

Skutki produkcyjne związane z hiperketolaktią u krów mlecznych w Polsce – ile to kosztuje ?



UNIVERSITY OF AGRICULTURE
IN KRAKOW



PennState Extension

Zygmunt M. Kowalski ¹, Robert J. Van Saun ²

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Pennsylvania State University, Penn State Extension

Okres przejściowy to wyzwanie dla krowy

Ważne wyzwania

1. Zmniejszone pobranie paszy – brak apetytu
2. Zwiększone zapotrzebowanie na
 - a. energię
 - b. Ca
 - c. antyoksydanty
 - d. białko (aminokwasy) ?
3. Stres



Konsekwencje metaboliczne

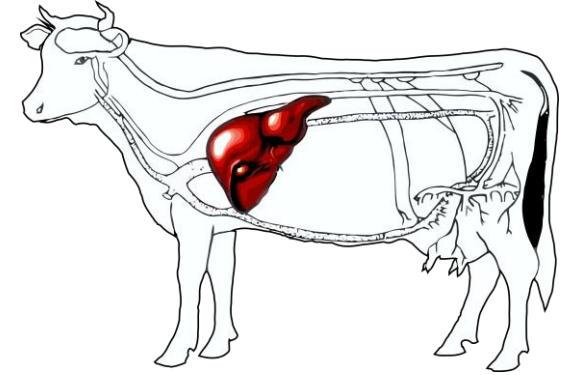
1. Ujemny bilans energii
 - a. brak glukozy
 - b. mobilizacja rezerw tłuszczowych
2. Oporność insulinowa
3. Hipokalcemia
4. Nadmierny stres
5. Stres oksydacyjny
6. Immunosupresja



Konsekwencje zdrowotne

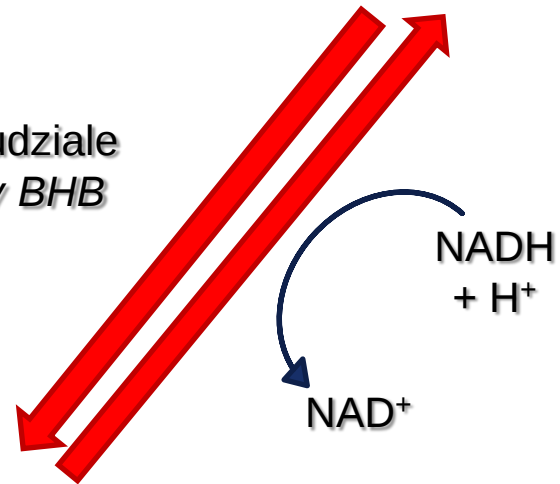
1. Hipokalcemia/Zaleganie poporodowe
2. Ketoza
3. Stłuszczenie wątroby
4. Zatrzymanie łożyska
5. Mastitis, metritis, endometritis





Kwas acetoocetowy

Redukcja przy udziale
dehydrogenazy BHB
(BDH)



Spontaniczna
dekarboksylacja



β -hydroksymaślan (BHB)

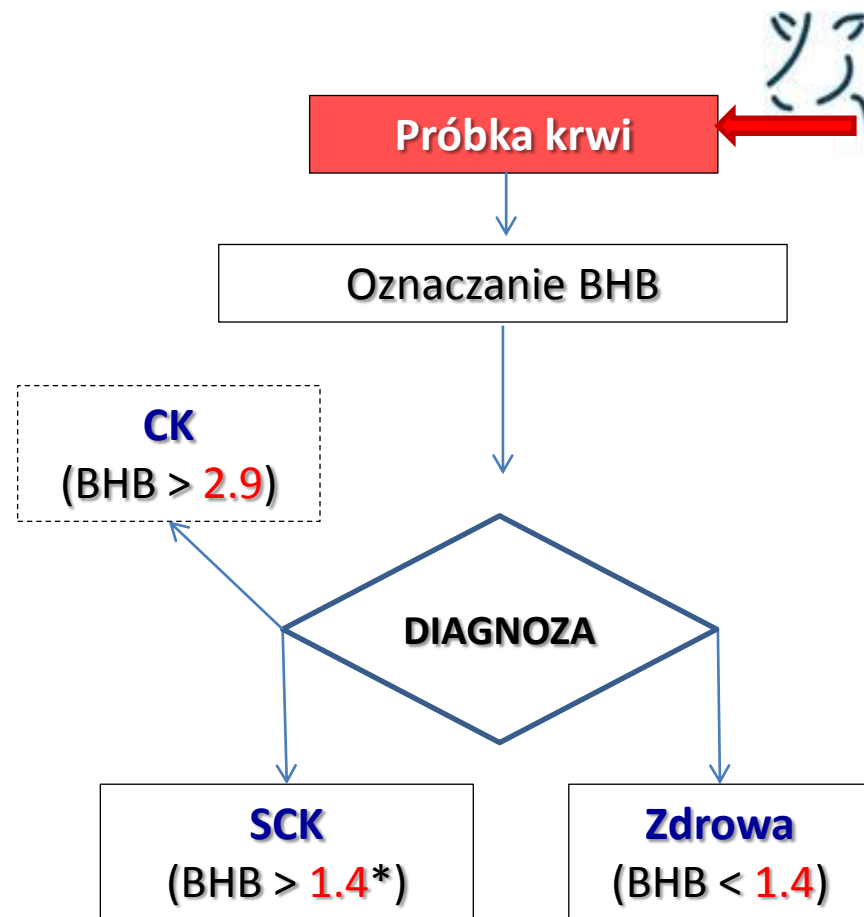
Aceton (ACE)



Hiperketonemia

Diagnoza subklinicznej (SCK) lub klinicznej (CK) ketozy

- ... a co z acetonem ?



*mmol/L; może być 1.2 mmol/L



tylko BHB,
nie ACE !!!



Hiperketonemia – a co z acetonem ?

Aceton

- niestabilny we krwi – nieoznaczalny glukometrem czy ketometrem
- wystarczająco stabilny w mleku aby można go oznaczyć metodą FTIR
- czy jest jakaś biologiczny / produkcyjny związek z hiperacetonemią, niezależnie od BHB ?



hyperacetonemia dairy cow

→ 4 wyniki

hyperketonemia dairy cow

→ 22,900 wyników



Hiperketonemia vs. hiperketolaktia



$$R = 0.66-0.96$$



Anderson, 1984; Enjalbert i in., 2001; Denis-Robichaud i in., 2014

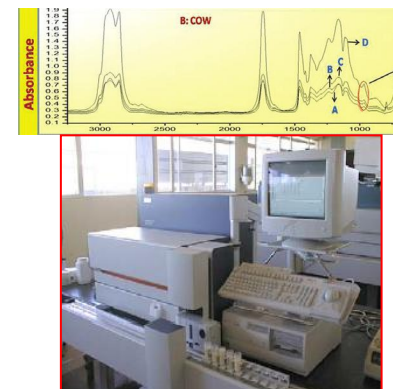
mBHB i mACE dla diagnozowania hiperketolaktii u krów mlecznych

Analiza
chemiczna
mleka



$$R_{\text{BHB}} = 0.79$$
$$R_{\text{ACE}} = 0.85$$

de Roos i in., 2007



FTIR

„ta zależność może nie być wysoka, ale ciągle wystarczająca dla monitorowania populacji krów”

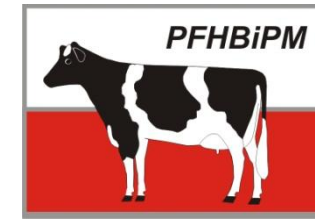
mBHB i mACE, oznaczane metodą FTIR, mogą być stosowane w rutynowej analizie składu chemicznego mleka (w ocenie użytkowości mlecznej) do szacowania zawartości ciał ketonowych i monitorowania hiperketolaktii w stadach krów mlecznych



