

# 糯玉米秸秆不同收获时间对其营养成分含量和干物质消化率的影响

闫贵龙<sup>1\*</sup>, 田树飞<sup>1</sup>, 穆秀明<sup>1</sup>, 曹春梅<sup>1</sup>, 叶世峰<sup>2</sup>, 王瑞兵<sup>2</sup>

(1. 河北北方学院动物科技学院, 张家口 075000; 2. 河北巡天农业科技有限公司, 宣化 075131)

**摘要:** 本试验以中糯1号、中糯2号和京科糯2000 3个糯玉米品种为试验材料, 开展了摘穗后秸秆不同收获时间对其营养成分含量和DMD影响的研究。结果显示, 随摘穗后时间延长, 秸秆的NDF和ADF含量都逐渐减少, 而WSC含量则都逐渐增多, DMD都逐步提高; 而且, 总糖含量也显示增加、ADL含量也显示减少的基本趋势。可见, 糯玉米摘穗后收获秸秆的间隔时间越长, 秸秆的营养价值越高。

**关键词:** 糯玉米秸秆; 收获时间; 营养价值

中图分类号: S816.5; S513

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2015)02-0251-06

## Influence of Harvesting Time on the Nutritional Components and Dry Matter Digestibility of Waxy Corn Stalks

YAN Gui-long<sup>1\*</sup>, TIAN Shu-fei<sup>1</sup>, MU Xiu-ming<sup>1</sup>, CAO Chun-mei<sup>1</sup>, YE Shi-feng<sup>2</sup>, WANG Rui-bing<sup>2</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China;

2. Hebei Sky Agricultural Science and Technology Co. Ltd., Xuanhua 075131, China)

**Abstract:** In this study, the Zhongnuo No. 1, Zhongnuo No. 2, and Jingkenuo 2000 were used as experimental materials to investigate the influence of harvesting time on the nutritional components and DMD of waxy corn stalks after earing. The results showed that with the extension of time after stripping, the contents of NDF and ADF of the waxy corn stalks decreased, the content of WSC increased, and DMD increased. Moreover, the content of total sugars of the waxy corn stalks increased and the content of ADL decreased. Obviously, the nutritive value of waxy corn stalks increased with the extension of time after earing.

**Key words:** waxy corn stalks; harvesting time; nutritive value

糯玉米籽粒含直链淀粉很少, 含支链淀粉却高达95%以上, 且易被人体消化吸收, 特别是鲜食糯玉米籽粒具有黏软清香、细腻、甘甜可口、营养丰富、风味独特的特点, 深受消费者喜爱<sup>[1-3]</sup>。随着我国经济持续快速发展、人民生活水平不断提高, 糯玉米的需求急剧增加, 糯玉米生产得到大力发展<sup>[4]</sup>。无论是沿海还是内陆, 糯玉米的生产经营都快速增长, 种植面积不断扩大<sup>[5]</sup>。以冀西北为例, 该区域鲜食玉米的生产、加工已经实现产业化<sup>[6]</sup>, 以糯玉米为主要

产业的乡镇随处可见。然而, 关于糯玉米秸秆营养价值的研究却很少, 特别是糯玉米摘穗后, 秸秆作为饲料何时收获为宜未见报道, 相关的报道仅限于甜玉米秸秆<sup>[7-8]</sup>。因此, 笔者开展了糯玉米秸秆不同收获时间对其营养成分含量和DMD的影响试验。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用目前冀西北生产中广泛种植的中糯1号、中

收稿日期: 2014-05-16

基金项目: 河北省科技计划项目(11220418); 河北北方学院校级创新团队(CXTD1305)

作者简介: 闫贵龙(1962-), 男, 河北万全人, 教授, 博士, 主要从事动物营养研究工作, Tel: 0313-5031224

\* 通信作者: 闫贵龙, E-mail: glyanmeng@163.com

糯2号和京科糯2000 3个糯玉米品种为试验材料。

## 1.2 试验地背景

试验在河北巡天农业科技有限公司位于宣化县洋河南镇的试验田中进行。该地域土壤 pH 为  $(8.19 \pm 0.35)$ , 有机质含量为  $(15.69 \pm 4.80) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全氮含量  $(0.89 \pm 0.31) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 水溶性氮含量  $(32.18 \pm 13.17) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效磷含量  $(27.01 \pm 7.71) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效钾含量  $(219.89 \pm 49.71) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  [9]。

