydajności krów.

Rys.19

Spadek liczebności pogłowia krów przy stole paszowym po 1, 2 i 3 godzinach od zadania paszy. W czerwonych kwadratach zaznaczono czas pracy robota – Budziska



Podsumowując należy stwierdzić, że podgarnianie paszy zwłaszcza w okresie letnim, gdy jest ona ciepła powoduje ponowne zainteresowanie się nią przez zwierzęta, a tym samym zachęca je do pobrania. Podgarniacz jest efektywnym narzędziem do stymulowania poboru paszy może wpływać na wielkość produkcji danych grup żywieniowych.

2. Mikrobiologia środowiska stołu paszowego dla bydła mlecznego

Poprzez stworzenie beztlenowych warunków, odpowiednich do rozwoju bakterii fermentacji mlekowej, można odpowiednio przygotować materiał roślinny do zakiszenia i przygotowania paszy. Bakterie fermentacji mlekowej umożliwiają produkcję kwasu mlekowego, który obniża pH w zakiszanych roślinach. Dobry przebieg fermentacji owocuje w późniejszych dniach produkcji kiszonki wytworzeniem się większych ilości kwasu octowego, który działa konserwująco na paszę. Chroni to przed rozwojem niechcianych organizmów w trakcie fermentacji natomiast proces wtórnej fermentacji kiszonki nazywamy - zagrzewaniem się paszy. Podczas tego procesu dochodzi do tlenowego rozkładu kiszonki i zawartych w paszy składników odżywczych. Sprzyja to również rozwojowi grzybów. Do zagrzewania się paszy dochodzi gdy pasz zostaje odkryta w silosie gdzie jest wystawiona na działanie powietrza lub gdy pozostaje za długo na stole paszowym. W lecie wysoka temperatura otoczenia może dodatkowo przyspieszać ten niekorzystny dla jakości paszy proces. Wtórna fermentacja w kiszonce powoduje przede wszystkim straty energetyczne paszy i składników czynnych, więc kiszonka traci swoje właściwości odżywcze (Coblentz i Hoffman, 2008). Zagrzewanie się kiszonki wiąże się też z rozwojem w niej drożdży i pleśni. Grzyby strzępkowe (pleśnie) produkują na drodze przemiany materii wtórne metabolity, czyli mykotoksyny, które są szkodliwe dla zwierząt. Powodujące ostre i przewlekłe zatrucia organizmu. Co również ważne, wtórne metabolity pleśni są nie bez znaczenia dla naszego zdrowia, dlatego kontakt obsługi ze spleśniałą paszą może wiązać się z pojawieniem się rozmaitych problemów zdrowotnych. Należy przy tym pamiętać, że problem mykotoksyn może powstać już na etapie uprawy roślin, więc trzeba mieć to na względzie, planując czynności agrotechniczne (Coblentz i in., 2011). Zagrzana kiszonka jest ponadto niechętnie zjadana przez krowy, co konsekwencji skutkuje obniżonym pobraniem paszy – skutki pojawią się pod postacią gorszych wyników produkcji mleka, Świeża, często zadawana pasza jest chętnie pobierana przez bydło i w niewielkim stopniu narażona na zagrzenie przy wysokiej temperaturze powietrza. Większa częstotliwość pobierania zapobiega selektywnemu wybieraniu składników z paszy TMR, a tym samym prowadzi do ograniczenia ilości niewyjadów (Kaczor, 2017).

Literatura

1. Coblentz, W. K., and P. Hoffman. 2008. "Heat damaged forages: Effects on forage quality" Focus on Forage 10: 1-4.
2. Coblentz, W., P. Hoffman, and D. Undersander. 2011. Heat damaged forages: Effects on forage energy content. Focus on Forage Vol. 13, No. 1. University of Wisconsin, Madison.
3. Kaczor A. „Automatyzacja żywienia bydła”, Wiadomości Zootechniczne, R. LV (2017), 4: 138–147

2.1. Metodyka pobierania prób w terenie

Reprezentatywne, homogeniczne próbki pasz pobierano bezpośrednio ze stołu paszowego w czasie 2 oraz 12 godzin od momentu ich zadania zwierzętom na stół paszowy oraz po podgarnięciu za pomocą testowanego robota. Próbki paszy pobierano z wierzchniej (górnej) oraz spodniej (dolnej) warstwy w ilości około 1,0 kg z każdej warstwy z pięciu różnych miejsc w obrębie stołu paszowego, tak aby uzyskać próbki reprezentatywne. Próbki paszy umieszczano w jałowych workach polietylenowych, z których za pomocą urządzenia vacuum usuwano powietrze atmosferyczne i w warunkach chłodniczych (4-6°C) transportowano bezpośrednio do laboratorium analiz mikrobiologicznych (laboratorium badania mleka „Zdrowe wymię” w Bydgoszczy). Łącznie paszę pobierano w różnych okresach obejmujących badania tj. lato, jesień, zimę. Były to więc okresy zarówno największych upałów jak i czas chłodniejszy, dające przekrojowy obraz zmian temperatury zarówno w obiektach inwentarskich, jak i w samej paszy. W paszy znajdującej się bezpośrednio na stole paszowym, wykonywano pomiary wilgotności za pomocą wilgotnościomierza TK-100W, temperatury za pomocą cyfrowego termometru szpilkowego oraz wartości pH za pomocą miernika S300 Pro pH. Pomiary wykonywano zarówno w warstwie wierzchniej TMR-u, jak i w warstwie spodniej, po okresie 2 oraz 12 godzin od momentu zadania na stół paszowy oraz po podgarnięciu przez testowany robot podgarniający.

2.2. Metodyka analiz mikrobiologicznych w próbkach pasz

Oznaczanie drobnoustrojów

Próbki kiszonek dostarczane były do laboratorium mikrobiologicznego „Zdrowe wymię” w Bydgoszczy. Przed rozpoczęciem badań, kiszonki były mielone, następnie odważano po 10 g materiału i zalewano 90 ml jałowego płynu fizjologicznego (NaCl 0,9%) i dokładnie mieszano. Uzyskaną zawiesinę rozcieńczano w stosunku 1: 10, 1:100 i 1:1000, a następnie rozcieńczenia wysiewano na podłoże Columbia i inkubowano w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin. Wszystkie wyrosłe kolonie przesiewano na podłoża: Sabouraud (grzyby drożdżopodobne), Mac Conkey (pałeczki Gram-ujemne i *Escherichia coli*) i Gelose D-coccosel (enterokoki – *E. faecium* i *E. faecalis*), pałeczki Gram-ujemne identyfikowano na podstawie wzrostu na podłożu Columbia i preparatu mikroskopowego. Bakterie identyfikowano na podstawie wzrostu na tych podłożach, ewentualnie uzupełniano identyfikację testami serologicznymi. Pozostałe, niezidentyfikowane bakterie wysyłane były do Interdyscyplinarnego Centrum Nowoczesnych Technologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie zlecano identyfikację za pomocą testu Maldi-Tof.

