

mgr inż. Joanna Soraja Tumanowicz

Dziedzina: nauki rolnicze

Dyscyplina: zootechnika

Data otwarcia przewodu doktorskiego: 26.09.2013 rok.

Temat: Zmiany profilu fermentacji żwaczowej w zależności od udziału suszonego wywaru kukurydzy w dawce pokarmowej krów w okresie okołoporodowym

Promotor: prof. dr. hab. Andrzej Zachwieja

Promotor pomocniczy: dr hab. Dorota Miśta

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Anna Sawa, dr hab. Ewa Czerniawska-Piątkowska, prof. nadzw.

#### Streszczenie

Zmiany profilu fermentacji żwaczowej w zależności od udziału suszonego wywaru kukurydzy w dawce pokarmowej krów w okresie okołoporodowym

Doświadczenie miało na celu określenie wpływu substytucji części składników paszy treściwej lub objętościowej, w dawce pokarmowej dla krów mlecznych w okresie okołoporodowym, suszonym wywarem z kukurydzy (DDGS) na fermentację żwaczową w warunkach *in vivo* oraz *in vitro*.

Badania *in vivo* przeprowadzono w dwóch stadach bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej o zróżnicowanym systemie utrzymania oraz żywienia: stado 1 (doświadczenie I) – system utrzymania uwięziowy i żywienie TMR, stado 2 (doświadczenie II) – system utrzymania wolnostanowiskowy i żywienie tradycyjne.

Zwierzęta podzielono na cztery grupy po 15 sztuk: K – grupa kontrolna; D1 – zwierzęta żywione zmodyfikowaną dawką pokarmową z udziałem DDGS z kukurydzy w ilości 10% suchej masy dawki; D2 – udział DDGS zwiększony do ilości 15% s.m. dawki; D3 – udział DDGS zwiększony do ilości 20% s.m. dawki. Materiał do badań stanowił płyn żwaczowy, który pobierano od krów przy użyciu sondy dożwaczowej, na 3 tygodnie przed planowanym porodem, bezpośrednio po porodzie oraz w 10 dniu laktacji.

W części *in vitro* skomponowano mieszanki paszy treściwej (doświadczenie I) lub objętościowej (doświadczenie II) ze zwiększającym się udziałem DDGS. Mieszanki te służyły jako substraty w przeprowadzonej fermentacji treści zwacza metodą *in vitro*. Substrat kontrolny (K) zawierał te same składniki paszy treściwej lub objętościowej, co podstawowa dawka pokarmowa w doświadczeniu *in vivo*. Substraty D1, D2, i D3 zostały tak skomponowane, by udział DDGS stanowił odpowiednio 10, 20 i 30% w s.m. całej dawki pokarmowej. Substrat D4 składał się całkowicie z DDGS. Pomiarów dokonywano w 4., 8. i 24. godzinie fermentacji *in vitro*.

W części *in vivo* jak i *in vitro* w próbkach płynu zwaczowego oznaczono całkowite stężenie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT), stężenia molowe kwasu octowego, kwasu propionowego, kwasu masłowego, kwasu walerianowego, kwasu kapronowego oraz izokwasów. Obliczono współczynnik utylizacji LKT (NGR), wydajność fermentacji (FE) oraz stosunki kwasów: octowego do propionowego (A:P) i propionowego do masłowego (P:B). Ponadto określono ogólną liczbę bakterii, pH treści zwacza oraz stężenie amoniaku. W części doświadczenia *in vitro* także oznaczono poziom długołańcuchowych kwasów tłuszczowych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że pod wpływem DDGS w doświadczeniu I *in vivo*: stężenie molowe kwasu octowego uległo zmniejszeniu w grupie D1 i D2 ( $P < 0,001$ ), stężenie molowe kwasu propionowego wzrosło w grupie D1 i D2 ( $P < 0,001$ ). Ponadto doszło do zwiększenia stężenia molowego izokwasów – kwasu izomasłowego ( $P < 0,05$ ) i kwasu izowalerianowego ( $P < 0,001$ ) w grupie D1, a także kwasu walerianowego w grupie D1, D2 ( $P < 0,001$ ) i D3 ( $P < 0,05$ ). Stwierdzono zmniejszenie współczynnika NGR w grupie D1, D2 i D3 ( $P < 0,001$ ). Doszło do wzrostu FE w grupie D1 i D2 ( $P < 0,001$ ), A:P uległ zmniejszeniu w grupach D1, D2, D3 ( $P < 0,001$ ), a P:B zwiększył się w grupie D2 ( $P < 0,05$ ). Stwierdzono wzrost ogólnej liczby bakterii w grupie D2 ( $P < 0,05$ ) i zmniejszenie w grupie D3 ( $P < 0,001$ ).

