Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022300382X

J. Dairy Sci. 106
https://doi.org/10.3168/jds.2022-23063
© 2023, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Physical effectiveness of corn silage fractions stratified with the Penn State Particle Separator for lactating dairy cows

F. A. Piran Filho,[1] J. M. Bragatto,[1] C. S. Parra,[1] S. M. S. Silva,[1] P. J. Roco,[1] L. F. Ferraretto,[2] M. N. Pereira,[3] and J. L. P. Daniel[1]*
[1]Department of Animal Science, State University of Maringa, Maringa, PR, Brazil, 87020-900
[2]Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin, Madison, WI 53706
[3]Department of Animal Sciences, University of Lavras, Lavras, MG, Brazil, 37200-900

اثربخشی فیزیکی بخش‌های سیلوی ذرت طبقه‌بندی شده با الک ذرات Penn State برای گاوهای شیرده

این مطالعه اثربخشی فیزیکی ذرات سیلوی ذرت کامل (CS) طبقه بندی شده با الک ذرات Penn State، متشکل از الک با قطر ۱۹ و ۸ میلی متر و یک سینی، را برای گاوهای شیرده ارزیابی کرد. هشت گاو هلشتاین (۲۷.۶ کیلوگرم در روز شیر، ۶۱۱ کیلوگرم وزن بدن، ۱۵۲ روز شیردهی) به دو مربع ۴ × ۴ لاتین (دوره های ۲۲ روزه، سازگاری ۱۶ روزه) اختصاص داده شدند، جایی که یک مربع با گاوهای کانولا شده در شکمبه تشکیل شد. سه بخش ذرات سیلوی ذرت جدا شده با استفاده از الک‌های با قطر ۸ و ۱۹ میلی‌متر به صورت دستی در بشکه های ۲۰۰ لیتری مجددا سیلو شدند. ۴ جیره آزمایشی (٪ ماده خشک) بودند: (۱) CON (شاهد): ۱۷٪ فیبر شوینده خنثی علوفه ای (NDF) از سیلوی ذرت (علوفه پایه)، ۳۱.۵ نشاسته، و ۳۱.۹٪ (2) PSPan NDF : ۱۷٪ NDF علوفه ای از سیلوی ذرت + ۹٪ NDF از ذرات CS <8 میلی متر، ۲۵.۹٪ نشاسته، و ۳۷.۹٪ (۳ PS8 : ۱۷٪ NDF از سیلوی ذرت + ۹٪ NDF از ذرات سیلوی ذرت بین ۸ تا ۱۹ میلی متر، ۲۵.۵٪ نشاسته، و ۳۸.۳٪ NDF و (۴) PS19 : ۱۷٪ NDF از سیلوی ذرت + ۹٪ NDF از ذرات CS> 19 میلی متر، ۲۴.۹٪ نشاسته، و ۳۸.۸٪ NDF. گاوهای تغذیه شده با PS8 مصرف ماده خشک و تولید شیر تصحیح شده با انرژی (به ترتیب ۲۲.۴ و ۲۶.۹ کیلوگرم در روز) بیشتری نسبت به گاوهای تغذیه شده با CON (۲۰.۸ و ۲۴.۷ کیلوگرم در روز) و PS19 (۲۱.۲ و ۲۴.۸ کیلوگرم در روز) داشتند، اما تفاوتی بین PSPan (۲۱.۶ و ۲۵.۸ کیلوگرم در روز) و سایر تیمارها مشاهده نشد. غلظت چربی شیر برای PS8 بیشتر از CON بود، با مقادیر متوسط برای PSPan و PS19. تولید چربی شیر برای گاوهای تغذیه شده با PS8 بیشتر از CON و PS19 بود، و گاوهایی که با PSPan تغذیه شده بودند چربی بیشتری نسبت به گاوهای CON ترشح کردند اما با گاوهایی که با ۲ جیره دیگر تغذیه شدند تفاوتی نداشتند. گاوهایی که با CON تغذیه می‌شوند نسبت به گاوهایی که با PSPan تغذیه می‌شوند، تعداد وعده‌های غذایی کمتری داشتند، نسبت به PS8 زمان وعده‌های