CombiFoss FT+ metoda FTIR
(Foss Analytical A/S, Hillerød, Denmark)

- Procedura nieinwazyjna
- To nie jest „snapshot” – próbka mleka „reprezentuje” okres czasu
- W systemie oceny – tanio
- Możliwy jest monitoring stada

System monitoringu ketozy (hiperketolaktii) w Polsce



Polska Federacja Hodowców
Bydła i Producentów Mleka



Liczba krów w Polsce: 2 035 188

Liczba krów ocenianych: 792 963 (~37%)

Liczba ocenianych stad: 18 559

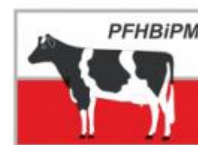
Średnia wielkość stada: 42,8 krowy

Średnia wydajność krów ocenianych: 8 837 kg

2021-12-31

X – laboratoria w systemie oceny z technologią FTIR

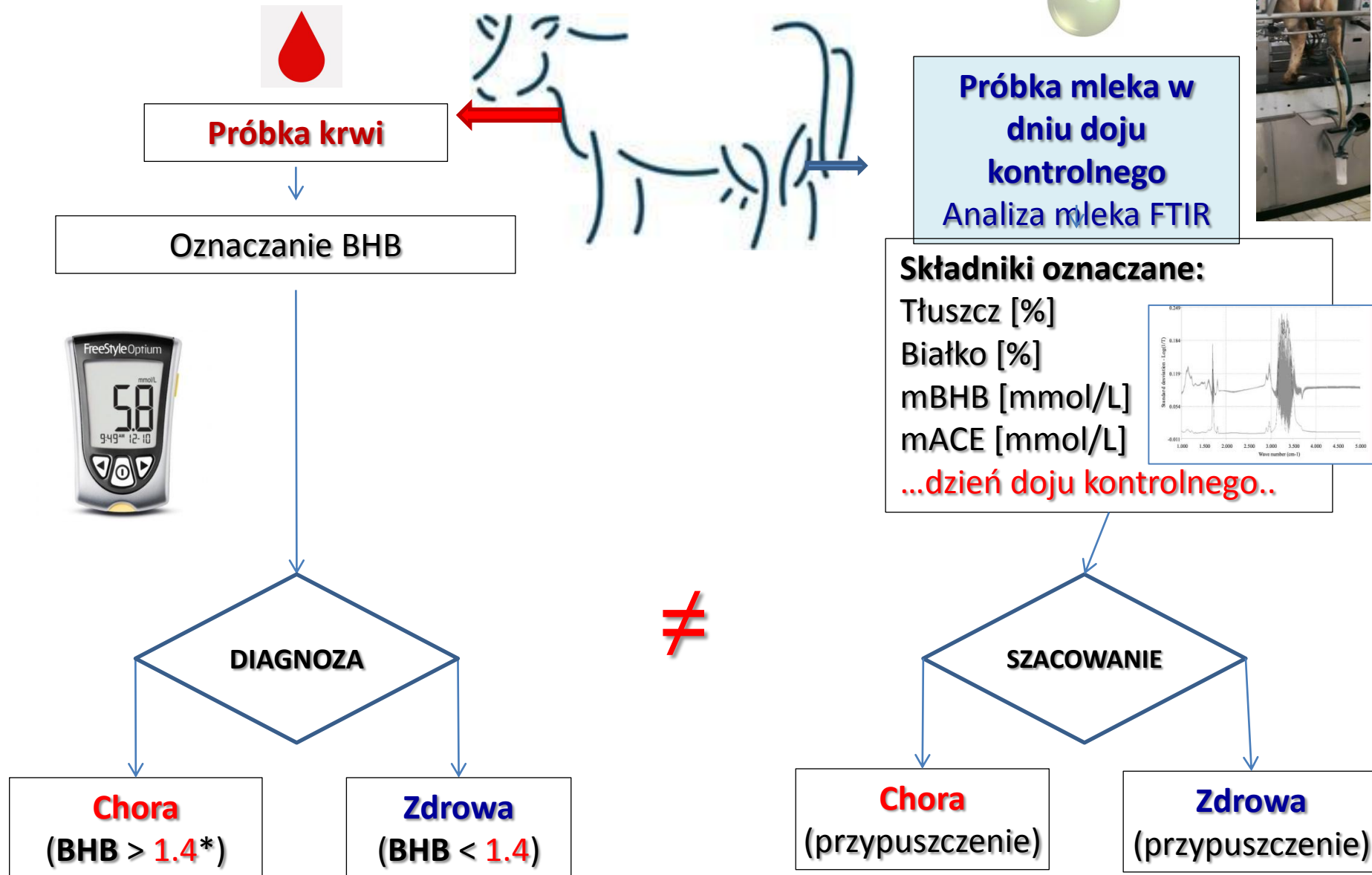
- Monitoring SCK w Polsce
- W ramach systemu oceny wartości użytkowej bydła prowadzonej przez PFHBiPM
- K! – indeks SCK (Kowalski i in., 2014)
- Pierwszy ogólnokrajowy system w świecie, wprowadzony 1-04-2013
- Miesięcznie monitorujemy krowy w 6-60 dniu laktacji



**POLSKA FEDERACJA
HODOWCÓW BYDŁA
I PRODUCENTÓW MLEKA**

PFHBiPM

System monitoringu ketozy (hiperketolaktii) w Polsce





Od 01-04-2013

- Zebraliśmy bardzo dużo danych
- Dowiedzieliśmy się wiele o **hiperketolaktii** obecnej wśród polskich krów we wczesnej laktacji



1. Zawartości mACE i mBHB w mleku różnią się w okresie wczesnej laktacji

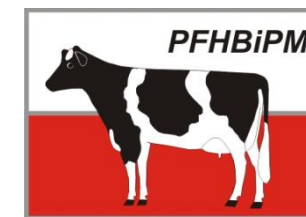


J. Dairy Sci. 104:12800–12815
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19734>

© 2021 American Dairy Science Association®. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. All rights reserved.