Oznaczenie ogólnej liczby grzybów

Materiał dostarczony do laboratorium dokładnie wymieszano i zmielono w ilości około 500 g. Przygotowano naważkę o wadze $20 \pm 0,2$ g. i dodano $180 \pm 2\%$ ml zbuforowanego roztworu chlorku sodu z peptonem o pH 7,0. Następnie homogenizowano w homogenizatorze mikrobiologicznym typu Stomacher przez 90 sekund. Oznaczenie ogólnej liczby grzybów wykonano według PN ISO 7954, z września 1999 r. Z homogenizowanej zawiesiny wyjściowej wykonano serię rozcieńczeń dziesięciokrotnych w jałowym płynie do rozcieńczeń. Posiew powierzchniowy w trzykrotnym powtórzeniu wykonano na podłożu YGC (z ang. yeast extract, glucose, chloramfenicol) o składzie:

ekstrakt drożdżowy – 5 g,

glukoza – 20 g,

chloramfenikol – 0,1 g,

agar – 15 g,

woda destylowana – 1000 ml,

pH – 6,6.

Inkubację prowadzono przez 5-7 dni w temperaturze $250\text{ C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Po wyznaczonym czasie inkubacji zliczono kolonie z szalek, na których liczba kolonii mieściła się w zakresie od 10 do 100. Wyniki wyrażono jako ilość jednostek tworzących kolonie na 1 gram materiału [jtk/g]. Z kolonii wyrosłych na podłożu YGC wykonano preparaty mikroskopowe w laktofenolu według Amanna. Na podstawie morfologii kolonii oraz typu zarodnikowania wyodrębniono dominujące rodzaje grzybów pleśniowych. Wykonano obliczenia [jtk/g] dla każdego z oznaczonych rodzajów. W poniższych tabelach oraz wykresach przedstawiono wyniki analiz mikrobiologicznych oraz parametrów paszy w poszczególnych okresach pomiarowych.

W próbkach pasz z warstwy wierzchniej po 2 jak i po 12 godzinach oraz w warstwie spodniej po 2 godzinach od przygotowania paszy stwierdzono obecność bakterii *Enterococcus faecalis*, a ich wzrost we wszystkich próbkach oceniono na dość liczny (++). Bakterie te należą do Gram-dodatnich bakterii z rodzaju *Enterococcus* spp., bytują w przewodzie pokarmowym zwierząt oraz ludzi, a u bydła odpowiedzialne są za środowiskowe zapalenie wymion. Są to bakterie o dużej odporności na warunki środowiskowe i o dużej oporności na antybiotyki, uważane są za rezerwuar genów oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe, co umożliwia ich przenoszenie na ludzi poprzez łańcuch pokarmowy.

2.3. Wyniki analiz mikrobiologicznych pasz (TMR) z gospodarstwa w Krzanowicach

Tabela 1 przedstawia wyniki analiz mikrobiologicznych oraz parametry fizykochemiczne (wilgotność, temperatura i wartość pH) paszy pobieranej w czasie 2 oraz 12 godzin od jej przygotowania i podania na stół paszowy. Wyniki dotyczą zarówno warstwy wierzchniej, jak i spodu zadanego TMR-u. W wierzchniej (górnej) warstwie paszy, zarówno po upływie dwóch jak i dwunastu godzin od jej przygotowania w wozie paszowym i zadania zwierzętom nie stwierdzono obecności grzybów pleśniowych. Obecność tych niepożądanych mikroorganizmów zaobserwowano natomiast w spodniej (dolnej) warstwie paszy, zarówno po 2. jak i 12. godzinach od przygotowania i zadania paszy, przy czym w okresie 2 godzin po sporządzeniu pasz ogólna liczebność grzybów pleśniowych była niewielka i wynosiła $1,2 \times 10^2$ (=120) jednostek tworzących kolonię (jtk) w 1 g materiału paszowego, zaś po 12. godzinach nastąpił wzrost ich ogólnej ilości do $1,5 \times 10^3$ jtk, czyli do 1 500 jtk/g paszy. Wg norm w spodniej warstwie paszy, zarówno po 2. oraz po 12. godzinach od jej zadania, wśród oznaczonych rodzajów grzybów pleśniowych dominował *Geotrichum spp.* (60% po 2. i 90% wszystkich oznaczonych grzybów po 12. godzinach od przygotowania TMR-u). Rodzaj *Geotrichum sp.* (w tym głównie gatunek *G. candidum* – nie oznaczony w niniejszych badaniach) to odporny na kwasy, drożdżopodobny grzyb, często określany jako pośrednik między pleśniami a drożdżami. Jest to bardzo powszechny grzyb saprofityczny, występujący w wilgotnych podłożach bogatych w składniki odżywcze takich jak gleba, materia organiczna i kiszonki. Stanowi zanieczyszczenie produktów spożywczych, a obecny w przewodzie pokarmowym ssaków jest patogenem. Kolejnym rodzajem grzybów pleśniowych wyizolowanych z dolnej warstwy badanej paszy w gospodarstwie w Krzanowicach, był rodzaj *Aspergillus spp.* W próbkach TMR-u po 2 godzinach od jego przygotowania, ten rodzaj pleśni obejmował 20 % wszystkich stwierdzonych grzybów, natomiast po 12 godzinach ekspozycji jego udział w ogólnej liczbie pleśni spadł do 4 %. Grzyby z rodzaju *Aspergillus sp.* są licznie występującymi na planecie grzybami strzępkowymi – pleśniami silnie toksynotwórczymi, produkującymi metabolity w postaci aflatoksyny i ochratoksyny. Na szczęście poziom mykotoksyn w paszach dla bydła, w tym w dawce TMR może występować niezależnie od wzrostu grzybów (metabolizm pierwotny), a same mykotoksyny są wytwarzane głównie pod koniec fazy wzrostu grzybów pleśniowych. Następnym rodzajem wyizolowanych grzybów pleśniowych w badanych próbkach pasz był rodzaj *Rhizopus spp.*, który jednak stwierdzono tylko w paszy pobranej ze spodniej warstwy, po 12 godzinach od jej przygotowania i zadania zwierzętom. Rodzaj ten stanowił 4 % ogólnej liczby pleśni w badanej próbce paszy. Drożdże obecne były we wszystkich próbkach pasz, zarówno w warstwie górnej jak i dolnej, a ich ogólna liczba była