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

غذایی و نشخوار کوتاه‌تر، و اندازه وعده غذایی بیشتر و میزان نشخوار و جویدن کمتری نسبت به ۳ جیره دیگر داشتند. کل جویدن در واحد NDF برای PS8 بیشتر از PSPan بود، اگرچه هیچ یک از تیمارها با CON یا PS19 تفاوت نداشت. گاوهای تغذیه شده با PS19 نسبت به گاوهایی که با CON و PSPan تغذیه شده بودند، از ذرات خوراک > ۱۹ میلی متر امتناع بیشتری داشتند. جداسازی به ضرر NDF و NDF هضم نشده به نفع نشاسته برای PS19 بیشتر از سایر تیمارها بود. گاوهای تغذیه شده با PS19 نسبت بیشتری از بولوس بلعیده شده و گوارش شکمبه با ذرات >۱۹ میلی متر نسبت به ۳ جیره دیگر داشتند. گاوهای تغذیه شده با CON کمترین pH شکمبه و بیشترین غلظت لاکتات را نسبت به ۳ جیره دیگر داشتند. لیپوپلی ساکارید پلاسما برای گاوهای تغذیه شده با CON و PSPan نسبت به گاوهای تغذیه شده با PS8 و PS19 بیشتر بود و D-لاکتات سرم در PSPan نسبت به CON و PS8 کمتر بود. به طور خلاصه، گنجاندن بخش های سیلوی ذرت در جیره ای با فیبر علوفه ای کم (CON) علائم اسیدوز شکمبه را کاهش داد. در مقایسه با NDF سیلوی ذرت 8> و > ۱۹ میلی متر، NDF سیلوی ذرت با طول ۸ تا ۱۹ میلی متر، سلامت شکمبه و عملکرد گاوهای شیری را ارتقا داد. این نتایج اهمیت تنظیم برداشت سیلوی ذرت و فرموله کردن جیره های گاو شیری بر اساس نسبت ذرات باقی مانده بین الک های ۸ و ۱۹ میلی متری را برجسته می کند.

تغذیه بخش های مختلف اندازه ذرات سیلوی ذرت دسته بندی شده با الک پنسیلوانیا اثرات متفاوتی بر ماده خشک مصرفی، هضم، متابولیت های خون، تولید شیر و ترکیب داشت. گنجاندن بخش های سیلوی ذرت در جیره با فیبر علوفه ای کم علائم SARA را کاهش داد. نشخوار در هر کیلوگرم DM و pH شکمبه تا حدی اثربخشی fNDF را نشان می دهد، حتی زمانی که ذرات سیلوی ذرت کوچکتر از ۸ میلی متر هستند، اما جویدن کل در هر کیلوگرم NDF و LPS خون نشان می دهد که NDF ذرات سیلوی ذرت کوچکتر از ۸ میلی متر از NDFسیلوی ذرت ذرات ۸ تا ۱۹ میلی متری کمتر مؤثر است. با این حال، در مقایسه با ذرات سیلوی ذرت ۸ تا ۱۹ میلی‌متر، ذرات سیلوی ذرت > ۱۹ میلی‌متر تولید شیر و اجزا و جویدن کل را کاهش داد و جداسازی را در برابر ذرات بلند و NDF جیره ارتقا داد. این نتایج نشان می‌دهد که این بخش باید با احتیاط در هنگام تخمین اثربخشی فیزیکی سیلوی ذرت برای گاوهای شیری در نظر گرفته شود و برای فرمولاسیون جیره فقط در ترکیب با اندازه‌گیری‌های مرتب‌سازی مکرر استفاده شود. تحقیقات بیشتر با سیلوی ذرت تغذیه شده در ترکیب با سایر علوفه های متفاوت در اندازه ذرات، شکنندگی و قابلیت هضم NDF و تعیین اثربخشی فیزیکی ذرات زیر ۸ میلی متر (به عنوان مثال، طبقه بندی شده با الک ۴ یا ۱.۱۸ میلی متر) ضروری است. این مطالعه اهمیت مدیریت و نظارت مناسب برداشت سیلو را برای دستیابی به اندازه ذرات کافی برای تغذیه گاوهای شیری تقویت می کند.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 1. Composition of diet ingredients (mean ± SD; % DM, unless otherwise stated)[1]