Characterization of ketolactia in dairy cows during early lactation

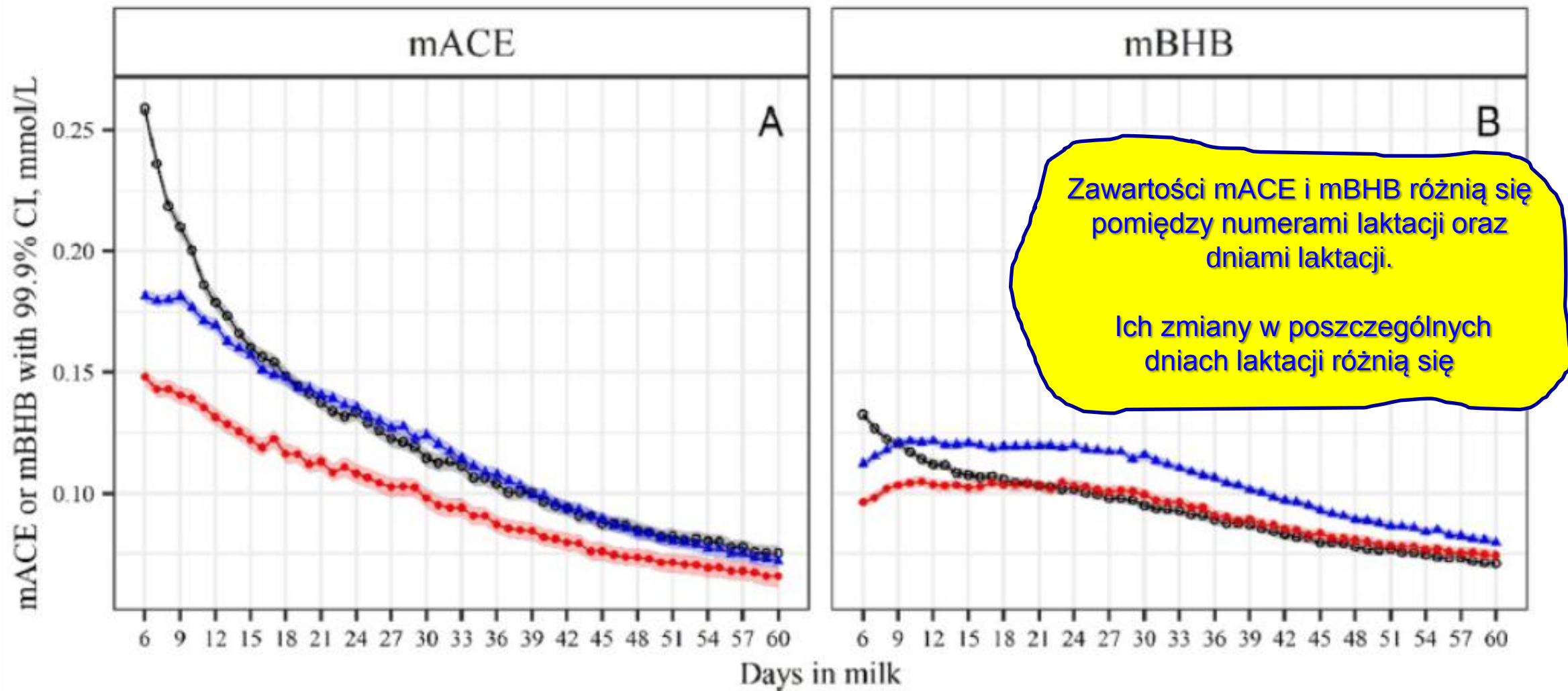
Z. M. Kowalski,^{1*} M. Sabatowicz,¹ J. Barć,¹ W. Jagusiak,² W. Młócek,³ R. J. Van Saun,⁴
and C. D. Dechow⁵



Polska Federacja Hodowców
Bydła i Producentów Mleka

- Dane z systemu oceny wartości użytkowej bydła prowadzonej w Polsce
- Zbiór danych > 3,8 mln prób mleka pobranych w okresie 4 lat (od 1. kwietnia, 2013 do 31. marca 2017),
z ~ 21 300 gospodarstw mlecznych (ze stad z 1–1 356 krów w stadzie, średnio 38.7 krowy/stado)

Hiperketolaktia u polskich krów



Średnie najmniejszych kwadratów zawartości mACE (A) i mBHB (B) w zależności od numeru laktacji (○ 1, ● 2, ▲ ≥3) i dni laktacji (6–60). Model zawiera wpływ numeru laktacji ($P < 0.001$), dni laktacji ($P < 0.001$) i ich interakcji ($P < 0.001$).

Hiperketolaktia u polskich krów

Zdrowe (**NKL**):

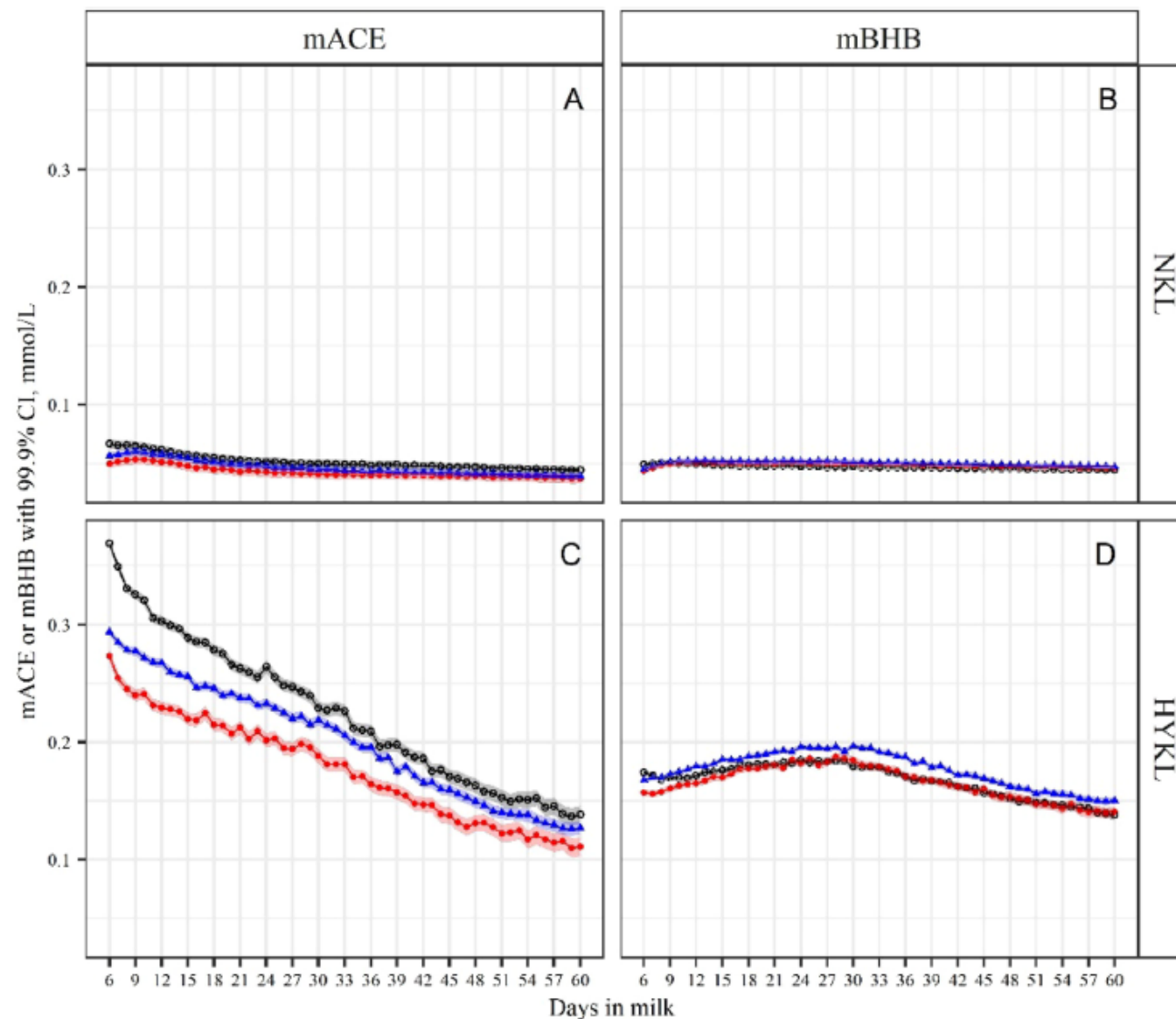
mACE < 0.15 mmol/L i

mBHB < 0.10 mmol/L

W stanie hiperketolaktii (**HYKL**):

mACE > 0.15 mmol/L lub

mBHB > 0.10 mmol/L



Dlaczego ?