dość wysoka i wynosiła od $3,8 \times 10^3$ (= 3 800) jtk/g (wierzch po 12 godzinach) do 4×10^6 (= 4 000 000) jtk/g (wierzch po 2 godzinach). Wśród oznaczonych rodzajów drożdży wyizolowano jedynie rodzaj *Candida spp.*, która u bydła odpowiedzialna jest m.in. za zapalenia wymion, pogorszenie funkcji żwacza w tym obniżenie zdolności do trawienia włókna frakcji NDF (neutralno-detergentowego) i wzrost poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych w żwaczu, co prowadzi do pogorszenia wydajności mlecznej krów. W warstwie spodniej paszy populacja grzybów drożdżopodobnych wynosiła od $5,8 \times 10^5$ (= 580 000) jtk/g po dwóch godzinach od jej przygotowania, do $3,0 \times 10^5$ (= 300 000) jtk/g paszy po dwunastu godzinach od jej zadania na stół paszowy. Dla kompletnej mieszanki pasz w postaci TMR-ów nie ma norm dotyczących poziomu drożdży i grzybów pleśniowych, z uwagi na ich bardzo zmienny, indywidualny skład komponentowy w każdym gospodarstwie, normy te są natomiast wskazane dla kiszonek: dla kiszonek z traw rekomendowany poziom drożdży wynosi do 107 jtk/g pasz a grzybów pleśniowych do 105 jtk/g paszy, a dla kisonki z kukurydzy – do 104 jtk/g pleśni oraz do 105 jtk/g drożdży. W niniejszych badaniach poziom grzybów drożdżopodobnych w paszy był wyższy. Wzrostowi populacji grzybów drożdżopodobnych w paszach sprzyja ich rosnąca wilgotność, co można było zaobserwować w niniejszych badaniach – pasza o najniższej wilgotności (41,0°C) charakteryzowała się najniższą ogólną liczbą drożdży ($3,8 \times 10^3$, czyli 3 800 jtk/g), a w próbce pasz o najwyższej wilgotności (44,0°C) populacja drożdży wynosiła znacznie więcej - $5,8 \times 10^5$ czyli 580 000 jtk/g. W próbkach paszy pobranej z dolnej warstwy po okresie 2 godzin od jej przygotowania stwierdzono obecność bakterii *Escherichia coli*. *E. coli* to pałeczki jelitowe (kałowe), których naturalnym środowiskiem bytowania jest przewód pokarmowy ludzi i zwierząt. Pałeczka ta należy do rodziny *Enterobacteriaceae*, a niektóre gatunki z tej rodziny zasiedlają rośliny, co może tłumaczyć spotykane zanieczyszczenie roślinnych materiałów paszowych na poziomie nie przekraczającym zwykle 102 jtk/g. W niniejszych badaniach wzrost pałeczek *E. coli* stwierdzono tylko w spodniej warstwie paszy po 2 godzinach od jej wyłożenia na stół paszowy i oceniono na skąpy (+). Wyizolowany w badaniach gatunek *E. coli* należał do tzw. niehemolizujących. *Lactobacillus plantarum* jest jedną z najbardziej pożądanых bakterii kwasu mlekowego w kiszonkach, odpowiedzialną za właściwy przebieg fermentacji mlekowej i stabilizację zakiszanej biomasy roślin. W omawianych badaniach *L. plantarum* występował we wszystkich próbkach pasz – intensywność wzrostu populacji tej bakterii był dość liczny, a w przypadku próbek pobranych z warstwy górnej (wierzch) po 12 godzinach od przygotowania TMR-u intensywność wzrostu tego gatunku określono jako obfity. Z badanych próbek pasz wyizolowano także bakterię *Microbacterium oxidans*, której wzrost oceniono na dość liczny (++) w przypadku górnej

(wierzchniej) warstwy po 2 godzinach oraz na skąpy (+) w warstwie spodniej po 12 godzinach od przygotowania TMR-u. *Microbacterium oxidans* to tlenowa bakteria Gram-dodatnia z rodzaju *Microbacterium*, szeroko rozpowszechniona w środowisku, zdolna do rozkładania aminokwasów i enzymów. Jej rola w kiszonkach oraz wpływ na zdrowie bydła są bardzo słabo poznane, można jednak podejrzewać, że przyczynia się ona do zwiększenia rozkładu tlenowego kiszonek. Wilgotność wierzchniej warstwy TMR-u mierzona w czasie 2 godzin od jego przygotowania wynosiła 43,0%, a po upływie 12. tu godzin od zadania wynosiła 41,0% (spadek o 2 punkty procentowe w skutek wysuszania wierzchniej warstwy) – były to wartości optymalne dla mieszaniny pasz w postaci TMR-u, które zgodnie z zaleceniami powinny mieścić się w przedziale od 40 do 50%. Wyższe wartości wilgotności TMR-u (powyżej 50-52%) sprzyjają jego większemu sortowaniu przez krowy mleczne, a także rozwojowi niepożądanego mikroflory patogennej odpowiedzialnej za rozkład tlenowy. Poziom wilgotności w próbkach paszy pobranych z warstwy spodniej (dolnej) wynosiła: dla 2 godzin ekspozycji – 44,0% i dla 12 godzin ekspozycji – 42,0%. Była więc bardzo wyrównana dla wszystkich próbek paszy mieszcząc się w zakresie od 41,0 do 44,0%. Również wartości odczynu pH badanych próbek paszy były zbliżone i mieściły się w zakresie od 4,6 (warstwa spodnia po 12 godzinach) do 4,9 (warstwy wierzchnia i spodnia po 2 godzinach ekspozycji). Wartości te były na stałym poziomie nieco wyższym niż dla kiszonek, aczkolwiek ze względu na różnorodny, niepowtarzalny skład komponentowy TMR-ów w każdym gospodarstwie nie ma dla tego rodzaju pasz określonych, rekomendowanych wartości pH. Temperatura TMR-u na stole paszowym była dosyć wyrównana w obu warstwach i wynosiła od 27,6°C (wierzch po 2 godzinach) do 30,3°C (spód po 12 godzinach), aczkolwiek zaobserwowano, że temperatura ta była wyższa w warstwie spodniej niż górnej, zarówno po 2 jak i po 12 godzinach od jego zadania i wynosiła 28,0°C po dwóch godzinach od zadania oraz 30,3°C po 12 godzinach ekspozycji paszy na warunki tlenowe. Rekomenduje się, aby temperatura TMR-u nie przekraczała 30,0°C.

Tabela 1.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Krzanowicach (lato)

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyizolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
K1/ wierzch	2	ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	43,0	4,9	27,6
		ogólna liczba drożdży	4×10^6				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	+				
K1A/ spód	2	ogólna liczba pleśni	$1,2 \times 10^2$	<i>Geotrichum</i> 60% <i>Aspergillus</i> 20% <i>Mucor</i> 20%	44,0	4,9	28,0
		ogólna liczba drożdży	$5,8 \times 10^5$	<i>Candida spp.</i>			
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Escherichia coli</i>	+				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	+				
K2/ wierzch	12	ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	41,0	4,7	29,1
		ogólna liczba drożdży	$3,8 \times 10^3$	<i>Candida spp.</i>			
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	+++				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
K2A/ spód	12	ogólna liczba pleśni	$1,5 \times 10^3$	<i>Geotrichum</i> 90% <i>Rhizopus</i> 4% <i>Aspergillus</i> 4% <i>Mucor</i> 2%	42,0	4,6	30,3
		ogólna liczba drożdży	$3,0 \times 10^5$	<i>Candida spp.</i>			
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	++				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy)

Tabela 2 prezentuje dalsze wyniki badań mikrobiologicznych oraz parametry fizykochemiczne pasz pobranych w kolejnych próbach na fermie w Krzanowicach. W odniesieniu do populacji grzybów pleśniowych stwierdzono ich większą różnorodność gatunkową w porównaniu do próbek wcześniejszych. W wierzchniej warstwie po upływie 2 godzin od przygotowania TMR-u ogólna liczba pleśni wynosiła $7,0 \times 10^4$ (= 70 000) jtk/g zaś po kolejnych 10 godzinach od jego zadania na stół paszowy tylko $6,4 \times 10^2$ (= 640) jtk/g materiału paszowego. Redukcja ta jest trudna do wyjaśnienia, aczkolwiek podejrzewać można, że powodem tego był znaczny wzrost temperatury w paszy po jej dwunastogodzinnej ekspozycji na warunki tlenowe oraz wysoką temperaturę otoczenia – wzrost ten wyniósł 12,0°C w zaledwie 10 godzin (28,6°C wynosiła temperatura wierzchniej warstwy paszy po 2 godzinach ekspozycji, zaś po 12.stu – już 45,6°C). Tak wysoka temperatura na powierzchni stosu TMR-u mogła działać odkażająco na część pleśni. Wśród nowych gatunków pleśni, nieobecnych w paszy pobieranej w lipcu 2024, wyizolowano rodzaj *Absidia* oraz *Monascus*, które w warstwie górnej TMR-u po 2 godzinach od jej zadania stanowiły odpowiednio 13 i 9%. Niepokojąco dużą ilość – aż 66% stanowiły grzyby z rodzaju *Aspergillus*. Grzyby z rodzaju *Geotrichum* obejmowały 4% całkowitej populacji oznaczonych pleśni, a z rodzaju *Mucor* – 5%.