## 1.3 试验方法

1.3.1 种植和取样 在2012年5-10月进行,5月15日采用人工点播的方法播种,种植密度为  $4\ 500 \text{ 株} \cdot \text{亩}^{-1}$ ,具体为行距60 cm,株距25 cm。播种前于4月20日浇春水,7月7日浇夏水,7月8日施肥,每亩施尿素25 kg。为保证品种各自原有的特征及品质,全部采用雌雄穗套袋人工授粉[10]。授粉后第26天摘穗,秸秆则在摘穗后当天、第3、第6和第9天分别取样。每个品种每次取样一行,株数为9~13株。取样后称全株重、摘穗后重、穗重和裸穗重,称重完毕后尽快用铡草刀切短,晾干,测定干物质含量。

1.3.2 化学成分分析 取风干样品,测定水分、粗脂肪、粗蛋白、粗灰分含量[11];按 P. J. Van Soest 等的方法[12]分析中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和木质素;按 Y. Xiong 等的方法[13],用淀粉葡萄糖苷酶(Amyloglucosidase, Sigma Cat. No. A-7255)水解、比色测定样品的总糖含量;水溶性碳水化合物(WSC)含量采用蒽酮比色法进行分析,其样本前处理方法:取风干样品4 g,加入100 mL蒸馏水,40℃下搅拌30 min,过滤。再取该溶液5 mL以蒸馏水稀释,并定容至50 mL,取最后稀释液进行蒽酮比色法测定WSC含量[14]。

1.3.3 体外干物质消化率测定 体外干物质消化率(DMD)的测定按 J. M. A. Tilly 等的两阶段法[15]进行。首先在厌氧39℃条件下,用瘤胃液的稀释液消化0.5 g底物样品48 h,然后用胃蛋白酶在39℃、酸性条件下,再消化48 h。瘤胃液采自装有永久性瘤胃瘘管并饲喂精粗料比为30:70饲料的西门塔尔×冀南杂交一代阉牛。培养结束后,测定残渣中的干物质含量,计算DMD。

1.3.4 统计分析 采用SAS统计分析软件(SAS,1999)[16]中的广义线性模型(GLM)进行单因子试验方差分析。

## 2 结果

### 2.1 中糯1号糯玉米秸秆不同收获时间对其营养成分含量和DMD的影响

中糯1号糯玉米摘穗后不同时间收获秸秆的主要营养成分含量和DMD的比较结果见表1。由表1可以看出,中糯1号糯玉米秸秆的NDF和ADF随摘穗后时间的延长,含量逐渐减少,呈线性规律变化,且除第3与第6天差异不显著( $P>0.05$ )外,其他时间相互比较差异均显著或极显著( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ )。ADL虽然各时间比较差异不显著( $P>0.05$ ),但表观数值也随摘穗后时间的延长而逐渐减少。与此同时,WSC、总糖则随摘穗后时间的延长,含量逐渐增加,呈线性规律变化,且不同时间比较,WSC除第3与第6天差异不显著( $P>0.05$ )外,其他差异均显著或极显著( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ );总糖以第9天含量最多,与其他时间差异显著( $P<0.05$ ),其他时间虽然差异不显著( $P>0.05$ ),但表观数值也逐渐增加。DMD也随摘穗后时间的延长而逐渐提高,呈线性规律变化,但各时间比较差异均不显著( $P>0.05$ )。

钙和粗灰分都随摘穗后时间的延长,含量逐步减少( $P<0.01$ 或 $P<0.05$ ),呈线性规律变化。磷含量除摘穗后第6天与其他时间差异显著( $P<0.05$ )外,其他均差异不显著( $P>0.05$ )。粗蛋白以摘穗后当天含量最高( $P<0.05$ ),其他时间则差异不显著( $P>0.05$ )。粗脂肪以摘穗后第3天含量最高,第9天次高,第6天最少,摘穗当天次少,且相互比较差异显著或极显著( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ )。