Item	CS	CS <8	CS 8–19	CS >19	SH	CG	RCGS	SBM
DM, % as fed	31.6 ± 1.5	34.9 ± 1.0	36.0 ± 1.1	32.2 ± 0.7	87.9 ± 0.4	88.1 ± 1.3	60.3 ± 1.3	88.4 ± 0.8
OM	96.0 ± 0.2	96.3 ± 0.2	96.6 ± 0.1	95.9 ± 0.1	95.1 ± 0.1	98.9 ± 0.1	98.8 ± 0.1	93.5 ± 0.1
Ether extract	3.00 ± 0.1	3.12 ± 0.2	2.23 ± 0.1	1.65 ± 0.1	2.59 ± 0.1	4.42 ± 0.1	4.40 ± 0.1	3.16 ± 0.1
CP	8.61 ± 0.6	8.69 ± 0.3	8.29 ± 0.2	8.73 ± 0.1	12.5 ± 0.1	8.96 ± 0.3	9.15 ± 0.1	49.2 ± 1.0
NFC	34.2 ± 1.2	46.1 ± 0.5	33.3 ± 1.7	17.5 ± 0.2	16.2 ± 0.8	73.4 ± 0.1	75.8 ± 0.3	29.5 ± 0.6
Starch	27.5 ± 0.9	41.9 ± 1.1	31.2 ± 0.9	15.1 ± 0.4	2.90 ± 0.1	69.3 ± 0.3	67.9 ± 0.4	7.10 ± 0.3
Nonstarch NFC	6.67 ± 0.7	4.18 ± 0.8	2.14 ± 1.5	2.42 ± 0.3	13.3 ± 0.8	4.14 ± 0.1	7.94 ± 0.3	22.4 ± 0.6
NDF	50.2 ± 1.3	38.4 ± 0.6	52.8 ± 1.5	68.0 ± 0.3	63.8 ± 0.7	12.0 ± 0.1	9.36 ± 0.4	11.6 ± 0.5
ADF	29.1 ± 0.9	21.0 ± 0.4	29.6 ± 0.5	36.7 ± 0.7	46.1 ± 0.1	2.86 ± 0.1	2.78 ± 0.1	5.83 ± 0.2
ADF:NDF	0.58 ± 0.1	0.55 ± 0.1	0.56 ± 0.1	0.54 ± 0.1	0.72 ± 0.1	0.24 ± 0.1	0.30 ± 0.1	0.50 ± 0.1
ADL	4.43 ± 0.2	2.21 ± 0.3	3.38 ± 0.4	4.82 ± 0.7	2.31 ± 0.1	1.01 ± 0.1	0.97 ± 0.3	1.42 ± 0.3
uNDF[2]	14.3 ± 0.1	11.6 ± 0.3	14.4 ± 0.2	15.8 ± 0.4	4.52 ± 0.4	2.09 ± 0.2	2.19 ± 0.3	1.58 ± 0.1
uNDF, % NDF	28.5 ± 2.4	30.2 ± 0.5	27.3 ± 1.7	23.2 ± 0.6	7.08 ± 0.6	17.4 ± 1.7	23.4 ± 2.3	13.6 ± 0.2
CSPS[3]	65.9 ± 3.6	95.7 ± 1.9	48.7 ± 3.5	—	—	—	—	—
GMPS,[4] mm	—	—	—	—	—	0.98 ± 0.1	1.65 ± 0.2	—
GSD,[4] mm	—	—	—	—	—	0.67 ± 0.1	1.33 ± 0.1	—

[1]CS = whole-plant corn silage used as basal forage source; CS <8 = corn silage sieved through the Penn State Particle Separator (PSPS) and retained on the bottom pan; CS 8–19 = corn silage sieved through the PSPS and retained on the 8-mm sieve; CS >19 = corn silage sieved through the PSPS and retained on the 19-mm sieve; SH = soybean hulls; CG = corn grain, dry ground; RCGS = reconstituted corn grain silage, rolled, 145 d of ensiling before feeding; and SBM = soybean meal.

[2]uNDF = undigested NDF.

[3]CSPS = corn silage processing score (% starch passing through a 4.75-mm sieve; Ferreira and Mertens, 2005).

[4]Geometric mean particle size (GMPS) and geometric standard deviation (GSD) were calculated according to ASABE (2008; method S319.4) after measuring particle size distribution using a Ro-Tap Sieve Shaker (Solotest).

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 2. Composition (mean ± SD) of the experimental diets

	Treatment[2]			
Item[1]	CON	PSPan	PS8	PS19
Diet ingredient, % DM				
CS	33.7	33.7	33.7	33.7
CS fraction <8 mm	—	21.7	—	—
CS fraction 8–19 mm	—	—	15.5	—
CS fraction >19 mm	—	—	—	12.3
RCGS, rolled	11.4	0.00	5.61	9.18
Corn grain, dry ground	18.5	8.46	8.46	8.46
Soybean hulls	15.0	15.0	15.0	15.0
Soybean meal	17.5	17.2	17.7	17.3
Sodium bicarbonate	1.00	1.00	1.00	1.00
Magnesium oxide	0.214	0.214	0.214	0.214
Mineral and vitamin mix[3]	2.74	2.74	2.74	2.74
Chemical composition, % DM				
DM,[4] % as fed	47.1 ± 1.9	45.6 ± 1.5	46.5 ± 1.8	47.5 ± 1.7
OM	92.5 ± 0.1	91.9 ± 0.1	92.1 ± 0.1	92.1 ± 0.1
Ether extract	3.27 ± 0.1	2.99 ± 0.1	2.93 ± 0.1	2.93 ± 0.1
CP	15.9 ± 0.4	15.9 ± 0.4	16.1 ± 0.4	16.0 ± 0.4
Starch	31.5 ± 0.5	25.9 ± 0.6	25.5 ± 0.6	24.9 ± 0.2
Ensiled starch[5]	17.0	18.4	17.9	17.4
Nonstarch NFC	9.93 ± 0.5	9.21 ± 0.5	9.27 ± 0.4	9.47 ± 0.3
NFC	41.4 ± 0.4	35.1 ± 0.4	34.8 ± 0.4	34.4 ± 0.3
NDF	31.9 ± 0.7	37.9 ± 0.8	38.3 ± 0.9	38.8 ± 0.7
ADF	19.1 ± 0.4	23.0 ± 0.5	23.3 ± 0.4	23.3 ± 0.4
ADF:NDF	0.60 ± 0.1	0.60 ± 0.1	0.61 ± 0.1	0.60 ± 0.1
ADL	2.38 ± 0.2	2.65 ± 0.2	2.75 ± 0.2	2.85 ± 0.2
uNDF	6.43 ± 0.2	8.49 ± 0.2	8.33 ± 0.2	8.12 ± 0.2
uNDF, % NDF	20.2 ± 0.3	22.4 ± 0.2	21.7 ± 0.3	20.9 ± 0.2
Forage NDF[6] from basal CS	17.0	17.0	17.0	17.0
Forage NDF[6] from stratified CS	—	8.33	8.18	8.30
Total forage NDF	17.0	25.3	25.2	25.3
Forage NDF:starch	0.540	0.977	0.984	1.02
NDF >8 mm[7]	12.5	12.2	20.3	20.5
NDF >19 mm[8]	1.91	2.05	2.07	8.56