W oparciu o rezultaty doświadczenia I *in vitro* stwierdzono: spadek całkowitego stężenia LKT ( $P < 0,05$ ) oraz zmniejszenie zawartości kwasu izomasłowego ( $P < 0,001$ ) i izowalerianowego ( $P < 0,05$ ) w wyniku fermentacji substratu D4. Odnotowano spadek ogólnej liczby bakterii przy substracie D1, D2, D3 ( $P < 0,001$ ) i D4 ( $P < 0,05$ ). Stężenie amoniaku spadło przy substracie D2 ( $P < 0,05$ ), D3 i D4 ( $P < 0,001$ ).

Stwierdzono także spadek poziomu kwasu palmitynowego ( $P < 0,001$ ) i ALA ( $P < 0,001$ ) w przypadku substratu D4, zwiększenie stężenia kwasu arachidowego przy substracie D3 ( $P < 0,05$ ), kwasu oleinowego w przypadku substratu D3 ( $P < 0,05$ ) i substratu D4 ( $P < 0,001$ ), kwasu oktadekadienowego ( $P < 0,05$ ) i kwasu arachidonowego ( $P < 0,001$ ) przy substracie D4.

Uzyskane wyniki w doświadczeniu II *in vivo* pozwoliły stwierdzić, że stężenie procentowe kwasu octowego w grupie D3 uległo istotnemu wzrostowi ( $P < 0,001$ ), a kwasu masłowego spadkowi w grupie D2 ( $P < 0,05$ ) i w grupie D3 ( $P < 0,001$ ). Poziom kwasu izowalerianowego zmniejszył się w grupie D2 ( $P < 0,05$ ) i w grupie D3 ( $P < 0,001$ ), a kwasu walerianowego w grupach D1, D2 i D3 ( $P < 0,001$ ). Odnotowano wzrost NGR ( $P < 0,001$ ), zmniejszenie FE ( $P < 0,001$ ) oraz zwiększenie stosunku A:P ( $P < 0,001$ ) i P:B w grupie D3 ( $P < 0,05$ ). W grupie D3 stwierdzono również zmniejszenie pH płynu żwaczowego ( $P < 0,001$ ).

W doświadczeniu II *in vitro* stwierdzono istotny spadek stężenia molowego kwasu octowego ( $P < 0,001$ ) oraz wzrost zawartości kwasów: propionowego ( $P < 0,001$ ) i izowalerianowego ( $P < 0,05$ ) w przypadku fermentacji substratu D4 ( $P < 0,001$ ).

Doszło do obniżenia NGR i stosunku A:P natomiast stosunek P:B uległ zwiększeniu przy fermentacji substratu D4 ( $P < 0,001$ ).

Pod wpływem DDGS zmniejszyło się również stężenie kwasu palmitynowego ( $P < 0,001$ ) i ALA ( $P < 0,001$ ) w przypadku substratu D4, natomiast stwierdzono wzrost kwasu oleinowego przy substracie D3 ( $P < 0,05$ ) i substracie D4 ( $P < 0,001$ ) i kwasu arachidonowego również w przypadku substratu D4 ( $P < 0,001$ ).

Oba doświadczenia wykazały, że wprowadzenie DDGS jako substytut części składników paszy treściwej lub paszy objętościowej nie spowodowały negatywnych zmian w profilu fermentacji żwaczowej u krów mlecznych w okresie okołoporodowym. Najkorzystniejsze zmiany stwierdzono w doświadczeniu I przy wprowadzeniu DDGS w zamian za część składników paszy treściwej.

## Abstract

### The Influence of Corn-Derived Dried Distillers Grains with Solubles (DDGS) Additive in the Diet of Dairy Cows in Perinatal Period on Ruminal Fluid Fermentation

The aim of the study was to evaluate the effects of partial replacement for concentrate or forage by corn-derived DDGS in the diet for dairy cows in perinatal period in *in vivo* and *in vitro* conditions on ruminal fluid fermentation.

The study was conducted on two cattle herds of Polish Holstein-Friesian breed in different maintenance and feeding systems: herd one (experiment I) - tether housing and TMR feeding; second herd (experiment II) – loose housing and traditional feeding. Animals were divided into four groups consisting of fifteen head each; K – forming control group; D1 – 10% of DDGS in DM, D2 – 15% of DDGS in DM, D3 – 20% of DDGS in DM. In *in vivo* and *in vitro* tests the ruminal fluids from cows were used. The samples were collected using cannula, three weeks before calving, directly after calving and in 10<sup>th</sup> day of lactation. The substrates for the *in vitro* study were formulated based on the concentrate (experiment I) or forage volume (experiment II) with increased DDGS participation. The control substrate (K) contained the same ingredients as the concentrate or forage in the base diet from *in vivo* study. The D1, D2 and D3 substrates were composed that DDGS content constituted, respectively of 10, 20 or 30 per cent of DM of the diet. The D4 substrate was entirely composed of DDGS. Measurements were made in 4<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> hour of the *in vitro* fermentation.