2. Istnieją różne grupy próbek mleka pod względem ketolaktii

Istnieją próbki mleka, które można zakwalifikować do wyłącznie acetonowego typu hiperketolaktii (*acetone-alone type of hyperketolactia*)

Grupy ketolaktii

- Korzystając z wartości granicznych: $\text{mACE} \geq 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} \geq 0.10 \text{ mmol/L}$
de Roos i in., 2007

wydzielono

- Grupy ketolaktii
 - Zdrowe (**NKL**): $\text{mACE} < 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} < 0.10 \text{ mmol/L}$
 - w Hiperketolaktii (**HYKL**): $\text{mACE} > 0.15 \text{ mmol/L}$ lub $\text{mBHB} > 0.10 \text{ mmol/L}$
 - **HYKL_{ACE}**: $\text{mACE} \geq 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} < 0.10 \text{ mmol/L}$
 - **HYKL_{BHB}**: $\text{mACE} < 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} \geq 0.10 \text{ mmol/L}$
 - **HYKL_{ACEBHB}**: $\text{mACE} \geq 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} \geq 0.10 \text{ mmol/L}$

Hiperketolaktia

Table 3. Defined hyperketolactia status in milk samples collected in the 4-yr period from April 1, 2013 to March 31, 2017 from Polish Holstein-Friesian cows

Item	DIM		
	6–60	6–21	22–60
N milk samples	3,867,390	1,199,988	2,667,402
NKL, % of all samples ¹	67.7	57.0	72.4
HYKL, % of all samples ²	32.3	43.0	27.6
From first-lactation cows, % of all from first-lactation cows	30.2	43.9	24.1
From second-lactation cows, % of all from second-lactation cows	28.2	36.2	24.6
From $\geq$ third-lactation cows, % of all from $\geq$ third-lactation cows	35.4	46.4	32.1
HYKL _{ACEBHB} ³			
% of all samples	16.4	26.4	12.0
% of all hyperketolactic due to mACE or mBHB	50.8	61.3	43.4
HYKL _{BHB} ⁴			
% of all samples	13.3	11.8	14.1
% of all hyperketolactic due to mACE or mBHB	41.3	27.4	51.0
HYKL _{ACE} ⁵			
% of all samples	2.6	4.8	1.5
% of all hyperketolactic due to mACE or mBHB	7.9	11.3	5.6

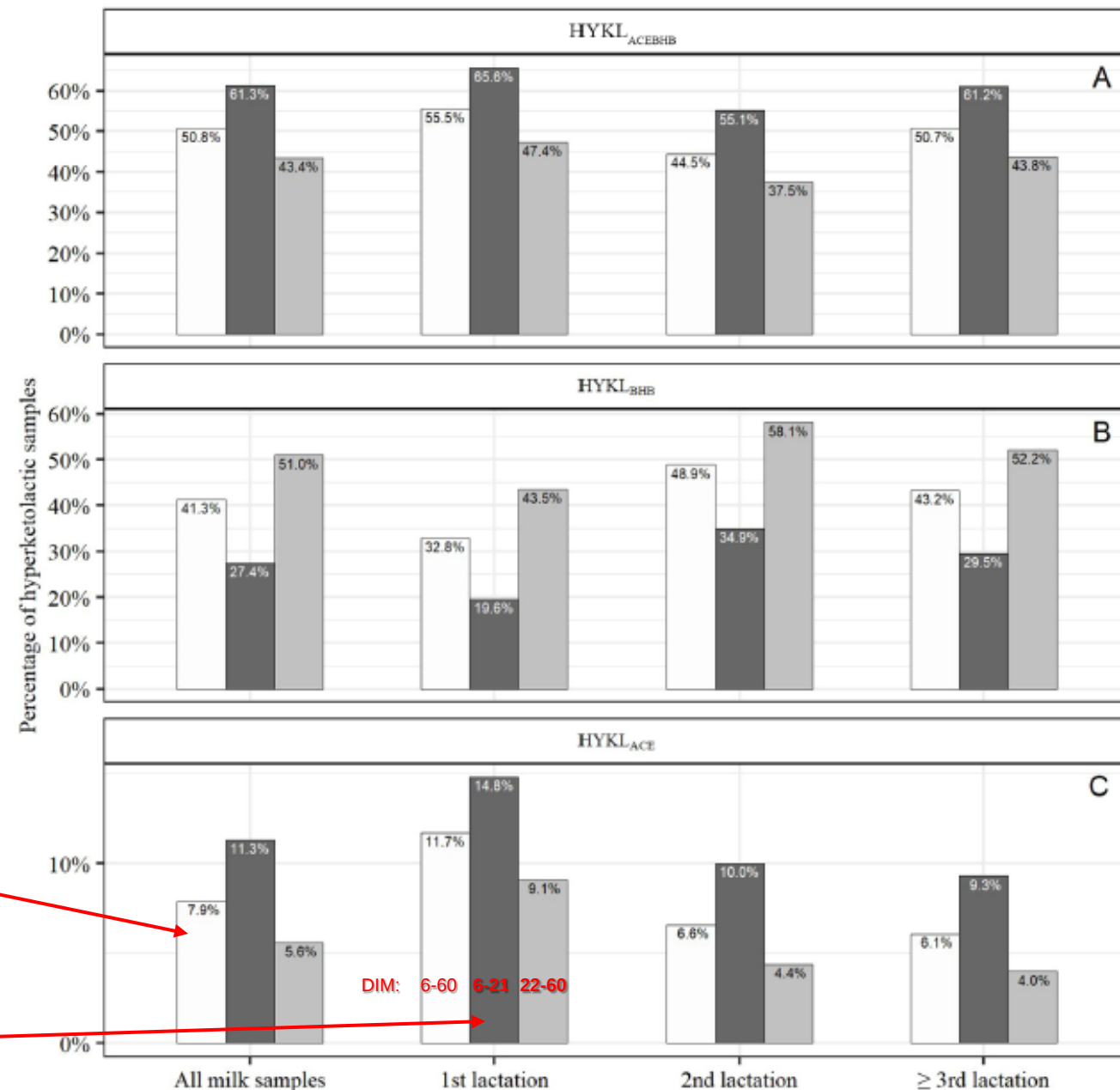
- 32.3% HYKL
- 43.0% w 6-21 dniu laktacji
- 27.6% w 22-60 dniu laktacji