[1]CS = whole-plant corn silage used as basal forage source; RCGS = reconstituted corn grain silage stored for 145 d before feeding; and uNDF = undigested NDF.

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[3]Composition: 15.1% Ca, 6.95% P, 5.48% Mg, 1.83% S, 5,484 mg/kg Zn, 1,828 mg/kg Mn, 777 mg/kg Cu, 695 mg/kg F, 59 mg/kg I, 18 mg/kg Se, 73 mg/kg Co, 143,280 IU/kg vitamin A, 45,850 IU/kg vitamin D_3, and 2,006 IU/kg vitamin E.

[4]DM concentration of the CON treatment was adjusted by adding water.

[5]Starch from whole-plant CS, CS fractions (<8 mm, 8–19 mm, or >19 mm), and RCGS.

[6]Forage NDF: estimated based on ingredients.

[7]NDF retained on the PSPS 8- and 19-mm sieves.

[8]NDF retained on the PSPS 19-mm sieve.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 3. Particle size and NDF distribution of the experimental diets (mean ± SD)

	Treatment[2]			
Item[1]	CON	PSPan	PS8	PS19
PSPS[3] sieve, % as fed				
>19 mm	4.07 ± 2.8	3.65 ± 2.6	3.97 ± 2.2	15.74 ± 3.3
8–19 mm	26.52 ± 3.1	23.11 ± 2.9	43.25 ± 4.2	28.04 ± 2.2
<8 mm	69.41 ± 3.6	73.24 ± 2.9	52.78 ± 3.9	56.22 ± 4.7
Mean particle length[4]	4.47 ± 0.2	4.60 ± 0.4	5.99 ± 0.5	6.42 ± 0.2
GSD[4]	2.38 ± 0.1	2.26 ± 0.2	2.35 ± 0.1	2.89 ± 0.1
PSPS sieve DM, % DM				
>19 mm	3.32 ± 0.3	3.20 ± 0.8	3.23 ± 0.8	13.10 ± 2.7
8–19 mm	22.11 ± 5.7	20.18 ± 5.2	38.99 ± 4.9	23.92 ± 2.9
<8 mm	74.57 ± 3.5	76.62 ± 4.5	57.78 ± 4.6	62.98 ± 4.9
Mean particle length	3.89 ± 0.2	3.98 ± 0.3	5.27 ± 0.4	5.29 ± 0.4
GSD	2.33 ± 0.1	2.27 ± 0.1	2.40 ± 0.1	2.90 ± 0.1
PSPS sieve NDF, % diet DM				
>19 mm	1.91 ± 0.1	2.05 ± 0.1	2.07 ± 0.1	8.41 ± 0.1
8–19 mm	10.58 ± 0.4	10.19 ± 0.4	18.21 ± 1.4	12.12 ± 0.2
<8 mm	19.41 ± 0.8	25.66 ± 1.5	18.02 ± 1.2	18.27 ± 1.7
PSPS sieve uNDF, % diet DM				
>19 mm	0.42 ± 0.1	0.46 ± 0.1	0.41 ± 0.1	1.80 ± 0.1
8–19 mm	2.55 ± 0.2	2.58 ± 0.3	4.51 ± 0.2	2.90 ± 0.3
<8 mm	3.46 ± 0.3	5.46 ± 0.2	3.41 ± 0.3	3.42 ± 0.3
Ro-Tap[5] sieve, % DM				
>19 mm	3.03 ± 0.6	4.79 ± 3.1	3.95 ± 4.1	18.20 ± 5.2
8–19 mm	8.95 ± 0.1	7.38 ± 2.6	12.33 ± 4.5	9.15 ± 2.4
1.18–8 mm	55.36 ± 0.7	59.11 ± 1.7	57.62 ± 4.1	47.01 ± 3.1
<1.18 mm	32.66 ± 1.2	28.72 ± 2.1	26.10 ± 1.9	25.64 ± 1.8

[1]GSD = geometric standard deviation; and uNDF = undigested NDF.