In both experiments, *in vivo* and *in vitro*, in samples of ruminal fluid the following indicators were measured: total VFA concentration, molar proportions of acetate, propionate, butyrate, valerate and iso-acids. Moreover, the VFA utilization index (NGR), fermentation efficiency (FE), acetate:propionate and propionate:butyrate ratios (VFA ratio, A:P, P:B), ammonia concentration, bacteria, pH were assessed. Additionally, long chain fatty acids concentration in the *in vitro* part of the study was measured.

In the first experiment, *in vivo*, DDGS presence in diet decreased molar proportion of acetate in D1 group and in D2 group ( $P < 0,001$ ). Molar proportion of propionate increased in D1 group and similarly in D2 group ( $P < 0,001$ ). Moreover, molar proportions of isobutyrate ( $P < 0,05$ ) and isovalerate ( $P < 0,001$ ) increased in D1 group, also valerate increased in both, D1

and D2 groups ( $P < 0,001$ ) as well as D3 group ( $P < 0,05$ ). There was a reduction of NGR due to the corn DDGS inclusion in the diet in D1, D2 and D3 groups ( $P < 0,001$ ). FE increased in groups D1 and D2 ( $P < 0,001$ ).

A drop of A:P in groups D1, D2, D3 ( $P < 0,001$ ) was observed. P:B increased in D2 group ( $P < 0,05$ ). The quantity of bacteria increased in D2 group ( $P < 0,05$ ) and diminished in D3 group ( $P < 0,001$ ).

In the first experiment, *in vitro*, inclusion of DDGS in substrates diminished the total VFA concentration ( $P < 0,05$ ) and the proportions of isobutyrate ( $P < 0,001$ ) and isovalerate ( $P < 0,05$ ) decreased in D4 substrate. The quantity of bacteria significantly decreased in substrates D1, D2, D3 ( $P < 0,001$ ) as well as in substrate D4 ( $P < 0,05$ ). The ammonia concentration diminished in substrates D2 ( $P < 0,05$ ), D3 and D4 ( $P < 0,001$ ).

The inclusion of DDGS in substrates affected the proportions of long chain fatty acids: a decrease in palmitic acid proportions ( $P < 0,01$ ) and ALA proportions ( $P < 0,001$ ) both in D4 substrate, increase in arachidic acid proportions in D3 substrate ( $P < 0,05$ ), oleic acid also in D3 substrate ( $P < 0,05$ ) and in D4 substrate ( $P < 0,001$ ), octadecadienoic acid ( $P < 0,05$ ) and arachidonic acid in D4 substrate ( $P < 0,001$ ) were found.

In the second experiment, *in vivo*, the inclusion of corn DDGS significantly increased in molar proportions of acetate in D3 group ( $P < 0,001$ ), while butyrate proportions declined in D2 group ( $P < 0,05$ ) and in D3 group ( $P < 0,001$ ). The proportions of isovalerate decreased in D2 group ( $P < 0,05$ ) and in D3 group ( $P < 0,001$ ), similarly a decrease in the proportions of valerate in groups D1, D2 and D3 ( $P < 0,001$ ) was observed. There was an increase in NGR in D3 group ( $P < 0,001$ ), decrease in FE in D3 group ( $P < 0,001$ ). Moreover, an increase in A:P ( $P < 0,001$ ) and P:B ( $P < 0,05$ ) in group D3 was observed. The pH was diminished in D3 group ( $P < 0,001$ ) by the inclusion of DDGS.

In the second experiment, *in vitro*, inclusion of adding DDGS reduced the molar proportions of acetate in D4 substrate ( $P < 0,001$ ). The proportions of propionate increased in D4 substrate ( $P < 0,001$ ). The increase in molar proportions of isovalerate in D4 substrate ( $P < 0,05$ ) was found. The NGR was diminished by adding DDGS in D4 substrate ( $P < 0,001$ ). There was a decreased in A:P after the fermentation of D4 substrate ( $P < 0,001$ ), while P:B increased in D4 substrate ( $P < 0,001$ ).

The inclusion of corn DDGS diminished the proportions of palmitic acid ( $P < 0,001$ ) and proportions of ALA ( $P < 0,001$ ), both after fermentation of D4 substrate. There was an increase in proportions of oleic acid in D3 substrate ( $P < 0,05$ ) and in D4 substrate ( $P < 0,001$ ). An increase in proportions of arachidonic acid in D4 substrate ( $P < 0,001$ ) was observed.

The results of both experiments showed that corn DDGS inclusion as a partial substitute for concentrate or forage does not have deleterious effects on ruminal fermentation profile for dairy cows in perinatal period, however in the first experiment the most acceptable changes were observed.

Joana Tomazini