### 2.2 中糯2号糯玉米秸秆不同收获时间对其营养成分含量和DMD的影响

中糯2号糯玉米摘穗后不同时间收获秸秆的主要营养成分含量和DMD比较结果见表2。由表2可以看出,中糯2号糯玉米秸秆的NDF和ADF也都随摘穗后时间的延长,含量逐渐减少,呈线性规律变化,其中NDF在各时间比较差异均显著或极显著( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ ),ADF除了摘穗当天、第3与第6、第9天差异显著( $P<0.05$ )外,其他差异均不显著( $P>0.05$ )。ADL虽然各时间比较差异不显著( $P>0.05$ ),但表观数值变化与ADF相类似。WSC和总糖2项指标与纤维性物质正相反,它们随摘穗后时间延长,含量逐渐增多,呈线性规律变化,且除第6与第9天差异不显著( $P>0.05$ )外,其他

表 1 中糯 1 号糯玉米秸秆不同收获时间对其主要营养成分含量和 DMD 的影响

Table 1 The influence of harvesting time on the contents of main nutritional components and DMD of the waxy corn stalk of Zhongnuo No. 1 %DM

指标 Item	摘穗后时间/d Time after ear stripping				SEM	P 值 P value	对比 Contrast P =	
	0	3	6	9			L	Q
Ca	0.630 <sup>a</sup>	0.600 <sup>b</sup>	0.578 <sup>c</sup>	0.508 <sup>d</sup>	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
P	0.087 <sup>a</sup>	0.078 <sup>a</sup>	0.053 <sup>b</sup>	0.078 <sup>a</sup>	0.002	0.002	0.006	0.002
粗蛋白 Crude protein	10.35 <sup>a</sup>	8.92 <sup>b</sup>	9.08 <sup>b</sup>	8.98 <sup>b</sup>	0.067	<0.001	<0.001	<0.001
粗灰分 Crude ash	7.90 <sup>a</sup>	7.61 <sup>b</sup>	6.55 <sup>c</sup>	6.62 <sup>c</sup>	0.056	<0.001	<0.001	0.033
粗脂肪 Crude fat	1.32 <sup>c</sup>	1.81 <sup>a</sup>	1.01 <sup>d</sup>	1.53 <sup>b</sup>	0.044	<0.001	0.465	0.752
NDF	61.89 <sup>a</sup>	56.50 <sup>b</sup>	56.85 <sup>b</sup>	54.06 <sup>c</sup>	0.215	<0.001	<0.001	0.004
ADF	34.66 <sup>a</sup>	32.39 <sup>b</sup>	32.66 <sup>b</sup>	30.52 <sup>c</sup>	0.409	0.010	0.003	0.877
ADL	3.49 <sup>a</sup>	3.24 <sup>a</sup>	3.16 <sup>a</sup>	2.95 <sup>a</sup>	0.203	0.422	0.138	0.936
WSC	13.53 <sup>c</sup>	16.78 <sup>b</sup>	17.74 <sup>b</sup>	19.17 <sup>a</sup>	0.277	<0.001	<0.001	0.031
总糖 Total sugar	17.14 <sup>b</sup>	17.63 <sup>b</sup>	17.87 <sup>b</sup>	23.05 <sup>a</sup>	0.232	<0.001	<0.001	<0.001
DMD	41.68 <sup>a</sup>	45.23 <sup>a</sup>	46.14 <sup>a</sup>	58.91 <sup>a</sup>	4.054	0.072	0.020	0.289

Ca、P、NDF、ADF、ADL、WSC 和 DMD 分别表示钙、磷、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、酸性洗涤木质素、水溶性碳水化合物和体外干物质消化率;SEM 表示标准误;同一行肩注相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),肩注相邻字母差异显著( $P<0.05$ ),肩注相间字母差异极显著( $P<0.01$ )。下同

Ca, P, NDF, ADF, ADL, WSC, and DMD stand for calcium, phosphorus, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, acid detergent lignin, water soluble carbohydrates, and *in vitro* digestibility of DM, respectively. SEM means the standard error of mean. Within a row, the same superscripts mean no significant difference ( $P>0.05$ ), the adjacent superscripts mean significant difference ( $P<0.05$ ), and the alternate superscripts mean highly significant difference ( $P<0.01$ ). The same as below