Pojawiły się także gatunki należące do rodzajów trudnych do oznaczenia, które stanowiły 4 % ogólnej populacji pleśni. W warstwie dolnej po 2 godzinach od przygotowania stwierdzono $3,7 \times 10^4$ (= 37 000) jtk/g ogólnej liczby pleśni, wśród których aż 86 % stanowiły grzyby z rodzaju *Aspergillus*, 9% *Absidia*, 3% były to grzyby nieoznaczone, a 2% obejmowały grzyby z rodzaju *Monascus*. W dolnej warstwie paszy po upływie 12 godzin liczebność pleśni wynosiła $4,6 \times 10^2$ (= 460) jtk/g paszy, przy czym całość populacji (100 %) stanowił rodzaj *Absidia*. W warstwie wierzchniej po 12 godzinach stwierdzono $6,4 \times 10^2$ (=640) jtk/g ogólnej liczby grzybów pleśniowych, z czego 85% stanowił rodzaj *Absidia*, 10% *Monascus* a 5% kolejny nowy rodzaj – *Cladosporium*. Liczne gatunki grzybów z tego rodzaju powodują plamistość liści kukurydzy w tracie wegetacji oraz pleśnienie kiszonek, a charakterystyczne dla nich jest zabarwienie plam pleśni od niebiesko-zielonego, przez szare po czarne plamy. Ogólna liczba drożdży wynosiła dla warstwy po 12 godzinach $3,3 \times 10^2$ (= 330) jtk/g, $5,2 \times 10^4$ (= 52 000) w warstwie górnej po 2 godzinach oraz $9,1 \times 10^2$ (= 910) w warstwie dolnej TMR-u po 12 godzinach ekspozycji, natomiast w warstwie spodniej po 12 godzinach nie stwierdzono występowania grzybów drożdżopodobnych. W paszy pobranej z warstwy górnej po 2 godzinach od jej przygotowania oraz w warstwie spodniej po 12 godzinach wykryto obecność bakterii z gatunku *Bacillus licheniformis* o dość licznym typie wzrostu (++). Bakterie *Lactobacillus plantarum* obecne były we wszystkich próbkach analizowanych pasz o miernym (+) typie wzrostu. Bakteria ta nie występowała w innych próbkach paszy.

We wszystkich pobranych próbkach stwierdzono obecność bakterii *Enterococcus faecalis*, która charakteryzowała się dość licznym (++) wzrostem. Po 12 godzinach od zadania paszy, zarówno w górnej jak i dolnej jej warstwie zaobserwowano wzrost bakterii z gatunku *Bacillus pumilus* o dość licznym lub skąłym typie wzrostu. Wśród nowych drobnoustrojów wyizolowano także gronkowce koagulazo-ujemne (CNS), które stwierdzono w próbkach paszy pobranej z warstwy wierzchniej, po 12 godzinach od zadania TMR-u na stół paszowy, a także rodzaj *Micrococcus spp.* oraz *Bacillus spp.* wyizolowane z próbek pochodzących z warstwy górnej TMR-u po 2 godzinach od jego sporządzenia. Bakteria tlenowa *Microbacterium oxidans* obecna była w próbkach z warstwy wierzchniej oraz spodniej po 12 godzinach od zadania na stół paszowy.

Wilgotność wszystkich pasz była bardzo wyrównana i mieściła się w przedziale od 41,3 (warstwa dolna po 12 godzinach) do 43,1°C (warstwa górna po 12 godzinach). Również wartości odczynu pH były bardzo zbliżone i wynosiły od 4,7 dla warstwy górnej i dolnej po 12 godzinach do 5,0 dla warstwy górnej po 2 godzinach. Temperatura paszy po okresie 2 godzin od jej zadania na stół paszowy zarówno w warstwie górnej jak i dolnej była taka sama i wynosiła 28,6°C, natomiast po dwunastogodzinnej ekspozycji uległa drastycznemu wzrostowi w obydwu

warstwach osiągając wartość 45,6°C w warstwie górnej oraz 41,5°C w dolnej partii TMR-u. Tak wysoka temperatura w sposób bardzo negatywny wpływa na jakość paszy, powodując m.in. denaturację białka, która znacznie pogarsza jego przystępność oraz strawność.

Tabela 2.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Krzanowicach (lato)

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyizolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
H2W/ wierzch	2	ogólna liczba pleśni	7,0x10 ⁴	66% <i>Aspergillus</i> 13% <i>Absidia</i> 9% <i>Monascus</i> 4% <i>Geotrichum</i> 4% nz 5 % <i>Mucor</i>	42,6	5,0	28,6
		ogólna liczba drożdży	5,2x10 ⁴				
		<i>Bacillus licheniformis</i>	++				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Lactobacillus sp.</i>	++				
		<i>Companilactobacillus farciminis</i>	+				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
H2D/ spód	2	ogólna liczba pleśni	3,7x10 ⁴	86% <i>Aspergillus</i> ! 9% <i>Absidia</i> 3% nz 2% <i>Monascus</i>	42,9	4,9	28,6
		ogólna liczba drożdży	9,1x10 ²				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Micrococcus sp.</i>	+				
		<i>Bacillus sp.</i>	++				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
H1W/ wierzch	12	ogólna liczba pleśni	6,4x10 ²	85% <i>Absidia</i> 10% <i>Monascus</i> 5% <i>Cladosporium</i>	43,1	4,7	45,6
		ogólna liczba drożdży	3,3x10 ²				
		<i>Bacillus pumilus</i>	++				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	+				
		CNS	+				
H1D/ spód	12	ogólna liczba pleśni	4,6x10 ²	100 % <i>Absidia</i>	41,3	4,7	41,5
		ogólna liczba drożdży	nieobecne w 0,1g				
		<i>Bacillus licheniformis</i>	++				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Bacillus pumilus</i>	+				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	+				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy); nz – grzyby nie oznaczone gatunkowo