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[3]Wet sieving.

[4]Calculated according to ASAE (2001).

[5]Dry sieving (Ro-Tap Sieve Shaker; Solotest).

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 4. Effect of corn silage fractions on lactation performance by dairy cows

	Treatment[1]					
Item	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Milk yield, kg/d	26.0^{ab}	26.3^{ab}	26.8^{a}	24.8^{b}	1.26	0.05
3.5% FCM, kg/d	24.7^{b}	26.0^{ab}	27.2^{a}	25.2^{b}	1.22	0.03
ECM, kg/d	24.7^{b}	25.8^{ab}	26.9^{a}	24.8^{b}	1.17	0.04
Fat, %	3.18^{b}	3.43^{ab}	3.62^{a}	3.46^{ab}	0.082	0.01
Fat, kg/d	0.827^{c}	0.901^{ab}	0.962^{a}	0.889^{bc}	0.0418	0.01
Protein, %	3.37	3.27	3.28	3.30	0.072	0.30
Protein, kg/d	0.865^{a}	0.857^{ab}	0.873^{a}	0.798^{b}	0.0338	0.02
Lactose, %	4.75	4.77	4.84	4.81	0.046	0.46
Lactose, kg/d	1.24^{xy}	1.26^{xy}	1.30^{x}	1.20^{y}	0.065	0.10
TS, %	12.3	12.5	12.6	12.6	0.09	0.11
TS, kg/d	3.20^{xy}	3.28^{xy}	3.38^{x}	3.13^{y}	0.147	0.08
MUN, mg/dL	10.3^{y}	11.2^{xy}	11.5^{x}	12.1^{x}	1.08	0.07
Log_{10} SCC	2.04	2.20	2.16	2.22	0.245	0.72
ECM/DMI	1.19	1.21	1.23	1.19	0.047	0.44
ECM/dOMI[2]	1.99^{y}	2.10^{xy}	2.12^{x}	2.04^{xy}	0.110	0.08
BW, kg	597	600	605	600	37.0	0.53
BCS	3.24	3.24	3.29	3.27	0.089	0.67

$^{a-c}$Means within a row with different superscripts differ by Tukey-Kramer test ($P \leq 0.05$).

^{x,y}Means within a row with different superscripts differ by Tukey-Kramer test ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[2]dOMI = intake of digestible OM.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 5. Effect of corn silage fractions on nutrient intake and feeding behavior by dairy cows

	Treatment[2]					
Item[1]	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Intake						
DM, kg/d	20.8^{b}	21.6^{ab}	22.4^{a}	21.2^{b}	0.45	0.05
NDF, kg/d	6.55^{c}	8.09^{ab}	8.37^{a}	7.94^{b}	0.156	<0.01
NDF >8 mm, kg/d	2.60^{b}	2.64^{b}	4.54^{a}	4.36^{a}	0.086	<0.01
NDF >19 mm, kg/d	0.40^{b}	0.44^{b}	0.46^{b}	1.79^{a}	0.033	<0.01
uNDF, kg/d	1.33^{c}	1.83^{ab}	1.86^{a}	1.69^{b}	0.036	<0.01
Starch, kg/d	6.58^{a}	5.53^{bc}	5.71^{b}	5.27^{c}	0.115	<0.01
dOM, kg/d	12.4	12.4	12.8	12.1	0.36	0.53
NDF, % BW	1.12^{c}	1.38^{ab}	1.40^{a}	1.35^{b}	0.069	<0.01
uNDF, % BW	0.228^{c}	0.312^{ab}	0.314^{a}	0.288^{b}	0.0154	<0.01
NDF >8 mm, % BW	0.444^{b}	0.451^{b}	0.759^{a}	0.740^{a}	0.0316	<0.01
Feeding behavior						
Meal frequency, meals/d	8.56^{b}	10.2^{a}	9.81^{ab}	9.06^{ab}	0.385	0.01
First meal duration, min	39.7	37.8	43.1	39.7	2.97	0.63
Meal duration, min/meal	31.2	28.0	29.9	29.3	2.23	0.24
Meal time, min/d	258^{b}	279^{ab}	295^{a}	268^{ab}	17.1	0.05
Meal interval, min	146^{a}	119^{b}	124^{b}	137^{ab}	4.8	0.05
Meal size, kg DM/meal	2.32^{a}	1.84^{b}	1.95^{b}	1.95^{b}	0.104	<0.01
Meal size, kg NDF/meal	0.727	0.691	0.729	0.717	0.039	0.61
Meal size, kg uNDF/meal	0.147	0.156	0.163	0.157	0.009	0.38
Meal size, kg starch/meal	0.735^{a}	0.472^{b}	0.499^{b}	0.488^{b}	0.028	<0.01
Eating, min/d	221	235	256	232	17.1	0.13
Eating, min/kg DM	11.4	12.6	13.4	12.9	0.73	0.11
Eating, min/kg NDF	36.4	33.6	35.8	35.2	1.87	0.53
Rumination, min/d	383^{b}	424^{ab}	462^{a}	425^{ab}	18.2	0.04
Rumination, min/kg DM	19.8^{b}	23.0^{a}	24.5^{a}	23.9^{a}	1.19	<0.01
Rumination, min/kg NDF	63.3	61.3	65.8	65.2	3.45	0.33
Chewing, min/d	603^{b}	659^{ab}	718^{a}	657^{b}	21.9	<0.01
Chewing, min/kg DM	31.2^{b}	35.6^{a}	37.9^{a}	36.9^{a}	1.23	<0.01
Chewing, min/kg NDF	99.7^{ab}	94.9^{b}	102^{a}	100^{ab}	3.50	0.03