- 7.9% HYKL z grupy HYKL_{ACE}
- 11.3% w 6-21 i 5.6% w 22-60 dniu laktacji

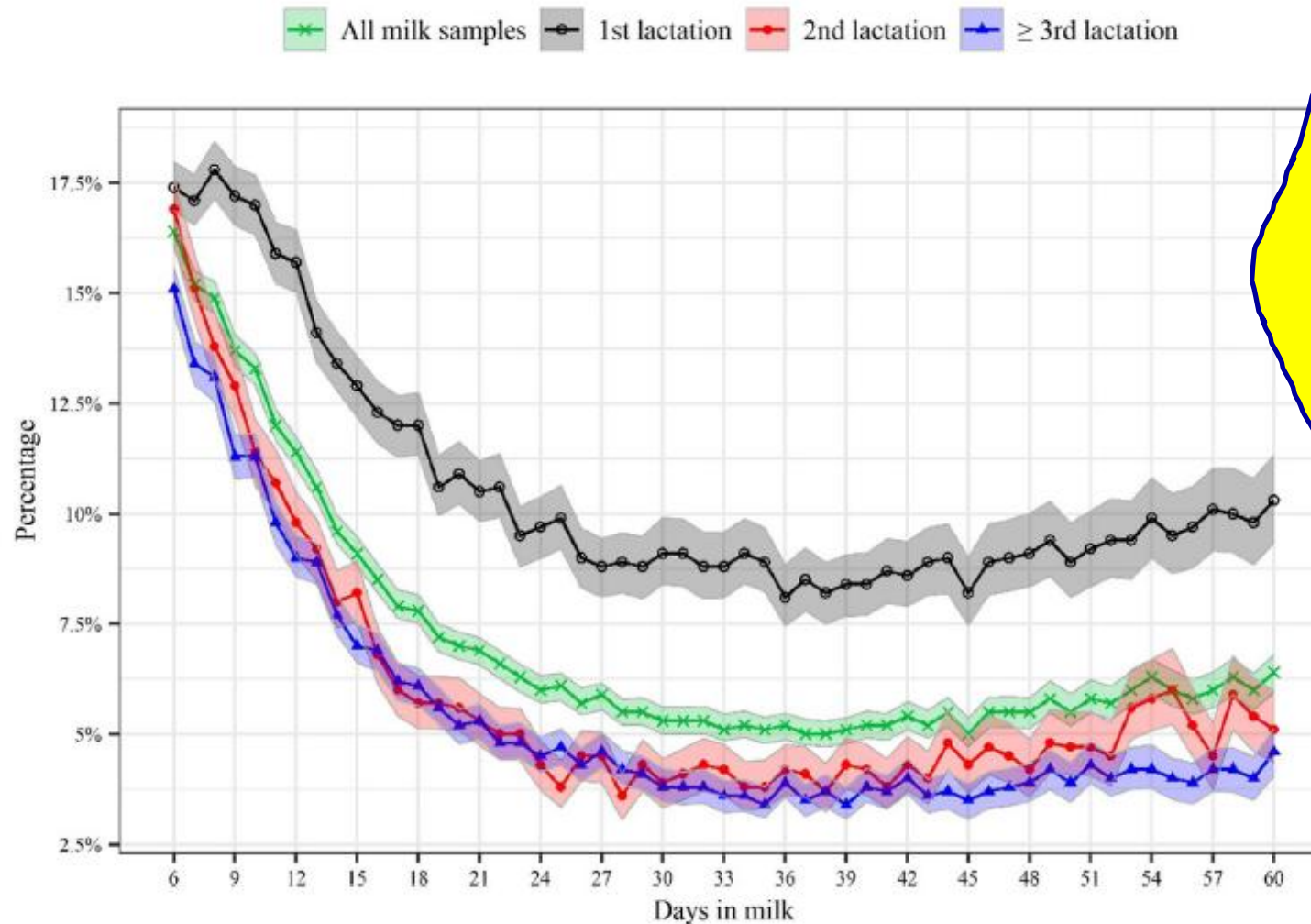
Hiperketolaktia

Stosując metodę FITR ~8%
hiperketolaktycznych prób mleka miało
podwyższony **mACE**, a jednocześnie nie
podwyższony **mBHB**

Więcej wśród pierwsiatek niż wieloródek,
zwłaszcza w 6-21 dniu laktacji (~15%)

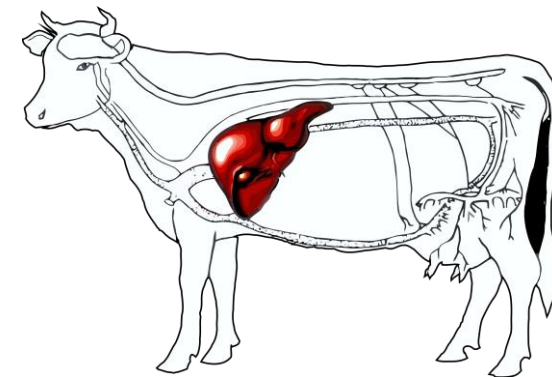


Próbki mleka HYKL_{ACE}, % HYKL w 6-60 dniu laktacji



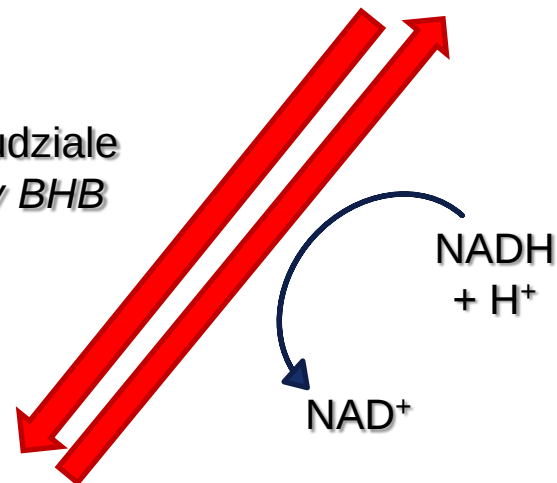
- Znacząca liczba ketotycznych krów nie może być diagnozowana za pomocą glukometru/ ketometru (*acetone-alone type hyperketolactia; HYKL_{ACE}*)
- Ten problem jest bardziej istotny u krów pierwsiastek





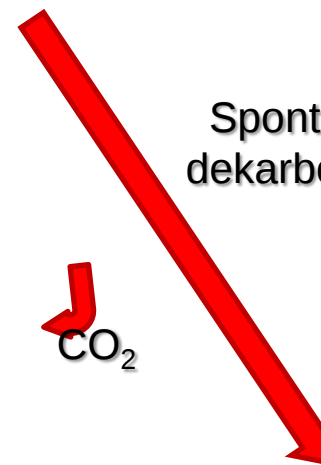
Kwas acetoocetowy

Redukcja przy udziale
dehydrogenazy BHB
(BDH)



β -hydroksymaślan (BHB)

Spontaniczna
dekarboksylacja



Aceton (ACE)



- Dlaczego więcej jest takich krów (HYKL_{ACE}) we wczesnej laktacji ?
- Dlaczego więcej w 1. laktacji ?

3. Hiperketolaktia jest związana z niższą wydajnością mleka i zmienionym jego składem

Zakres tych negatywnych zależności zależy od grupy ketolaktii



Badanie 1. – Cele

Określenie potencjalnych zależności pomiędzy statusem hiperketolaktii, określonej przez zawartość mACE i mBHB w mleku oznaczoną metodą FTIR, oraz numerem laktacji (1, 2, 3+), a

- wydajnością mleka i mleka skorygowanego na zawartość energii (ECM)
- zawartości i wydajnością tłuszczu, białka i laktozy

w okresie 6-60 dni laktacji krów rasy hf

Badanie 1. – Materiały i Metody

- Retrospekcyjne badanie prób mleka pobranych w Polsce w ramach systemu oceny wartości użytkowej bydła (PFHBiPM)
- ~5.0 milionów prób mleka pobranych w okresie od 2014 do 2019 r., od krów rasy hf
- Usunięto próbki z wartościami brakującymi lub odstającymi (za niskie lub za wysokie)
- Grupy ketolaktii: NKL, HYKL_{ACEBHB}, HYKL_{BHB}, HYKL_{ACE}

Badanie 1. – Wyniki

Średnie ogółem:

- Mleko: 31.4 ± 9.1 kg/d
- ECM: 33.8 ± 9.9 kg/d
- Tłuszcz: $4.11 \pm 0.96\%$
- Białko: $3.12 \pm 0.36\%$
- Laktoza: $4.78 \pm 0.23\%$

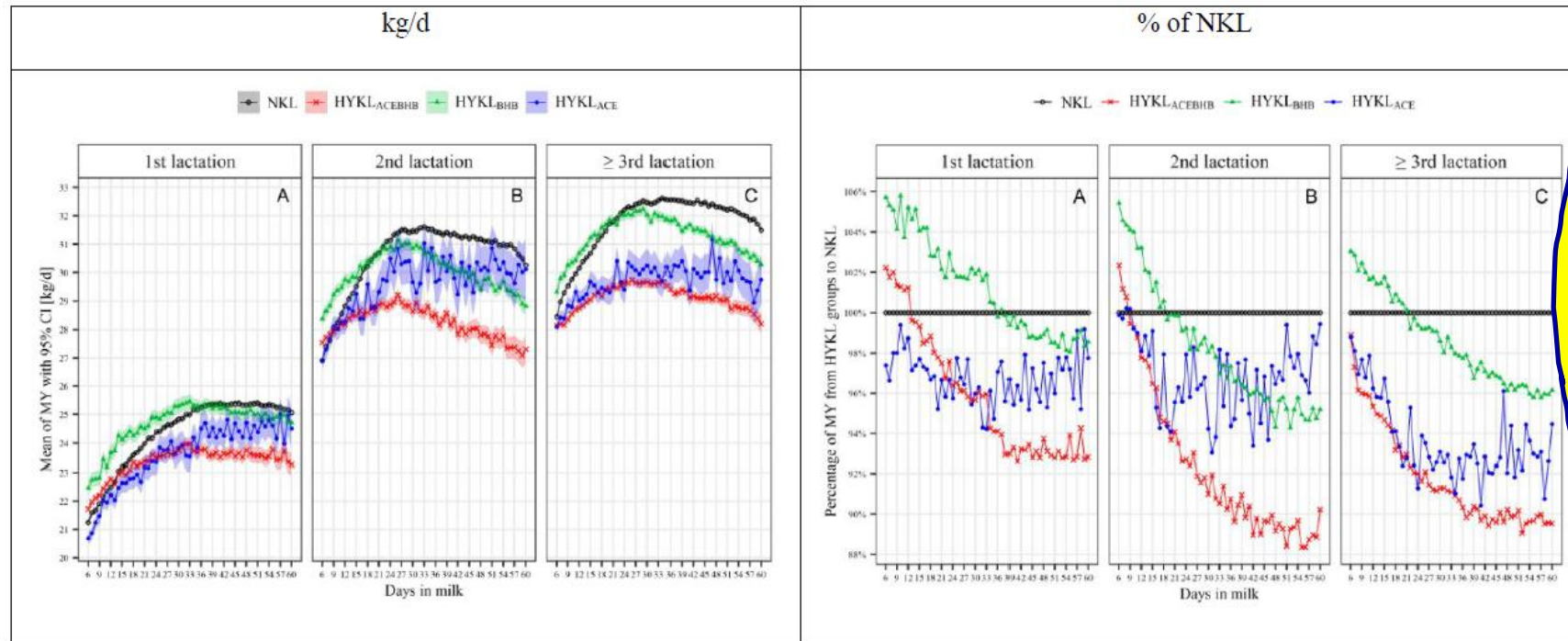
Ketolactia:

- 31.2% HYKL, w tym:
 - 52.6% $\text{HYKL}_{\text{ACEBHB}}$
 - 39.6% HYKL_{BHB}
 - 7.8% HYKL_{ACE}
- 11.7% HYKL_{ACE} u pierwsiastek

Bez względu na numer laktacji i dni laktacji, grupy ketolaktii różniły się w przypadku każdej badanej cechy ($P < 0.001$)

Badanie 1. – Wyniki

Wydajność mleka



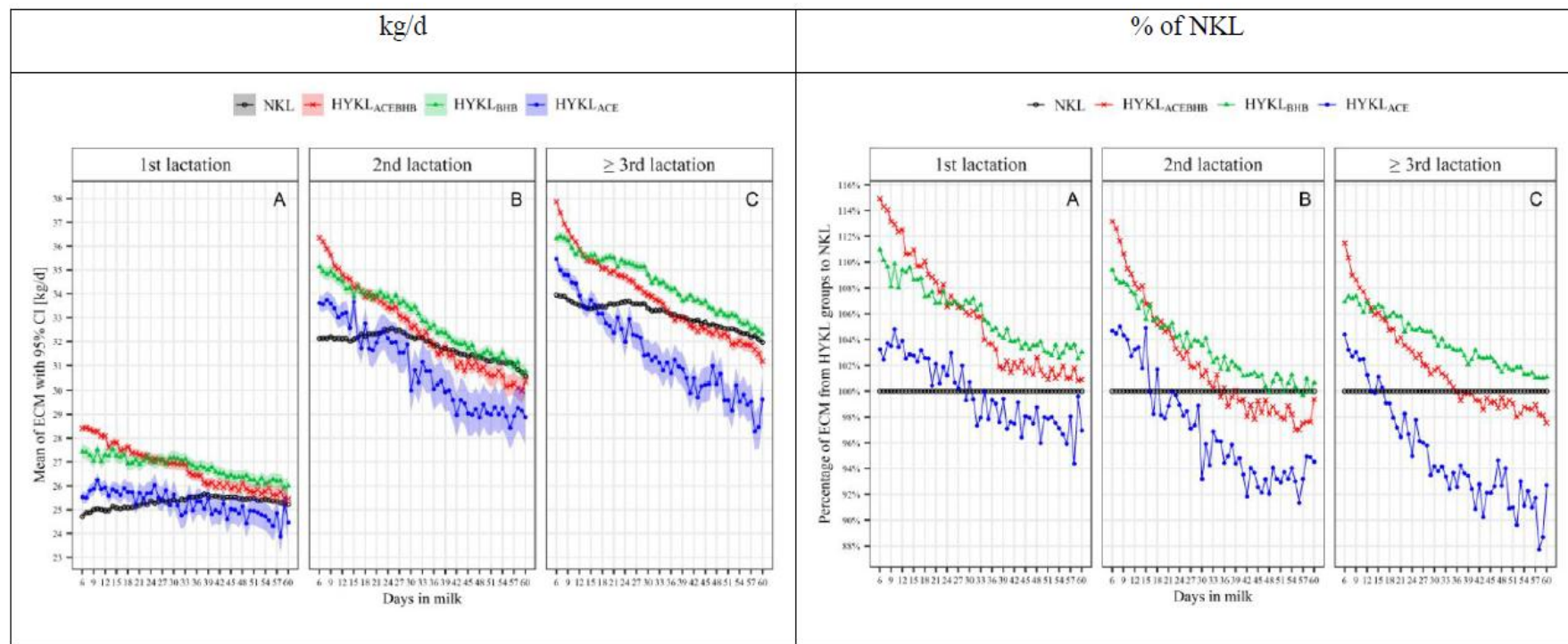
• Hiperketolaktia jest z reguły związana z niższą wydajnością mleka, bez względu na numer laktacji i grupę hiperketolaktii, but...

• *BHB-alone type hyperketolactia* (HYKL_{BHB}) jest związana z wyższą wydajnością mleka niż u krów zdrowych w ~6-30 dniach laktacji

• *Acetone-alone type hyperketolactia* (HYKL_{ACE}) jest związana z niższą wydajnością mleka

Badanie 1. – Wyniki

Wydajność mleka skorygowanego na zawartość energii (ECM)