Kolejne wyniki analiz mikrobiologicznych oraz parametry fizykochemiczne pasz pochodzących z fermy w Krzanowicach, przedstawiono w tabeli 3. Ogólna liczba pleśni

wynosiła dla warstwy górnej: $7,6 \times 10^3$ jtk/g po dwóch godzinach od zadania paszy oraz $5,4 \times 10^3$ jtk/g po dwunastu godzinach od jej przygotowania, przy czym w populacji pleśni po dwóch godzinach rozkład rodzajowy tych mikroorganizmów wynosił 36% dla grzybów z rodzaju *Penicillium*, 32% stanowiły grzyby z rodzaju *Mucor*, 20% grzyby z rodzaju *Geotrichum* oraz 12% pleśń *Absidia*. Pojawił się więc nowy rodzaj pleśni – *Penicillium*, która jest często określana jako „pleśń magazynowa”, ponieważ może szybko wzrastać podczas przechowywania i wydawania paszy. W spodniej (dolnej) warstwie TMR-u ogólna liczba pleśni wynosiła $7,3 \times 10^3$ jtk/g po 2 godzinach od jego zadania oraz $5,2 \times 10^3$ (= 5 200) po 12 godzinach, przy czym po okresie dwóch godzin wyizolowano zbliżoną ilość pleśni z rodzaju *Mucor* (34%), *Geotrichum* (33%) oraz *Penicillium* (33%), zaś po dwunastu godzinach dominowały grzyby z rodzaju *Geotrichum* (94%) przy niewielkim udziale pleśni z rodzaju *Penicillium* (6%). Ogólna liczba grzybów drożdżopodobnych po 2 godzinach od zadania paszy była zbliżona zarówno w górnej jak dolnej warstwie i wynosiła odpowiednio $2,2 \times 10^5$ oraz $2,3 \times 10^5$ jtk/g, natomiast po 12 godzinach od jej przygotowania nastąpił wzrost ogólnej liczby drożdży do $5,0 \times 10^5$ jtk/g w warstwie wierzchniej oraz do $2,3 \times 10^5$ jtk/g w warstwie dolnej. Bakterie z gatunku *Lactobacillus plantarum* o dość licznym typie wzrostu (++) stwierdzono jedynie w próbkach z wierzchniej warstwy paszy po dwóch godzinach od jej zadania, natomiast w pozostałych próbkach pasz wyizolowano drobnoustroje z rodzaju *Lactobacillus spp.* o miernym wzroście, bez identyfikacji gatunkowej, z wyjątkiem warstwy dolnej, w której po dwóch godzinach wyizolowano nowy rodzaj bakterii – *Lactococcus spp.* o dość licznym wzroście (++) . We wszystkich warstwach paszy oznaczono również zarówno nowy rodzaj jak i gatunek bakterii, których występowania nie stwierdzono w próbach pobieranych w lipcu oraz sierpniu. Był to rodzaj *Streptococcus ssp.*, czyli paciorkowców których wzrost charakteryzował się intensywnością od miernej (warstwa wierzchnia po 2 godzinach) do dość licznej (warstwa wierzchnia i spodnia po 12 godzinach). W próbach pobranych z warstwy górnej po 2 godzinach wyizolowano gatunek *Streptococcus viridans* o miernym wzroście (+), w warstwie wierzchniej po 12 godzinach ten gatunek charakteryzował się wzrostem dość licznym (++) , zaś w warstwie spodniej po 2 godzinach od zadania paszy oznaczono obecność gatunku *Streptococcus infantarius* jednak bez określenia intensywności jego wzrostu. *Str. viridans* jest istotnym patogenem i ważną przyczyną zapalenia wymienia u bydła. Obecność enterokoków o miernym wzroście (+) stwierdzono w warstwie wierzchniej zarówno po 2 jak i po 12 godzinach od przygotowania i zadania paszy. W wierzchniej oraz spodniej warstwie paszy po 2 godzinach od jej sporządzenia stwierdzono obecność bakterii z rodzaju *Bacillus spp.* o dość licznym wzroście (warstwa wierzchnia) przy czym w warstwie spodniej ten rodzaj był reprezentowany

przez gatunek *Bacillus cereus* o miernym wzroście. Obecność gronkowców koagulaz-ujemnych (CNS) o dość licznym wzroście stwierdzono tylko w spodniej warstwie paszy po 12 godzinach od jej zadania. Gronkowce te odpowiedzialne są u bydła mlecznego za występowanie zapaleń wymienia.

Tabela 3.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Krzanowicach (jesień).

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyizolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
H4W/ wierzch	2	Ogólna liczba pleśni	7,6x10 ³	36% <i>Penicillium</i> 32% <i>Mucor</i> 20% <i>Geotrichum</i> 12% <i>Absidia</i>	40,4	4,9	23,4
		Ogólna liczba drożdży	2,2x10 ⁵				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Enterococcus faecium</i>	+				
		<i>Bacillus sp.</i>	++				
		<i>Streptococcus viridans</i>	+				
H4D/ spód	2	Ogólna liczba pleśni	7,3x10 ³	34% <i>Mucor</i> 33% <i>Geotrichum</i> 33% <i>Penicillium</i>	41,2	4,7	23,1
		Ogólna liczba drożdży	2,3x10 ⁵				
		<i>Lactococcus sp.</i>	++				
		<i>Enterococcus sp.</i>	++				
		<i>Corynebacterium freneyi</i>	+				
		<i>Bacillus cereus</i>	+				
H3W/ wierzch	12	Ogólna liczba pleśni	5,4x10 ³	61% <i>Geotrichum</i> 11% <i>Absidia</i> 11% <i>Mucor</i> 11% <i>Penicillium</i> 6% <i>Rhizopus</i>	41,4	4,8	16,8
		Ogólna liczba drożdży	5,0x10 ⁵				
		<i>Streptococcus viridans</i>	++				
		<i>Streptococcus sp.</i>	++				
		<i>Enterococcus faecium</i>	+				
		<i>Corynebacterium</i>	+				
H3D/ spód	12	Ogólna liczba pleśni	5,2x10 ³	94% <i>Geotrichum</i> 6% <i>Penicillium</i>	40,7	4,7	18,8
		Ogólna liczba drożdży	2,3x10 ⁵				
		<i>Streptococcus sp.</i>	++				
		CNS	++				
		<i>Corynebacterium sp.</i>	++				
		<i>Lactobacillus sp.</i>	+				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy); nz – grzyby nie oznaczone gatunkowo

Wśród nowych, nie stwierdzonych wcześniej drobnoustrojów, pojawiły się maczugowce (*Corynebacterium spp.*), których dość liczny wzrost stwierdzono we wszystkich warstwach paszy z wyjątkiem próbek pochodzących z warstwy górnej pobranych po 2 godzinach od jej przygotowania. Maczugowce to wydłużone formy morfologiczne Gram-dodatnich bakterii tlenowych lub względnie beztlenowych, tworzących przetrwalniki. Wilgotność wszystkich warstw paszy była zbliżona zarówno po 2 jak i 12 godzinach od jej przygotowania i zadania i wynosiła od 40,4 (warstwa górna po 2 godzinach) do 41,4°C (warstwa górna po 12 godzinach). Również wartości odczynu pH były wyrównane w obrębie wszystkich warstw badanej paszy i mieściły się w zakresie od 4,7 (warstwa dolna po 2 i 12 godzinach) do 4,9 w warstwie górnej po 2 godzinach od sporządzenia paszy. Temperatura paszy była wyrównana w obrębie przedziałów godzinowych i wynosiła 23,1-23,4°C w warstwach spodniej i wierzchniej po dwóch godzinach od jej przygotowania oraz 16,8-18,8°C w warstwach wierzchniej i spodniej po dwunastu godzinach od zadania TMR-u na stół paszowy. Wszystkie omawiane parametry fizyko-chemiczne mieściły się w zalecanych przedziałach wartości.