表 2 中糯 2 号糯玉米秸秆不同收获时间对其主要营养成分含量和 DMD 的影响

Table 2 The influence of harvesting time on the contents of main nutritional components and DMD of the waxy corn stalk of Zhongnuo No. 2 %DM

指标 Item	摘穗后时间/d Time after ear stripping				SEM	P 值 P value	对比 Contrast P =	
	0	3	6	9			L	Q
Ca	0.559 <sup>b</sup>	0.578 <sup>a</sup>	0.550 <sup>b</sup>	0.493 <sup>c</sup>	0.004	<0.001	<0.001	<0.001
P	0.096 <sup>a</sup>	0.092 <sup>b</sup>	0.086 <sup>c</sup>	0.086 <sup>c</sup>	<0.001	<0.001	<0.001	0.004
粗蛋白 Crude protein	10.36 <sup>a</sup>	10.18 <sup>a</sup>	10.10 <sup>a</sup>	9.39 <sup>b</sup>	0.112	0.013	0.004	0.080
粗灰分 Crude ash	6.24 <sup>c</sup>	7.86 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.01 <sup>b</sup>	0.066	<0.001	0.002	<0.001
粗脂肪 Crude fat	2.06 <sup>a</sup>	1.64 <sup>b</sup>	1.54 <sup>b</sup>	1.32 <sup>b</sup>	0.075	0.010	0.002	0.253
NDF	63.90 <sup>a</sup>	62.16 <sup>b</sup>	58.95 <sup>c</sup>	57.15 <sup>d</sup>	0.331	<0.001	<0.001	0.932
ADF	36.86 <sup>a</sup>	36.73 <sup>a</sup>	34.15 <sup>b</sup>	32.45 <sup>b</sup>	0.446	0.006	0.001	0.154
ADL	4.28 <sup>a</sup>	4.40 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	0.221	0.051	0.021	0.9491
WSC	9.74 <sup>c</sup>	13.79 <sup>b</sup>	16.45 <sup>a</sup>	17.48 <sup>a</sup>	0.279	<0.001	<0.001	0.006
总糖 Total sugar	13.35 <sup>c</sup>	15.15 <sup>b</sup>	19.21 <sup>a</sup>	18.86 <sup>a</sup>	0.134	<0.001	<0.001	0.001
DMD	36.48 <sup>a</sup>	39.72 <sup>a</sup>	43.70 <sup>a</sup>	47.12 <sup>a</sup>	4.002	0.327	0.080	0.983

差异均显著或极显著( $P<0.05$  或  $P<0.01$ )。DMD 虽然在摘穗后各时间差异不显著,但也基本呈现逐渐提高的趋势。

粗脂肪含量仅以摘穗当天为最高,与其他时间差异显著( $P<0.05$ ),而其他时间相互差异均不显

著( $P>0.05$ ),但表观数值也呈随摘穗后时间延长而减少。粗灰分含量随摘穗后时间延长呈二次曲线变化,其中除第 3 与第 6 天差异不显著( $P>0.05$ )外,其他差异均显著或极显著( $P<0.05$  或  $P<0.01$ )。粗蛋白含量除了摘穗后第 9 天显著( $P<$

0.05) 少于其他时间外, 其他差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。磷含量随摘穗后时间延长而逐渐减少, 呈线性规律变化, 其中除第 6 与第 9 天差异不显著 ( $P > 0.05$ ) 外, 其他差异均显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。钙含量以摘穗后第 3 天最多, 第 9 天最少, 第 6 天和摘穗当天介于它们之间。

### 2.3 京科糯 2000 糯玉米秸秆不同收获时间对其营养成分含量和 DMD 的影响

京科糯 2000 糯玉米摘穗后不同时间收获秸秆的主要营养成分含量和 DMD 比较结果见表 3。由表 3 可以看出, NDF 和 ADF 也都随摘穗后时间延长, 含量逐步降低。其中, NDF 在各时间比较, 差异均显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), ADF 除在摘穗后第 3 与第 6 天差异不显著 ( $P > 0.05$ ) 外, 其他差异也均显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。ADL 除摘穗后第 9 天最少, 与其他时间差异显著 ( $P < 0.05$ ) 外, 其他差异均不显著 ( $P > 0.05$ ); 虽然如此, 从表观数值看, ADL 随摘穗后时间延长也基本呈现逐渐减少的趋势。WSC 也随摘穗后时间延

