

Influencia del tratamiento con álcali y vapor sobre la digestibilidad "in vitro" de la paja de trigo y heno de avena *

V. GONZÁLEZ y G. GONZÁLEZ

Instituto de Alimentación y Productividad Animal (C.S.I.C.)
MADRID

Z. HOLZER

Nve Ya'ar Experiment Station and the Volcanic Center.
Agric. Exp. Est. HAIFA. ISRAEL

RESUMEN

Se trataron dos muestras de forraje fibroso (paja de trigo y heno de avena) con vapor y cuatro niveles de NaOH 0, 3, 4 y 5 % para estudiar el efecto sobre la digestibilidad "in vitro" y componentes celulares. Los resultados demuestran un efecto positivo sobre la DMS debido al álcali tanto en las muestras tratadas con vapor como las no tratadas. El tratamiento de elección parece ser el del nivel 4 % con vapor ya que proporciona el incremento más alto en la digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

GUGGOLZ, KOHLER y KLOPFENSTEIN (1) han revisado los factores que limitan la utilización de la energía de los alimentos fibrosos (pajas) y han llegado a las siguientes conclusiones: a) que la lignina actúa como barrera entre los carbohidratos y los enzimas digestivos, b) que la estructura cristalina de la celulosa limita el ataque de los enzimas digestivos y c) que la sílice inhibe la digestibilidad de los carbohidratos.

* La parte experimental de este trabajo se realizó en el Dpt. of Animal Science. University California, Davis, E.E.U.U.

Son muy antiguos los intentos para eliminar estos factores negativos por medio de la utilización de procedimientos químicos, principalmente hidróxido sódico (NaOH). BECKMANN (2) aumentó la digestibilidad de la MO de la paja de 45 a 68 % por medio de una simple maceración en una solución de NaOH y posterior lavado, pero esto suponía una pérdida del 20 % de la materia seca. HEART, GRAHAM, HANNI, ROCKWELL, WALKER, WAIS y GARRET (3) han mejorado este procedimiento prensando la paja, después de la maceración con NaOH y utilizando el líquido para un nuevo tratamiento. WILSON y O'SHEA (4), DONEFER, ADELEYE y JONES (5), SINGH y JACKSON (6), han demostrado que se puede conseguir un incremento de hasta el 60 % en la digestibilidad de la paja por medio de una pulverización con una solución concentrada de NaOH. También han conseguido incrementos en la digestibilidad de la fibra bruta de la paja con NaOH u otros alcalinos diversos investigadores como ANDERSON y RALSTON (7), y GARRET, WALKER KOHLER, WAIS, GRAHAM, EAST y HART (9) que han utilizado al mismo tiempo vapor. TARKOW y FLEIST (9) atribuyen el efecto de mejora de la digestibilidad de la paja a que el entrecruzamiento de los enlaces ester de la fracción hemicelulosa se saponifican abriendo camino para el ataque enzimático.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se examinaron los efectos del tratamiento con NaOH y vapor sobre la digestibilidad "in vitro" de la paja de trigo y heno de avena determinando por el método de TILLEY y TERRY (10) con cuatro niveles de aplicación 0, 3, 4 y 5 % con y sin vapor de acuerdo con el siguiente modelo factorial.

1. Paja de trigo:

- A. Testigo.
- B. 10 % NaOH (al 50 %).
- C. 8 % NaOH (al 50 %).
- D. 6 % NaOH (al 50 %).

2. Paja de trigo con vapor:

- A. Testigo.
- B. 10 % NaOH (al 50 %).
- C. 8 % NaOH (al 50 %).
- D. 6 % NaOH (al 50 %).

3. Heno de avena:

- A. Testigo.
- B. 10 % NaOH (al 50 %).
- C. 8 % NaOH (al 50 %).
- D. 6 % NaOH (al 50 %).

4. Heno de avena con vapor:

- A. Testigo.
- B. 10 % NaOH (al 50 %).
- C. 8 % NaOH (al 50 %).
- D. 6 % NaOH (al 50 %).

Todas las muestras fueron tomadas a la salida del tornillo sin fin de la mezcladora. Las muestras con vapor se tomaron inyectando vapor por una tobera que iba a parar al forraje al mismo tiempo que el álcali. Este proceso implica un calentamiento, aunque no excesivo, estando en contacto el vapor con el álcali a lo largo de un trayecto de 1,5 m. antes de impregnar la paja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta los resultados para todos los subtratamientos y la Tabla 2 revela el efecto de los dos tratamientos principales (vapor y NaOH) en ambos forrajes. El efecto de los tratamientos aparece más acentuado en el de peor calidad, la paja de trigo.