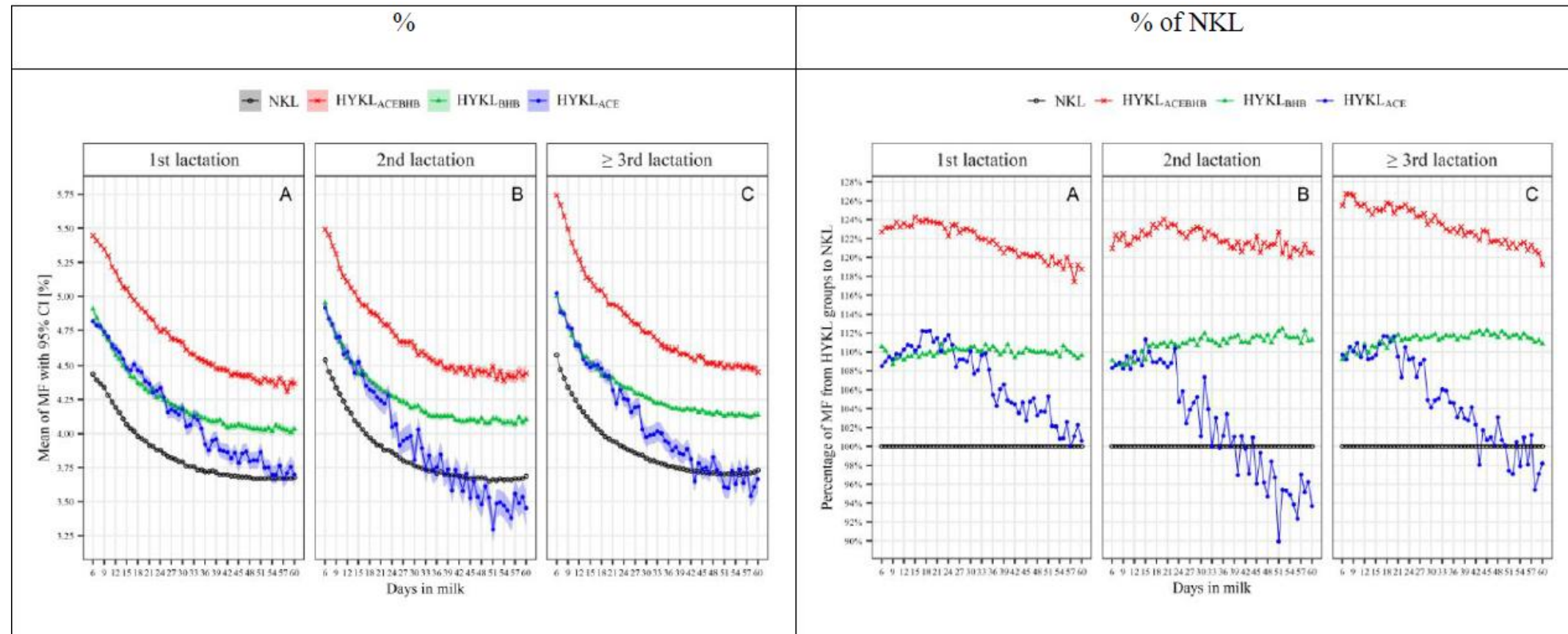


• Hiperketolaktyczne krowy, z wyjątkiem krów **HYKL_{ACE}** i **HYKL_{ACEBHB}** w 30-60 dniu laktacji, produkują z reguły więcej ECM niż zdrowe krowy

• **Acetone-alone type hyperketolactic (HYKL_{ACE})** krowy mają najniższą wydajność ECM; od około 10-20 dnia laktacji jest ona niższa niż u krów zdrowych

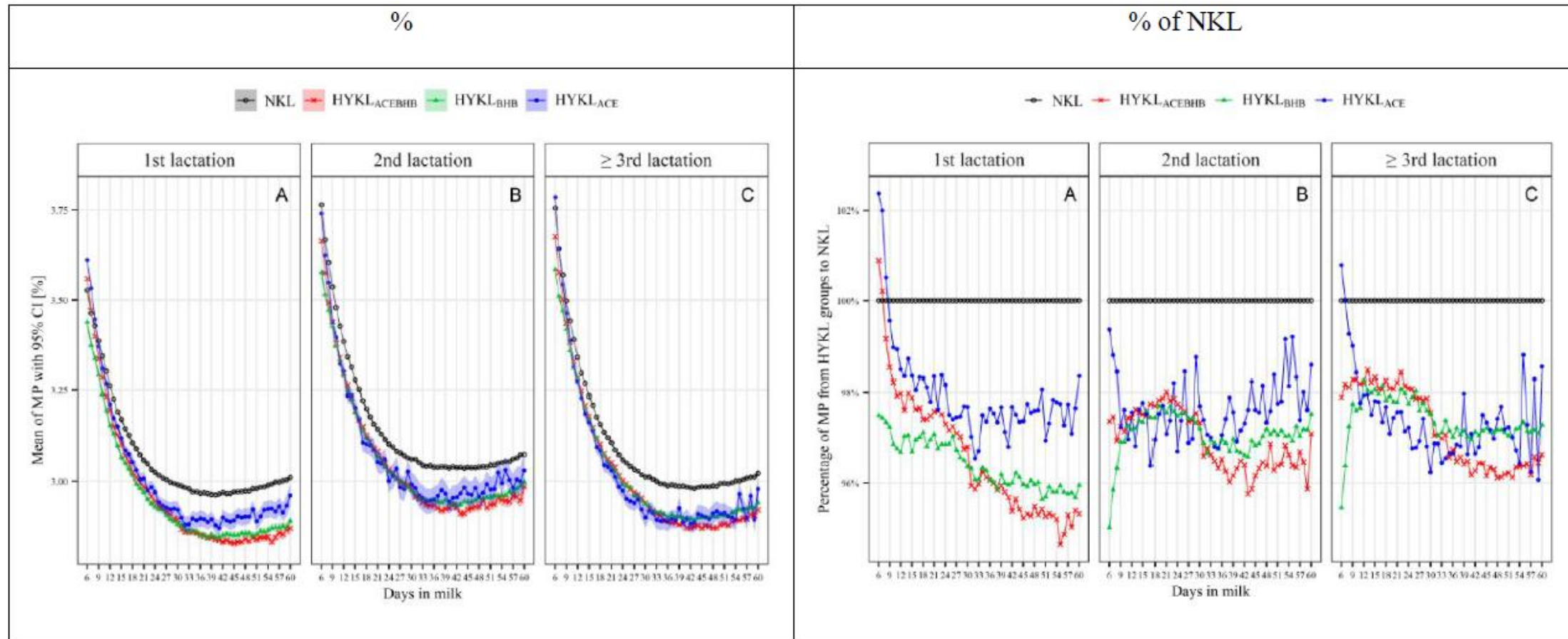
Badanie 1. – Wyniki

Zawartość tłuszczu w mleku, %



Badanie 1. – Wyniki

Zawartość białka w mleku, %



Badanie 1. – Wnioski

- Hiperketolaktia jest związana z mniejszą produkcją mleka i zmienionym składem mleka, niezależnie od numeru laktacji
- Zakres tych zależności zależy od stanu ketolaktii, zarówno w odniesieniu do zawartości BHB, jak i ACE w mleku
- Próbkę mleka z podwyższonymi zawartościami zarówno ACE, jak i BHB ($\text{HYKL}_{\text{ACEBHB}}$) są związane z największymi negatywnymi reakcjami produkcyjnymi
- Próbkę mleka z podwyższoną zawartością mACE, a jednocześnie bez podwyższonej zawartości mBHB (HYKL_{ACE}) pochodzą od krów o niższej wydajności w porównaniu z próbkami od krów zdrowych (NKL), co sugeruje możliwy zmieniony status metaboliczny związany z obecnością ACE



4. Czas występowania hiperketolaktii ma znaczenie



Badanie 2. – Cele

Określenie zależności pomiędzy terminem diagnozy hiperketolaktii (1. lub 2. dój kontrolny) u polskich krów rasy hf, będących w okresie wczesnej laktacji a ich wynikami produkcyjnymi i reprodukcyjnymi