2.4. Wyniki analiz mikrobiologicznych pasz (TMR) z gospodarstwa w Budziskach

Analogicznie jak w badaniach przeprowadzonych na fermie w Krzanowicach, wykonywano pomiary parametrów fizykochemicznych pasz oraz pobierano ich reprezentatywne próbki do analiz mikrobiologicznych w gospodarstwie w Budziskach. W poniższych tabelach przedstawiono wyniki badań pasz wykonane w lecie, jesieni i zimie.

W tabeli 4 zamieszczono wyniki analiz mikrobiologicznych oraz parametry fizykochemiczne pasz pochodzących z gospodarstwa w Budziskach. Ogólna liczba grzybów pleśniowych w wierzchniej warstwie paszy po 2 godzinach od jej przygotowania wynosiła $1,7 \times 10^4$ (= 17 000) jtk/g a w ich obrębie wyizolowano dwa główne rodzaje pleśni – *Cladosporium* stanowiące 93% gatunków pleśni oraz *Monascus* obejmujący 7 % ogólnej liczby pleśni. W dolnej warstwie paszy po 2 godzinach od ekspozycji ogólna liczba pleśni wynosiła $2,4 \times 10^2$ (= 240) jtk/g, z czego 75% stanowił rodzaj *Monascus*, a 25% rodzaj *Absidia*. W warstwie górnej po 12 godzinach od sporządzenia paszy ogólna liczba grzybów pleśniowych wynosiła $6,7 \times 10^2$ (= 670) jtk/g, w tym 59 % stanowił rodzaj *Absidia*, 23% - *Geotrichum*, a 18% rodzaj *Monascus*. Warstwa dolna TMR-u po 12 godzinach od jego sporządzenia charakteryzowała się ogólną liczbą pleśni na poziomie $3,3 \times 10^2$ (= 330) jtk/g, z czego 54% stanowił rodzaj *Absidia*, a 46% - *Monascus*. Różnorodność gatunkowa pleśni w paszach pochodzących z gospodarstwa w Budziskach była mniejsza w porównaniu do gospodarstwa

w Krzanowicach. Ogólna liczba drożdży w paszy pobranej od góry po 2 godzinach wynosiła $8,3 \times 10^5$ (= 830 000) jtk/g, natomiast po 12 godzinach w warstwie tej liczebność drożdży wynosiła $4,3 \times 10^5$ (= 430 000) jtk/g paszy. W spodniej warstwie TMR-u po 2 godzinach ogólna liczba drożdży wynosiła $5,1 \times 10^5$ (= 510 000) jtk/g, zaś po okresie 12 godzin od jego sporządzenia – $2,8 \times 10^5$ (= 280 000) jtk/g materiału. Bakterie z gatunku *Lactobacillus plantarum* występowały w 3 próbkach pasz: w warstwie spodniej po 2 godzinach (wzrost skąpy), w warstwie wierzchniej po 12 godzinach (wzrost dość liczny) oraz w warstwie spodniej po 12 godzinach (wzrost mierny). We wszystkich próbkach pasz występowały bakterie z rodzaju *Bacillus spp.*, z czego w warstwie górnej po 2 godzinach od zadania paszy oznaczono dwa gatunki z tego rodzaju, tj. *Bacillus licheniformis* oraz *Bacillus pumilus* charakteryzujące się wzrostem miernym, w warstwie spodniej po 2 godzinach oznaczono gatunek *B. pumilus* o wzroście dość licznym, w warstwie wierzchniej po 12 godzinach gatunek *B. cereus* o wzroście miernym oraz w warstwie spodniej po 12 godzinach *B. pumilus* charakteryzujący się wzrostem miernym. Paciorkowce, w tym gatunek *Str. viridans* występowały we wszystkich warstwach z wyjątkiem warstwy spodniej po 2 godzinach. Ich wzrost oceniono na mierny. Bakterię z gatunku *Companilactobacillus farciminis* o dość licznym wzroście stwierdzono w dwóch próbkach pasz – pobranych z warstwy wierzchniej po 2 godzinach oraz spodniej po 12 godzinach od jej przygotowania. Bakteria ta należy do pożądanых bakterii kwasu mlekowego o potencjalnie probiotycznych i antyoksydacyjnych właściwościach dla organizmu przeżuwaczy. Gatunek *Microbacterium oxidans* o miernej intensywności wzrostu obecny był wyłącznie w próbkach paszy pobranej ze spodniej (dolnej) warstwy zadanego TMR-u po 2 godzinach. W próbkach pochodzących z dolnej warstwy paszy po 12 godzinach oznaczono nieobecny wcześniej rodzaj *Ochrobacterium spp.* charakteryzujący się mierną intensywnością wzrostu (+). Poziom wilgotności we wszystkich warstwach badanej paszy oraz po 2 jak i 12 godzinach od jej przygotowania był na wyrównanym, zbliżonym i zalecanym poziomie i mieścił się w zakresie od 43,0 do 46,0%. Pasze produkowane w gospodarstwie w Budziskach charakteryzowały się więc bardzo nieznacznie wyższą wilgotnością, w porównaniu do TMR-u stosowanego na fermie w Krzanowicach. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu czasu ekspozycji paszy na warunki atmosferyczne na poziom wilgotności TMR-u, niezależnie od jego warstwy (wierzch/spód). Wartość pH paszy po dwóch godzinach od jej sporządzenia wynosiła 4,9 zarówno w warstwie górnej, jak i dolnej. Natomiast po upływie 12 godzin od przygotowania TMR-u jego odczyn uległ obniżeniu do wartości 4,2 w warstwie górnej oraz 4,3 w warstwie spodniej. Temperatura w badanych paszach znajdowała się również na podobnych poziomach, zaobserwowano jednak, że w warstwie górnej, zarówno po 2 jak i 12 godzinach od sporządzenia

TMR-u była niższa (26,1 i 26,8°C) w porównaniu z warstwą spodnią – 28,1 (po 2 godzinach) oraz 28,3°C (po 12 godzinach).

Tabela 4.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Budziskach (lato).