Aunque el tratamiento con vapor no afecta significativamente la DMS puede señalarse que en el caso de la paja sin tratar y tratada con el 3 % de NaOH hay un aumento del 7 % en la DMS debido al vapor. Por otra parte todos los tratamientos con NaOH conducen a un incremento significativo de la DMS.

Se obtuvo un incremento en la DMS del 28, 37 y 49 % en el caso de la paja tratada sin vapor para los niveles 3, 4 y 5 % de NaOH respectivamente.

En el caso del heno de avena tratado con vapor se presentan un aumento consistente de la DMS a medida que aumenta la proporción de NaOH.

El hecho de que el tratamiento con el 4 % de NaOH proporcione un aumento consistente de la DMS del 40 % (cuando se utiliza también vapor), sugiere que éste es el tratamiento de elección.

En el caso del heno de avena sucede lo mismo, solamente el tratamiento con el nivel de 4 % de NaOH ofrece resultados consistentes en mejora de digestibilidad (5.8 %).

Los resultados analíticos de las fibras revelan que la sosa es la que motiva principalmente el aumento en la DMS. Igualmente, el aumento del porcentaje de NaOH origina una disminución de los constituyentes de la pared celular (FND). La cantidad de hemicelulosa estimada (diferencia entre paredes celulares y FAD) aumenta en los forrajes tratados en comparación con los testigos. Parece presentarse también una tendencia general a la disminución de la proporción de lignina en los forrajes tratados en comparación con los que no recibieron ningún tratamiento.

TABLA 1.

TRATAMIENTOS CON VAPOR Y NaOH

Tratamiento	DMSIV	FND (Paredes Celulares)	Fibra ácido detergente	Celulosa	Lignina
PAJA DE TRIGO					
Sin vapor					
Testigo	36,6 ± 1,38	75,8 ± 0,65	52,3 ± 0,68	43,2 ± 0,63	9,1 ± 0,48
6 %—50 % NaOH	46,9 ± 0,42	72,9 ± 1,70	49,9 ± 0,86	41,3 ± 1,29	8,6 ± 0,59
8 %—50 % NaOH	50,3 ± 1,57	69,3 ± 0,32	48,5 ± 0,61	41,2 ± 0,71	7,3 ± 0,47
10 %—50 % NaOH	54,7 ± 2,20	67,3 ± 1,89	49,4 ± 0,42	41,3 ± 0,74	8,1 ± 0,72
Con vapor					
Testigo	39,3 ± 1,92	80,1 ± 0,44	55,1 ± 0,35	45,3 ± 0,81	9,8 ± 0,95
6 %—50 % NaOH	50,2 ± 1,40	73,4 ± 0,57	52,7 ± 0,22	44,0 ± 0,17	8,7 ± 0,17
8 %—50 % NaOH	51,2 ± 0,35	72,6 ± 0,34	54,1 ± 0,33	43,8 ± 1,03	10,2 ± 0,75
10 %—50 % NaOH	51,9 ± 1,94	74,7 ± 0,66	55,6 ± 0,13	46,0 ± 0,63	9,7 ± 0,65
HENO DE AVENA					
Sin vapor					
Testigo					
6 %—50 % NaOH	56,3 ± 0,50	54,9 ± 3,00	39,7 ± 0,68	32,1 ± 0,36	7,7 ± 0,64
8 %—50 % NaOH	56,5 ± 0,46	58,1 ± 0,72	39,3 ± 0,44	31,9 ± 0,39	7,3 ± 0,05
10 %—50 % NaOH	59,2 ± 1,64	54,8 ± 0,35	35,6 ± 1,00	28,5 ± 1,00	7,1 ± 0,05
Con vapor					
Testigo					
6 %—50 % NaOH	57,1 ± 0,81	60,1 ± 0,82	37,6 ± 0,35	30,4 ± 0,39	7,2 ± 0,17
8 %—50 % NaOH					
10 %—50 % NaOH					
Con vapor					
Testigo					
6 %—50 % NaOH	55,1 ± 0,50	61,6 ± 0,77	41,2 ± 1,17	32,1 ± 0,44	9,1 ± 0,74
8 %—50 % NaOH	58,5 ± 0,81	55,3 ± 0,13	34,9 ± 0,28	27,8 ± 0,49	7,1 ± 0,37
10 %—50 % NaOH	59,5 ± 2,50	55,0 ± 1,12	34,8 ± 0,35	27,9 ± 0,51	6,9 ± 0,17
Con vapor					
Testigo					
6 %—50 % NaOH	60,1 ± 0,11	54,4 ± 0,73	34,9 ± 0,34	27,6 ± 0,39	7,2 ± 0,20

PASTOS
1978

Medias ± desviación típica.

TABLA 2.

EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS PRINCIPALES, VAPOR Y NaOH.

	DMSIV	FND	FAD	Celulosa	Lignina
FORRAJE					
Paja	47,6 ± 6,23	73,3 ± 3,72	52,2 ± 2,59	43,3 ± 1,89	89 ± 1,06
Heno de avena	57,8 ± 1,95	57,3 ± 2,88	37,3 ± 2,49	29,8 ± 1,99	7,4 ± 0,74
Nivel de significación	**	**	**	**	**
VAPOR					
Sin	52,2 ± 1,95	64,8 ± 7,43	44,1 ± 6,33	36,2 ± 5,79	7,8 ± 0,80
Con	53,2 ± 6,62	65,9 ± 9,94	45,2 ± 9,40	36,8 ± 8,27	8,6 ± 1,37
Nivel de significación	NS	NS	*	NS	**
NaOH %					
0	46,8 ± 9,38 ^a	69,2 ± 9,37 ^a	47,1 ± 7,03 ^a	38,2 ± 6,41 ^a	8,9 ± 1,01 ^a
3	53,0 ± 4,91 ^b	64,9 ± 8,70 ^b	44,2 ± 7,68 ^b	36,3 ± 6,95 ^b	7,9 ± 0,82 ^b
4	55,0 ± 4,73 ^b	62,9 ± 8,50 ^b	43,3 ± 8,65 ^b	35,4 ± 7,55 ^b	7,9 ± 1,47 ^b
5	55,9 ± 3,42 ^b	64,3 ± 8,08 ^b	44,4 ± 8,87 ^b	36,3 ± 7,97 ^b	8,0 ± 1,12 ^b
Nivel de significación	**	**	**	**	*

a, b — Las medias entre filas que no tienen la misma letra son significativamente diferentes.

* P 0,05

** P 0,01

Media ± desviación típica.

BIBLIOGRAFIA

- (1) GUGGOLZ, J., KOHLER, G. O. y KLOPFENSTEIN, T. J. 1971: *Composition and improvement of grass straw for ruminant nutrition*. J. An. Sci., 33: 151-156.
- (2) BECKMANN, E. 1919: *The supply of carbohydrates in war: Reform of the process of rendering straw soluble*. Sitz. Preuss. Akad., 275. Chem. Abst. 13: 2567.
- (3) HART, R. M., GRAHAM, R. P. y col. 1975: *Processing methods to improve the feed value of 3 rice straw*. Feedstuffs. Minneap. 47 (39).
- (4) WILSON, R. K. y O'SHEA, J. 1964: *In vitro production of volatile fatty acids and dry matter digestibility of wheat straw as affected by alcaly treatment*. In. J. Agric. Ras., 3: 245-246.
- (5) DONEFER, E., ADEYELE, I. O. A. y JONES, T. A. O. C. 1969: *Effects of urea supplementation on the nutritive value of NaOH treated straw*. In "Cellulases and their applications" (ed. R. F. Gould). American Chemical Society. Washington, D. C.
- (6) SINGH, M. y JACKSON, M. G. 1971: *The effect of different levels of sodium hidroxide spray treatment of wheat straw on consumption and digestibility by cattle*. J. Agr. Sci., Camb. 77: 5-10.
- (7) ANDERSON, D. C. y RALSTON, A. T. 1973: *Chemical treatment of ryegrass straw: "in vitro" dry matter digestibility and compositional changes*. J. Anim. Sci., 37: 148-152.
- (8) GARRET, W. N., WALKER, H. G. y col. 1974: *Nutritive value of NaOH and NH₃ treated rice straw*. Proc. west. Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 25.
- (9) TARKOW, H. y FLEIST, W. C. 1969: *A mechanism for improving digestibility of lignocellulosic materials with dilute alcaly and liquid amonia*. In "Cellulases and their applications" (Ed. R. F. Gould) American. Chemical Society. Washington, D. C.
- (10) TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. 1963: *A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops*. J. Br. Grass. Soc. 18: 104-111.

INFLUENCE OF STEAM JET AND ALKALI TREATMENTS OF WHEAT STRAW AND OAT HAY ON "IN VITRO" DRY MATTER DIGESTIBILITY

SUMMARY

Two fibrous roughages (wheat straw and oat hay) were treated with steam jet and four levels of NaOH (0, 3, 4 and 5 %) in order to study the effects upon "in vitro" digestibility and cell constituents.

The results show a positive effect upon IVDMD due to the alkali in the roughages treated with steam jet as well as with sodium hidroxde. As the 4 % NaOH treatment gives a consistent increase in DMD, the effect being 40 % when steam treatment is used versus just untreated straw, it may be sugested that this is the proper treatment to be choosen.