长, 含量逐渐增加, 呈线性规律 ( $P < 0.001$ ) 变化, 其中, 除第 3 与第 6 天差异不显著外, 其他差异均显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。总糖含量虽然摘穗后当天、第 3、第 6 天相互比较差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 但第 9 天最高, 且与其他时间差异显著 ( $P < 0.05$ )。DMD 虽然在摘穗后不同时间比较差异也不显著 ( $P > 0.05$ ), 但表观数值也是逐渐提高。

粗脂肪和粗灰分含量的变化情况基本一致, 摘穗当天最多, 摘穗后第 6 天次多, 而第 3 和第 9 天较少, 且相互比较差异显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。粗蛋白含量除摘穗后第 6 天最多, 与摘穗当天、第 9 天差异显著 ( $P < 0.05$ ) 外, 其他时间差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。磷含量也以摘穗后第 6 天最多, 但摘穗当天次多, 第 9 天最少、第 3 天次少, 且相互差异显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。钙含量则以摘穗后第 3 和第 9 天最多, 第 6 天最少, 摘穗当天介于二者之间, 相互比较除第 3 与第 9 天差异不显著 ( $P > 0.05$ ) 外, 其他均显著或极显著 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。

表 3 京科糯 2000 糯玉米秸秆不同收获时间对其主要营养成分含量和 DMD 的影响

Table 3 The influence of harvesting time on the contents of main nutritional components and DMD of the waxy corn stalk of Jingkenuo 2000 %DM

指标 Item	摘穗后时间/d Time after ear stripping				SEM	P 值 P value	对比 Contrast P =	
	0	3	6	9			L	Q
Ca	0.498 <sup>b</sup>	0.535 <sup>a</sup>	0.478 <sup>c</sup>	0.521 <sup>a</sup>	0.004	0.003	0.573	0.598
P	0.114 <sup>b</sup>	0.110 <sup>c</sup>	0.119 <sup>a</sup>	0.085 <sup>d</sup>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
粗蛋白 Crude protein	10.80 <sup>b</sup>	11.12 <sup>ab</sup>	11.30 <sup>a</sup>	10.66 <sup>b</sup>	0.091	0.024	0.587	0.006
粗灰分 Crude ash	7.46 <sup>a</sup>	7.00 <sup>c</sup>	7.25 <sup>b</sup>	6.38 <sup>d</sup>	0.028	<0.001	<0.001	0.002
粗脂肪 Crude fat	1.86 <sup>a</sup>	1.00 <sup>d</sup>	1.52 <sup>b</sup>	1.33 <sup>c</sup>	0.049	0.001	0.008	0.002
NDF	61.06 <sup>a</sup>	57.34 <sup>b</sup>	56.43 <sup>c</sup>	51.73 <sup>d</sup>	0.232	<0.001	<0.001	0.104
ADF	34.67 <sup>a</sup>	31.71 <sup>b</sup>	31.60 <sup>b</sup>	28.26 <sup>c</sup>	0.249	<0.001	<0.001	0.483
ADL	3.50 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.39 <sup>a</sup>	2.74 <sup>b</sup>	0.110	0.028	0.013	0.183
WSC	13.74 <sup>c</sup>	16.32 <sup>b</sup>	16.72 <sup>b</sup>	18.75 <sup>a</sup>	0.261	<0.001	<0.001	0.348
总糖 Total sugar	18.59 <sup>b</sup>	18.13 <sup>b</sup>	18.61 <sup>b</sup>	21.98 <sup>a</sup>	0.237	0.001	<0.001	0.001
DMD	39.01 <sup>a</sup>	52.76 <sup>a</sup>	53.27 <sup>a</sup>	57.30 <sup>a</sup>	5.406	0.168	0.051	0.395

### 3 讨论

本试验中虽然钙、磷、粗蛋白、粗灰分和粗脂肪 5 项指标随摘穗后时间延长, 含量呈现的变化趋势在不同糯玉米品种秸秆间存在着明显差异 (表 1、表 2 和表 3), 但 NDF、ADF、WSC 和 DMD 4 项指标的变化呈现高度一致, 即 NDF 和 ADF 含量逐渐减