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyizolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
B2W/ wierzch	2	Ogólna liczba pleśni	1,7x10 ⁴	93% <i>Cladosporium</i> 7% <i>Monascus</i>	45,0	4,9	26,1
		Ogólna liczba drożdży	8,3x10 ⁵				
		<i>Companilactobacillus farciinis</i>	++				
		<i>Bacillus licheniformis</i>	+				
		<i>Bacillus pumilus</i>	+				
		<i>Str. viridans</i>	+				
		<i>Str.sp.</i>	+				
		CNS	++				
B2D/ spód	2	Ogólna liczba pleśni	2,4x10 ²	75% <i>Monascus</i> 25% <i>Absidia</i>	44,0	4,9	28,1
		Ogólna liczba drożdży	5,1x10 ⁵				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	+				
		<i>Bacillus pumilus</i>	++				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	+				
		<i>Bacillus sp.</i>	+				
		CNS	+				
B1W/ wierzch	12	Ogólna liczba pleśni	6,7x10 ²	59% <i>Absidia</i> 23% <i>Geotrichum</i> 18% <i>Monascus</i>	46,0	4,2	26,8
		Ogólna liczba drożdży	4,3x10 ⁵				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	++				
		<i>Bacillus cereus</i>	+				
		<i>Bacillus sp.</i>	+				
		<i>Str.viridans</i>	+				
B1D/ spód	12	Ogólna liczba pleśni	3,3x10 ²	54% <i>Absidia</i> 46% <i>Monascus</i>	43,0	4,3	28,3
		Ogólna liczba drożdży	2,8x10 ⁵				
		<i>Bacillus pumilus</i>	+				
		<i>Companilactobacillus farciminis</i>	++				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	+				
		<i>Str.viridans</i>	+				
		<i>Ochrobacterium spp.</i>	+				
		<i>Lactobacillus spp.</i>	+				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy); nz – grzyby nie oznaczone gatunkowo

Tabela 5 przedstawia kolejne wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Budziskach. Na dużą uwagę zasługuje brak obecności grzybów

pleśniowych w analizowanych próbkach pasz – nie oznaczono tej grupy mikroorganizmów w żadnej z próbek TMR-u pobranego w dniu 10.09.2024 r. Ogólna liczba drożdży w trzech próbkach była zbliżona i wynosiła: w warstwie spodniej po 2 godzinach – $4,2 \times 10^6$ (=4200 000) jtk/g, w warstwie wierzchniej po 12 godzinach $4,5 \times 10^6$ (= 4500 000) jtk/g oraz $4,3 \times 10^6$ (= 4300 000) jtk/g w warstwie dolnej po 12 godzinach. Bardzo liczną populację drożdży oznaczono natomiast w próbkach TMR-u pobranego z górnej warstwy po okresie 2 godzin od jego przyrządzenia – była to liczebność na poziomie $1,2 \times 10^7$ czyli 12 000 000 jtk w jednym gramie paszy. Bakterie z gatunku *Lactobacillus plantarum* oznaczono jedynie w wierzchniej warstwie paszy po 12 godzinach od jej przygotowania, w której charakteryzowała się miernym (+) wzrostem. W pozostałych próbkach pasz występował gatunek *Lactobacillus brevis* o miernym (spód, 12 godzin) lub dość liczny (wierzch i spód po 2 godzinach) intensywnością wzrostu. We wszystkich próbkach pasz stwierdzono występowanie enterokoków, z czego gatunek *E. faecalis* obecny był w warstwie wierzchniej po 2 godzinach (wzrost dość liczny), warstwie spodniej po 2 godzinach (wzrost dość liczny) oraz warstwie spodniej po 12 godzinach (wzrost dość liczny). Jedynie w warstwie górnej paszy po okresie 12 godzin od jej sporządzenia, stwierdzono występowanie gatunku *Enterococcus faecium* o dość liczny wzroście. Gatunku tego nie stwierdzono we wcześniej analizowanych próbkach pasz, zarówno w gospodarstwie w Krzanowicach, jak i Budziskach. Maczugowce nie występowały jedynie w próbkach pobranych z warstwy wierzchniej po 12 godzinach, w pozostałych warstwach ich wzrost charakteryzował się mierną intensywnością. Tlenowa bakteria *Microbacterium oxidans* oznaczona została tylko w wierzchniej warstwie TMR-u po 12 godzinach od jego przygotowania. Rodzaj *Streptococcus spp.* występował w warstwie spodniej, zarówno po 2 jak i 12 godzinach od sporządzenia paszy. Bakterie z rodzaju *Lactococcus spp.* występowały w wierzchniej warstwie TMR-u, zarówno po 2 jak i 12 godzinach ekspozycji paszy, przy czym po okresie 12 godzin ich populacja charakteryzowała się obfitym wzrostem (+++). Wszystkie parametry fizykochemiczne badanych pasz były na zbliżonym i wyrównanym poziomie w obrębie wszystkich próbek. Wilgotność paszy wynosiła od 42,0% w spodniej warstwie TMR-u po 12 godzinach od jego zadania, przez 43,0% w warstwie spodniej po 2 godzinach oraz warstwie górnej po 12 godzinach, po 44,0% oznaczone w wierzchniej warstwie paszy po 2 godzinach od jej zadania. Wartości odczynu pH były wyższe w obydwu warstwach paszy po 2 godzinach od jej przygotowania i osiągnęły wartość 4,7 (wierzch) oraz 4,6 (spód), zaś po 12 godzinach ekspozycji uległy obniżeniu do wartości 4,3 (wierzch) oraz 4,2 (spód). Temperatura TMR-u we wszystkich badanych warstwach była również wyrównana i mieściła się w zakresie od 16,0°C (wierzch po 2 godzinach), poprzez 18,0 (spód po 12 godzinach) i 18,1°C (wierzch

po 2 godzinach) po maksymalnie 18,8°C na spodzie paszy po 2 godzinach od jej przygotowania i zadania.

Tabela 5.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Budziskach (jesień).

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyizolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
B4W/ wierzch	2	Ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	44,0	4,7	18,1
		Ogólna liczba drożdży	1,2x10 ⁷				
		<i>Lactobacillus spp.</i>	++				
		<i>Lactobacillus brevis</i>	++				
		<i>Lactococcus spp.</i>	+				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Corynebacterium spp.</i>	+				
		CNS	+				
B4D/ spód	2	Ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	43,0	4,6	18,8
		Ogólna liczba drożdży	4,2x10 ⁶				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Lactobacillus brevis</i>	++				
		<i>Corynebacterium sp.</i>	+				
		<i>Streptococcus spp.</i>	+				
		<i>Lactobacillus spp.</i>	+				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
B1W/ wierzch	12	Ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	43,0	4,3	16,0
		Ogólna liczba drożdży	4,5x10 ⁶				
		<i>Microbacterium oxidans</i>	+				
		<i>Enterococcus faecium</i>	++				
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	+				
		<i>Lactococcus spp.</i>	+++				
B3D/ spód	12	Ogólna liczba pleśni	brak w 0,1g	0	42,0	4,2	18,0
		Ogólna liczba drożdży	4,3x10 ⁶				
		<i>Lactobacillus sp.</i>	+++				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Lactobacillus brevis</i>	+				
		<i>Corynebacterium</i>	+				
		<i>Streptococcus sp.</i>	+				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy)

Tabela 6 prezentuje wyniki badań mikrobiologicznych oraz parametry fizykochemiczne pasz pobranych w kolejnym terminie z fermy Budziska. Analizy obejmowały tylko próbki pasz pobranych po okresie dwóch godzin od ich przygotowania i zadania na stół paszowy.

We wszystkich próbkach pasz stwierdzono występowanie znacznej ilości różnych rodzajów pleśni, a ich ogólna liczba wynosiła $9,1 \times 10^4$ (= 91 000) jtk/g w warstwie górnej oraz $7,0 \times 10^4$ (= 70 000) na spodzie TMR-u. W warstwie górnej występowały następujące rodzaje pleśni: 30% stanowił rodzaj *Mucor*, 30% - *Aspergillus*, 17% - *Penicillium*, 17% - *Geotrichum*, 6% stanowiły inne grzyby nie oznaczone. W warstwie dolnej dominował rodzaj *Aspergillus* (39 %), następnie *Penicillium* (22%), kolejno *Mucor* (17 %), *Geotrichum* (9%), grzyby nieoznaczone stanowiły 9% a rodzaj *Absidia* – 4%.