Badanie 2. – Materiały i Metody

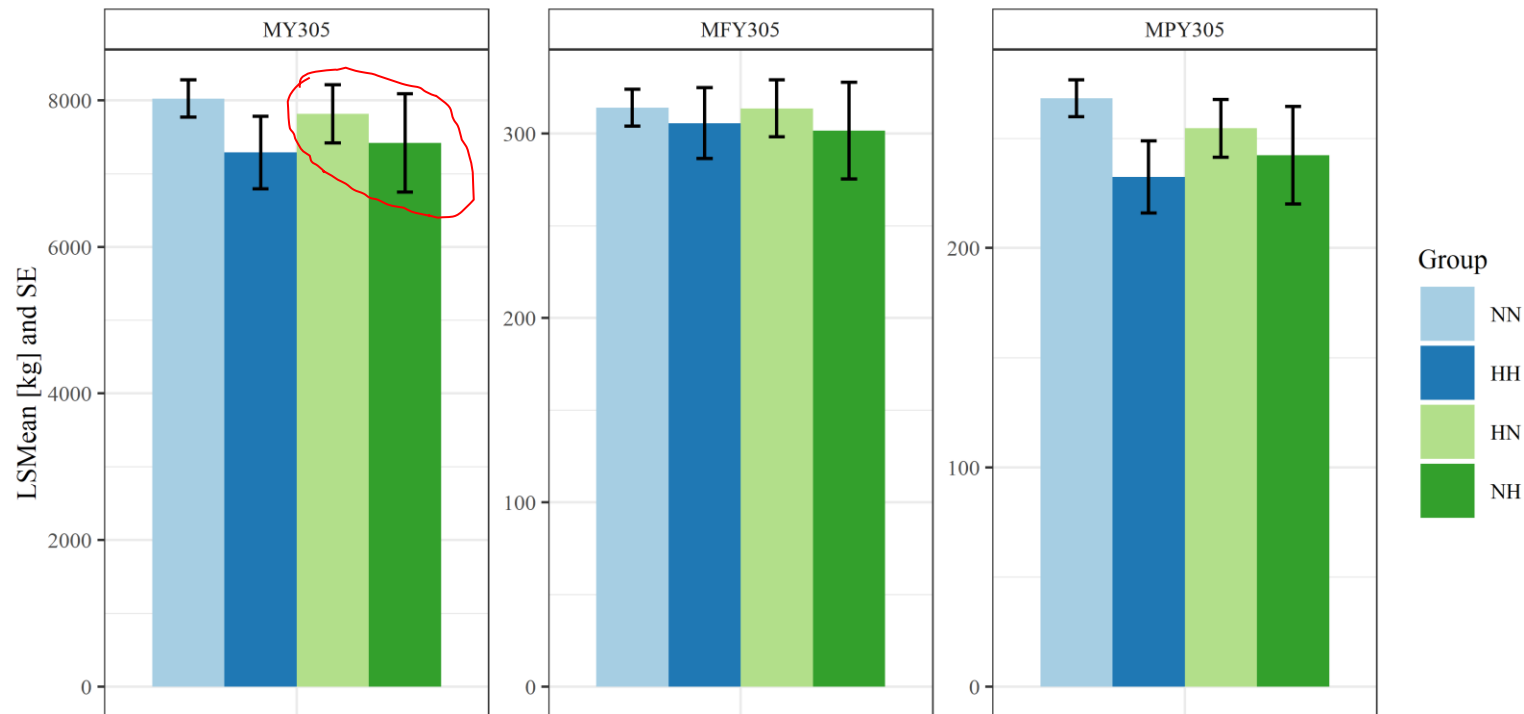
- Retrospekcyjne badanie prób mleka pobranych w Polsce w ramach systemu oceny wartości użytkowej bydła (PFHBiPM)
- ~5.0 mln prób mleka pobranych w latach 2014-2019 od krów rasy hf
- Usunięto próbki z wartościami brakującymi lub odstającymi (za niskie lub za wysokie)
- Grupy Ketolaktii:
 - Zdrowe (**NKL**): $\text{mACE} < 0.15 \text{ mmol/L}$ i $\text{mBHB} < 0.10 \text{ mmol/L}$
 - Hiperketolaktyczne (**HYKL**): $\text{mACE} \geq 0.15 \text{ mmol/L}$ lub $\text{mBHB} \geq 0.10 \text{ mmol/L}$

Badanie 2. – Materiały i Metody

- Status ketolaktii ustalano w 1. (1TD) i 2. doju kontrolnym (2TD); utworzono 4 kategorie:
 - nie podwyższona ketolaktia w 1TD i 2TD (NN),
 - nie podwyższona ketolaktia w 1TD i HYKL w 2TD (NH)
 - HYKL w 1TD i nie podwyższona ketolaktia w 2TD (HN)
 - HYKL w 1TD i 2TD (HH)

Badanie 2. – Wyniki

Wydajność mleka (MY), wydajność tłuszczu (MFY),
białka (MPY) w 305 d laktacji (kg)

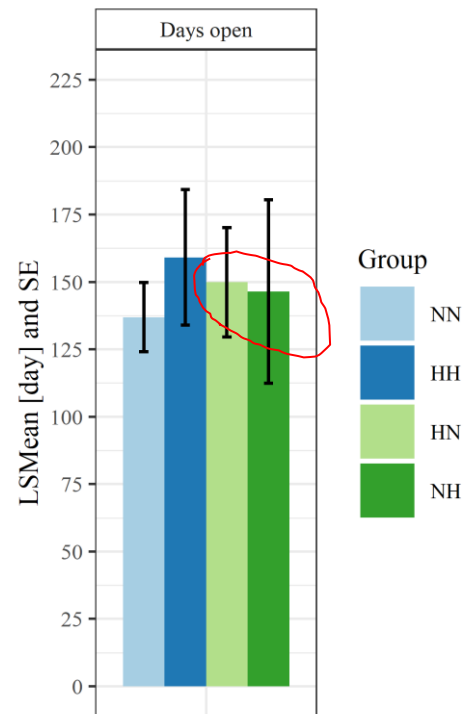


- Najgorzej gdy HYKL w 1TD i 2TD (HH)
- HYKL w 2TD (NH) gorzej niż w 1TD (HN)

$P < 0.001$

Badanie 2. – Wyniki

Okres międzyciążowy
(dni otwarte)



- Najgorzej gdy HYKL w 1TD i 2TD (HH)
- HYKL w 1TD (HN) gorzej niż gdy w 2TD (NH)

$P < 0.001$

Badanie 2. – Wyniki

HYKL_{ACE}

Class	MY			ECM		
	1TD	2TD	3TD	1TD	2TD	3TD
NN	31.7	33.2	31.8	34.3	33.8	32.8
H _A N	29.2	33.0	31.9	33.7	33.2	32.4
NH _A	31.7	31.7	32.1	33.7	31.6	31.9
H _A H _A	29.5	31.1	31.3	33.1	31.4	31.3

- *Acetone-alone type hyperketolactia* (HYKL_{ACE}) jest związana ze zmniejszoną o 2-3 kg dzienną wydajnością mleka, ale nie ECM
- Im wcześniej w laktacji tym gorzej ... ???

- NN – nie podwyższona ketolaktia w 1TD i 2TD
- H_AN – HYKL_{ACE} w 1TD i nie podwyższona ketolaktia w 2TD
- NH_A – nie podwyższona ketolaktia w 1TD i HYKL_{ACE} w 2TD
- H_AH_A – HYKL_{ACE} w 1TD i 2TD

Badanie 2. – Wnioski

- HYKL wiąże się z niższymi wynikami produkcyjnymi, ale zakres tych negatywnych relacji zależy od czasu wystąpienia (1TD lub 2TD)
- HYKL w 2TD była bardziej związana z niższą wydajnością mleka i ECM niż HYKL w 1TD. Przeciwnie, HYKL w 1TD był bardziej niż w 2TD związany ze słabym rozrodem
- ... ale, im $HYKL_{ACE}$ występuje wcześniej w laktacji, tym gorzej dla wydajności mleka ???



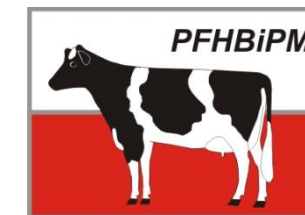
- Zawartości mACE i mBHB różnią się w poszczególnych dniach okresu wczesnej laktacji
- Istnieją różne grupy ketolaktii
- Około 8% próbek mleka hiperketolaktycznego miało podwyższone zawartości mACE bez podwyższonego mBHB. Najczęściej takie próbki mleka pochodzą od pierwiastek będących w 6-21 dniu laktacji (~15%)



- Hiperketolaktia wiąże się z mniejszą produkcją mleka i zmienionym składem mleka, ale zakres tych negatywnych skutków zależy od grupy ketolaktii
- Ważny jest czas wystąpienia hiperketolaktii – występująca w 2TD jest bardziej niż w 1TD związana z wydajnością mleka, ale ta występująca w 1TD była bardziej niż 2TD związana ze słabym rozrodem



Marta Sabatowicz ¹
Justyna Barć ¹
Wojtek Młoczek ¹
Wojtek Jagusiak ¹
Robert J. Van Saun ²
Chad Dechow ²
Krzysztof Słoniewski ³
Mauro Spanghero ⁴
Maciek Kowalski ¹



Polska Federacja Hodowców
Bydła i Producentów Mleka



¹ University of Agriculture, Krakow, Poland

² Pennsylvania State University

³ Polish Federation of Cattle Breeders and Dairy Farmers

⁴ University of Udine, Italy

Dziękuję za uwagę !