少, 而 WSC 含量逐渐增多, DMD 逐渐提高; 总糖和 ADL 含量的变化虽然未达到高度一致, 但都显示随摘穗后时间延长, 总糖含量增加、ADL 含量减少的基本趋势 (表 1、表 2 和表 3)。饲料中纤维性物质含量降低意味着该饲料更容易消化, 营养价值得以提高; 饲料中 WSC 和总糖含量增加意味着饲料更容易消化利用。本试验中 DMD 确实也随摘穗后时间

延长而提高。因此,本试验结果客观证实了糯玉米摘穗后收获秸秆的间隔时间越长,秸秆的营养价值越高;同时,3个糯玉米品种的秸秆都随摘穗后时间延长营养价值逐步提高的一致性说明了糯玉米秸秆在这方面具有很明显的共性。

本试验中,3个糯玉米品种秸秆的钙、磷、粗蛋白、粗灰分和粗脂肪5项指标随摘穗后时间延长,含量呈现不同的变化趋势可能主要是由于不同的品种具有不同的遗传物质基础所致。而NDF、ADF、WSC和DMD4项指标的变化呈现高度一致,总糖和ADL含量变化也呈现基本一致趋势,说明不同的糯玉米品种在这6项指标方面具有一致的遗传物质基础。至于为什么糯玉米秸秆随摘穗后时间延长,纤维性物质含量逐渐减少、总糖和WSC含量逐渐增加、DMD逐步提高?其原因可能主要是糯玉米穗虽然被收获了,但其茎秆和叶仍然碧绿多汁,处于旺盛的生命代谢过程中。在这种情况下,糯玉米植株的光合作用仍在进行,而此时穗已被收获,光合作用所形成的营养物质(如WSC和总糖)必然就只能保留在秸秆中,并随时间延长而得到积累。由于这种积累,使得其他营养成分(如NDF、ADF、ADL)的比例相应减少。

本试验结果中3个糯玉米品种秸秆的WSC随摘穗后时间的延长其含量逐渐增多与崔卫东等利用华珍甜玉米品种研究不同收割时间对甜玉米秸秆的营养价值和青贮发酵品质的影响时,夏季甜玉米摘穗后时间延长,秸秆中水溶性糖含量逐步增加的情况相一致<sup>[7]</sup>。

本试验结果中糯玉米秸秆随摘穗后时间延长,WSC含量逐渐增加,但WSC含量增加的量不是均匀的,而是0~3d比较多,以平均值计为3.29个百分点,3d以后则增加变缓,3~6d为1.34个百分点,6~9d为1.49个百分点;以每日计算时,前3d每日增加1.10个百分点,3d后则每日增加0.47个百分点。这与崔卫东等和王守义等<sup>[7-8]</sup>测定甜玉米摘穗后秸秆糖含量的增加趋势规律相一致,只是本试验结果中糖含量增加速度降低时更缓慢。

本试验结果显示,中糯1号、中糯2号和京科糯20003个糯玉米品种秸秆的WSC和总糖含量分别为12.34%~18.47%、16.36%~21.41%(以平均值计)。这一水平不仅远高于普通玉米(农大80和农大3138的WSC和总糖含量分别为1.35%、2.93%和1.84%、3.28%<sup>[17]</sup>),同时也达到了崔卫东

等报道华珍甜玉米品种秸秆含糖量为11.48%~20.40%<sup>[7]</sup>、王守义等报道的鲁甜玉1号甜玉米品种秸秆含糖量为8.05%~15.23%<sup>[8]</sup>的水平。可见,糯玉米与甜玉米虽然籽粒性状特性二者有明显的区别,但其秸秆的糖含量则较为一致。当然,糯玉米具有高糖含量的特性,可能是造成糯玉米秸秆饲喂家畜效果好<sup>[18]</sup>的最主要原因。

本试验中,3个糯玉米品种秸秆的总糖含量为16.36%~21.41%(以平均值计),这与靳玲品等应用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系评定我国北方奶牛常用粗饲料的营养价值时对4种糯玉米秸秆测定糖含量结果为18.03%~24.39%<sup>[19]</sup>相一致。