Tabela 6.

Wyniki analiz składu mikrobiologicznego oraz parametry paszy (TMR) z gospodarstwa w Budziskach (zima).

Nr próbki/ warstwa	Czas pomiaru - po godzinach od przygotowania	Wyzolowane drobnoustroje	Liczebność (jtk/g)	% udział pleśni	Wilgotność paszy (%)	pH paszy	Temperatura paszy (°C)
G2W/ wierzch	2	Ogólna liczba pleśni	$9,1 \times 10^4$	30% <i>Mucor</i> 30% <i>Aspergillus</i> 17% <i>Penicillium</i> 17% <i>Geotrichum</i> 6% nz	45,4	5,1	17,0
		Ogólna liczba drożdży	$6,3 \times 10^5$				
		<i>Bacillus licheniformis</i>	++				
		<i>Paenibacillus cooki</i>	+				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	+				
		<i>Candida krusei</i>	++				
		<i>Bacillus circulans</i>	+				
G2D/ spód	2	Ogólna liczba pleśni	$7,0 \times 10^4$	39% <i>Aspergillus</i> 22% <i>Penicillium</i> 17% <i>Mucor</i> 9% <i>Geotrichum</i> 9% nz 4% <i>Absidia</i>	44,5	5,1	17,9
		Ogólna liczba drożdży	6×10^5				
		<i>Enterococcus faecalis</i>	++				
		<i>Arthrobacter luteolus</i>	+				
		<i>Bacillus circulans</i>	+				
		<i>Candida krusei</i>	++				

Oznaczenia: jtk – jednostki tworzące kolonię, +++ - wzrost obfity, ++ - wzrost dość liczny, + - wzrost mierny (skąpy); nz – grzyby nie oznaczone gatunkowo

Liczebność populacji grzybów drożdżopodobnych była w obu warstwach bardzo zbliżona i wynosiła $6,3 \times 10^5$ jtk/g w warstwie górnej oraz $6,3 \times 10^5$ jtk/g warstwy spodniej. Wśród wyizolowanych drobnoustrojów pojawiły się zupełnie nowe gatunki, wcześniej nie oznaczane w paszach pochodzących z omawianego gospodarstwa, jak również nie obecne w TMR-ze w drugim gospodarstwie doświadczalnym. Do gatunków tych, wyizolowanych z warstwy

górnej paszy należały: *Paenibacillus cooki* (wzrost mierny), *Candida krusei* (wzrost dość liczny) oraz *Bacillus circulans* (wzrost mierny). W obydwu próbkach pasz stwierdzono występowanie enterokoków *E. faecalis* o miernym (górną paszy) oraz dość liczny (spód paszy) wzroście. Kolejnym nowym gatunkiem wyizolowanym z dolnej warstwy paszy był gatunek *Arthrobacter luteolus* charakteryzujący się mierną intensywnością namnażania. Kolejną bakterią stwierdzoną w obydwu warstwach badanej paszy był *Bacillus circulans*, który charakteryzował się miernym tempem wzrostu. Zarówno temperatura, jak i odczyn pH oraz wilgotność obydwu badanych warstw TMR-u były bardzo podobne i wynosiły: 17,0 i 17,9°C, 5,1 pH oraz 45,4 i 44,5% wilgotności.

Wnioski na przykładzie gospodarstwa w Krzanowicach

1. Skład mikrobiologiczny TMR-u zmieniał się wraz z upływem czasu od jego przygotowania i zalegania na stole paszowym.

1.1. **Populacja grzybów pleśniowych** w okresie lata w wierzchniej (górnej) warstwie paszy zarówno po 2 jak i 12 godzinach nie stwierdzono występowania grzybów pleśniowych. Mikroorganizmy te namnażały się dopiero w spodniej warstwie paszy, w warunkach większej wilgotności i temperatury, aczkolwiek wartości tych parametrów nie różniły się znacznie pomiędzy warstwą górną, a dolną. Również ilość oznaczonych rodzajów pleśni wzrastała wraz z czasem zalegania paszy na stole paszowym – w pierwszym okresie badawczym, zastosowanie robota nie wpłynęło na zmniejszenie ani liczby ogólnej pleśni ani zmniejszenia ich różnorodności. W późniejszym okresie, w którym odnotowano znacznie wyższe wartości temperatury pasz, stwierdzono większą różnorodność gatunkową pleśni w warstwie wierzchniej, przy niższej ogólnej ich liczbie, w stosunku do głębszych warstw paszy. W kolejnym wykonanych odczytach, wprowadzenie robota podgarniającego wpłynęło na zmniejszenie różnorodności rodzajów grzybów pleśniowych, zarówno w warstwie wierzchniej, jak i spodniej badanych pasz. W okresie jesiennym zauważono podobną tendencję – wierzchnia warstwa paszy charakteryzowała się większą ogólną liczbą pleśni oraz większą liczbą gatunków oznaczonych grzybów pleśniowych. Po podgarnięciu paszy, szczególnie wykonanym dwukrotnie w okresie badawczym, zarówno w warstwie górnej, jak i dolnej, liczebność oraz różnorodność pleśni uległa znacznej redukcji. Świadczy to o zasadności stosowania robota podgarniającego w celu zmniejszenia intensywności namnażania pleśni w paszy.

1.2. **Populacja drożdży** była początkowo większa w wierzchniej warstwie paszy, lecz po wprowadzeniu robota podgarniającego malała w wyniku zmiany natlenienia paszy, a także

wraz z czasem ekspozycji paszy na warunki atmosferyczne i była niższa w warstwie spodniej po jej dwukrotnym podgarnięciu.

1.3. **Populacja bakterii kwasu mlekowego** – w przypadku tej grupy bakterii zauważalny był wpływ podgarnięcia paszy na ich liczebność, która po okresie 12 godzin od zadania TMR-u, oraz po wprowadzeniu robota i po podgarnięciu paszy zwiększyła intensywność wzrostu z dość liczego na obfity.

1.4. **Populacja enterokoków** – bakterie te wykazywały największą odporność na zmiany w paszy w wyniku pracy robota podgarniającego. Obecne były praktycznie w każdej warstwie i niezależnie od czasu ekspozycji TMR-u na stole paszowym. Nie zaobserwowano różnicy i zmian w intensywności ich wzrostu pomiędzy czasem od zadania i podgarnięcia paszy.

2. **Temperatura TMRu-u** była wyższa w głębszych warstwach i nieznacznie wzrastała wraz z wydłużaniem czasu zalegania na stole paszowym. Wilgotność paszy była nieznacznie większa w głębi stosu TMR-u, jednak zastosowanie robota podgarniającego.

Balice 28.02.2025

Zadanie zrealizowano w Instytucie Zootechniki PIB w ramach projektu pt. „Zarządzanie jakością paszy w hodowli bydła w oparciu o innowacyjny system optymalizacji paszy "Feed - 360"

Wykonawcy zadania:

dr Grzegorz Skrzyński

dr Bartosz Szymik

Kierownik zadania:

dr hab. Piotr Wójcik prof. IZ