$^{a-c}$Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

^{x,y}Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]dOM = digestible OM; uNDF = undigested NDF; and chewing = eating + rumination.

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 6. Effect of corn silage fractions on particle and nutrient sorting index by dairy cows

	Treatment[1]					
Item	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
PSI,[2] as fed						
>19 mm	89.8^{x}	90.0^{x}	83.1^{xy}	80.3^{y}	3.86	0.09
8–19 mm	100.6^{ab}	101.2^{a}	99.0^{b}	99.0^{b}	0.62	0.02
<8 mm	100.4^{c}	100.3^{c}	101.8^{b}	104.3^{a}	0.50	<0.01
PSI, DM						
>19 mm	89.9^{a}	90.7^{a}	80.6^{ab}	78.2^{b}	3.67	<0.01
8–19 mm	100.6^{xy}	102.1^{x}	99.0^{xy}	98.9^{y}	0.91	0.08
<8 mm	100.9^{b}	100.8^{b}	102.1^{b}	104.6^{a}	0.68	<0.01
PSI, NDF[3]						
>19 mm	89.2^{ab}	91.4^{a}	80.0^{b}	78.7^{b}	3.70	<0.01
8–19 mm	100.8	101.4	98.4	99.0	0.93	0.11
<8 mm	100.1^{c}	101.8^{b}	102.1^{b}	104.3^{a}	0.63	<0.01
PSI, uNDF[3]						
>19 mm	90.0^{a}	91.1^{a}	79.1^{b}	78.8^{b}	3.70	<0.01
8–19 mm	100.8	101.3	99.0	98.9	0.93	0.14
<8 mm	99.7^{c}	102.1^{b}	102.2^{b}	104.2^{a}	0.62	<0.01
Diet NDF sorting,[4] %	98.9^{a}	99.0^{a}	97.8^{a}	95.6^{b}	0.42	<0.01
Diet uNDF sorting,[4] %	99.5^{a}	98.3^{a}	98.2^{a}	96.0^{b}	0.60	<0.01
Diet starch sorting,[4] %	100.4^{b}	99.6^{b}	100.3^{b}	102.1^{a}	0.40	<0.01

$^{a–c}$Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

^{x,y}Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[2]PSI = particle sorting index; values lower than 100% indicate selective refusal, those greater than 100% indicate preferential consumption, and those equal to 100% indicate no sorting.

[3]Actual concentrations of NDF and undigested NDF (uNDF) retained on each sieve were used.

[4]Sorting of diet NDF, uNDF, and starch were calculated as the actual intake of each fraction expressed as a percentage of the predicted intake.

Table 7. Effect of corn silage fractions on particle distribution of swallowed bolus and rumen digesta evacuated 1 h before and 8 h after morning feeding

	Treatment[2]					
Ro-Tap sieve,[1] mm	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Swallowed bolus						
>19 mm	2.40^{b}	2.40^{b}	2.57^{b}	6.04^{a}	0.707	0.02
8–19 mm	4.54	4.72	8.40	8.57	1.083	0.13
1.18–8 mm	59.86	64.50	63.83	59.04	1.488	0.14
<1.18 mm	33.20^{x}	28.38^{xy}	25.20^{y}	26.35^{xy}	1.880	0.09
Rumen digesta 1 h before morning feeding						
>19 mm	1.54^{ab}	0.86^{b}	0.88^{b}	2.25^{a}	0.421	0.02
8–19 mm	4.37	3.70	4.31	5.54	0.422	0.11
1.18–8 mm	63.83^{a}	61.61^{ab}	63.49^{a}	58.71^{b}	1.183	0.01
<1.18 mm	30.26	33.83	31.32	33.50	1.200	0.21
Rumen digesta 8 h after morning feeding						
>19 mm	2.87^{y}	2.62^{y}	2.09^{y}	4.01^{x}	0.688	0.10
8–19 mm	5.46	5.19	5.78	7.19	0.738	0.28
1.18–8 mm	62.49^{a}	64.44^{a}	63.60^{a}	57.18^{b}	0.954	<0.01
<1.18 mm	29.18	27.75	28.53	31.62	1.426	0.30

^{a,b}Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

^{x,y}Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]Particle size distribution measured in dried samples using a Ro-Tap Sieve Shaker (Solotest).

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 8. Effect of corn silage fractions on ruminal digesta, nutrient disappearance, and passage rate by dairy cows

	Treatment[2]					
Item[1]	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Rumen content						
DM, % wet weight	12.6	11.9	12.3	12.2	0.49	0.76
NDF, % of DM	61.2	62.8	63.5	62.4	1.63	0.58
uNDF, % of DM	27.7^{y}	31.1^{x}	29.8^{xy}	30.3^{xy}	1.09	0.08
uNDF, % of NDF	46.9	49.7	47.0	48.1	1.82	0.21
Rumen pool						
Wet weight, kg	72.8	72.8	74.5	74.8	6.33	0.88
Fluid, kg	62.5	63.2	64.2	64.7	5.33	0.87
DM, kg	9.36	8.78	9.30	9.13	0.998	0.78
NDF, kg	5.69	5.56	5.86	5.60	0.740	0.89
uNDF, kg	2.48	2.52	2.68	2.65	0.327	0.63
Ruminal in situ disappearance (24 h)						
CS DM, %	55.9^{y}	63.0^{x}	63.5^{x}	64.0^{x}	1.96	0.07
CS NDF, %	33.3^{y}	41.2^{x}	42.5^{x}	43.0^{x}	3.16	0.10
Ruminal mat[3]						
Distance traveled, cm	62.5	60.5	60.3	61.3	1.01	0.27
Distance traveled in min 1, cm	16.0^{a}	9.50^{ab}	6.50^{b}	8.00^{b}	1.635	0.03
Ascension time, min	27.5	30.5	34.5	28.0	6.06	0.81
Ascension rate, cm/min	2.65	2.35	2.01	2.51	0.546	0.85
Fractional passage rate						
FS, %/h	—	2.95^{a}	2.26^{ab}	2.05^{b}	0.415	0.03
Fluid, %/h	10.8^{xy}	11.8^{x}	9.80^{xy}	8.79^{y}	0.629	0.06

[a,b]Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

[x,y]Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]Undigested NDF = uNDF; CS = whole-plant corn silage; and FS = fiber sources (CS <8, 8–19, and >19 mm).

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[3]Distance traveled by the weight placed in the rumen floor through the ruminal mat.

Table 9. Effect of corn silage fractions on ruminal fermentation by dairy cows

	Treatment[1]					
Item	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value[2]
Mean pH	5.85^{b}	6.07^{a}	6.12^{a}	6.12^{a}	0.066	<0.01
Minimum pH	5.50^{b}	5.67^{ab}	5.83^{a}	5.74^{ab}	0.080	0.04
Duration pH <5.8, h/d	11.1^{a}	3.36^{b}	2.50^{b}	3.02^{b}	1.563	<0.01
Ammonia, mg/dL	15.4	15.1	13.8	13.9	1.16	0.46
Lactate, m*M*	2.27^{a}	1.37^{b}	1.32^{b}	1.31^{b}	0.162	<0.01
Total VFA, m*M*	109^{a}	101^{a}	104^{a}	91.7^{b}	4.1	<0.01
Acetate, molar % of total VFA	54.7^{b}	56.7^{ab}	59.3^{a}	58.1^{ab}	1.39	0.04
Propionate, molar % of total VFA	25.6^{x}	21.8^{xy}	20.2^{y}	21.1^{xy}	1.92	0.10
Isobutyrate, molar % of total VFA	0.942^{b}	1.10^{ab}	1.03^{ab}	1.23^{a}	0.068	0.03
Butyrate, molar % of total VFA	14.2	15.2	14.5	14.5	0.98	0.90
Isovalerate, molar % of total VFA	2.02^{b}	2.57^{a}	2.52^{a}	2.54^{a}	0.174	<0.01
Valerate, molar % of total VFA	1.64	1.57	1.42	1.51	0.136	0.51
Caproate, molar % of total VFA	0.885^{b}	1.02^{a}	1.04^{a}	1.08^{a}	0.099	<0.01
Acetate/propionate	2.29^{b}	2.69^{ab}	2.95^{a}	2.77^{ab}	0.210	0.05
Valerate fractional absorption rate, %/h	25.7	27.2	28.2	27.0	1.94	0.65

[a,b]Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

[x,y]Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[2]An interaction was observed between treatment and time only for lactate ($P = 0.01$; Figure 1).

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

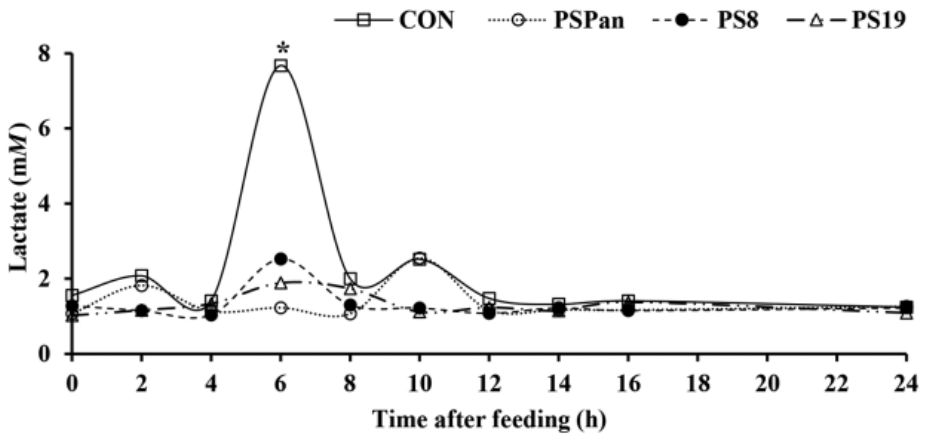

Figure 1. Effects of corn silage fractions on lactate concentration in rumen fluid by dairy cows. SEM = 0.51. $P < 0.01$ for interaction between treatment and time. CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve. *$P < 0.01$ for rumen lactate concentration in CON, compared with the other treatments.

Table 10. Effect of corn silage fractions on total-tract nutrient digestibility of diets and fecal traits by dairy cows

	Treatment[1]					
Item	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Apparent digestibility, %						
DM	66.1	68.7	68.4	68.6	1.22	0.37
OM	67.2	69.9	69.6	69.7	1.27	0.36
NDF	45.5	49.6	50.0	49.4	2.50	0.31
CP	66.4	69.6	69.5	69.2	1.11	0.20
Ether extract	83.9[b]	89.1[a]	89.9[a]	90.8[a]	1.09	<0.01
Starch	90.7[b]	94.1[a]	94.0[a]	93.9[a]	0.53	<0.01
Fecal trait						
Fecal pH	6.79[b]	7.32[a]	7.18[a]	7.19[a]	0.062	<0.01
Fecal score (1–5)	2.88[b]	3.03[a]	3.01[a]	3.02[a]	0.070	0.02
Fecal starch, % DM	8.54[a]	4.86[b]	4.90[b]	4.78[b]	0.320	<0.01

[a,b]Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

[1]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

Phone:+98 513 766 7944
Site: https://www.petrotarh.com
Instagram:joosheshirinpars
Telegram: joosheshirinpars

Table 11. Effect of corn silage fractions on urinary purine derivatives as a proxy for microbial protein yield and blood metabolites by dairy cows

	Treatment[2]					
Item[1]	CON	PSPan	PS8	PS19	SEM	*P*-value
Microbial yield estimate[3]						
(Allantoin/creatinine) × BW	846^{y}	1,168^{x}	1,032^{xy}	965^{xy}	90.8	0.10
(Uric acid/creatinine) × BW	152	165	171	132	14.3	0.25
[(Allantoin + uric acid)/creatinine] × BW	997	1,332	1,203	1,098	97.9	0.14
[(Allantoin/creatinine) × BW]/dOMI	69.3^{y}	94.8^{x}	82.5^{xy}	80.0^{xy}	8.25	0.10
[(Uric acid/creatinine) × BW]/dOMI	12.4	13.1	13.0	10.8	1.32	0.51
{[(Allantoin + uric acid)/creatinine] × BW}/dOMI	81.7^{y}	108^{x}	95.5^{xy}	90.8^{xy}	9.12	0.10
Blood metabolite						
Plasma glucose, mg/dL	59.5	60.0	60.9	58.6	1.87	0.75
Plasma urea, mg/dL	23.4	25.3	23.7	24.8	1.58	0.54
Serum NEFA, m*M*	0.284	0.273	0.273	0.281	0.007	0.53
Plasma LPS,[3] EU/mL	0.179^{a}	0.173^{a}	0.031^{b}	0.034^{b}	0.009	<0.01
Plasma SAA,[4] ug/mL	57.6	35.5	39.7	35.8	17.74	0.63
Serum D-lactate, m*M*	0.544^{x}	0.427^{y}	0.451^{x}	0.459^{xy}	0.040	0.10

^{a,b}Means within a row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

^{x,y}Means within a row with different superscripts differ ($0.05 < P \leq 0.10$).

[1]NEFA = nonesterified fatty acids; and SAA = serum amyloid A.

[2]CON = control; PSPan = TMR containing corn silage fraction retained on the Penn State Particle Separator (PSPS) bottom pan; PS8 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 8-mm sieve; and PS19 = TMR containing corn silage fraction retained on the PSPS 19-mm sieve.

[3]EU = endotoxin units.

[4]Allantoin, uric acid, and creatinine in urine = mg/L; BW = kg; dOMI: intake of digestible OM = kg/d.