## 4 结 论

**4.1** 本试验条件下,中糯1号、中糯2号和京科糯20003个糯玉米品种秸秆的NDF和ADF都随摘穗后时间延长含量逐渐减少,而WSC含量则逐渐增多,DMD逐步提高;总糖和ADL含量的变化虽然未达到高度一致,但也显示总糖含量增加、ADL含量减少的基本趋势。可见,糯玉米摘穗后收获秸秆的间隔时间越长,秸秆的营养价值越高。

**4.2** 本试验条件下,中糯1号、中糯2号和京科糯20003个糯玉米品种秸秆的WSC随摘穗后时间延长,含量的增加是不均匀的,前3d每日增加1.10个百分点,3d后则每日增加0.47个百分点。

**4.3** 本试验条件下,中糯1号、中糯2号和京科糯20003个糯玉米品种秸秆的钙、磷、粗蛋白、粗灰分和粗脂肪5项指标随摘穗后时间延长含量变化没有明显的一致性。

## 参考文献(References):

- [1] 陈永欣,翟广谦,李彦良.糯玉米合理种植密度试验研究[J].山西农业科学,2001,29(1):20-22.  
CHEN Y X,ZHAI G Q,LI Y L. Study on the reasonable planting density of waxy corn[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*,2001,29(1):20-22. (in Chinese)
- [2] 何雪银,吴翠荣,田树云,等.糯玉米、优质蛋白玉米花培反应率的研究初报[J].西南农业学报,2011,24(1):10-14.  
HE X Y,WU C R,TIAN S Y,et al. Preliminary study on response rate of waxy corn and quality protein maize to anther culture[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*,2011,24(1):10-14. (in Chinese)

- [3] 周灵芝. 3个不同株型鲜食糯玉米适宜密度试验[J]. 南方农业学报, 2012, 43(3): 315-317.  
ZHOU L Z. Optimizing suitable planting density for three different plant types of fresh edible waxy corn [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2012, 43(3): 315-317. (in Chinese)
- [4] 宋同明. 发展我国特用型玉米产业的意义、潜力与前景[J]. 玉米科学, 1996, 4(4): 6-11.  
SONG T M. The significance, development potential and prospects of special type maize industry in China [J]. *Maize Science*, 1996, 4(4): 6-11. (in Chinese)
- [5] 孙扣忠, 赫明涛, 王红军, 等. 京科糯 2000 种植密度对产量及效益的影响[J]. 现代农业科技(上半月刊), 2006, (10): 105-108.  
SUN K Z, HE M T, WANG H J, et al. Influence of sowing density on yield and economic benefit in Jingke waxy 2000 [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2006, (10): 105-108. (in Chinese)
- [6] 姚志刚, 王天宇. 优质糯玉米品种的评价[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(23): 9929-9931.  
YAO Z G, WANG T Y. Evaluation on waxy maize varieties with high quality [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2008, 36(23): 9929-9931. (in Chinese)
- [7] 崔卫东, 董朝霞, 张建国, 等. 不同收割时间对甜玉米秸秆的营养价值和青贮发酵品质的影响[J]. 草业学报, 2011, 20(6): 208-213.  
CUI W D, DONG C X, ZHANG J G, et al. The nutrient components and ensilage fermentation quality of sweet corn stalks harvested at different times [J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2011, 20(6): 208-213. (in Chinese)
- [8] 王守义, 宿 令, 郭风法. 甜玉米秸秆最佳青贮时期的研究[J]. 安徽农业科学, 1999, 27(1): 89-90.  
WANG S Y, SU L, GUO F F. Studies on optimum silage stage of sweet corn stalks [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 1999, 27(1): 89-90. (in Chinese)
- [9] 王激清, 李 君, 刘社平. 冀西北地区农田土壤养分现状、变化与评价[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(8): 158-163.  
WANG J Q, LI J, LIU S P. Current situation, change and assessment of soil nutrients in northwest Plateau of Hebei Province - the case of Xuanhua County [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2010, 24(8): 158-163. (in Chinese)
- [10] 杨建太, 王香玉. 复种糯玉米品种比较试验总结[J]. 中国种业, 2006, (6): 27-28.  
YANG J T, WANG X Y. Comparative experiment of multiple cropping waxy corn varieties [J]. *China Seed Industry*, 2006, (6): 27-28. (in Chinese)
- [11] 杨 胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1993: 17-22, 27.  
YANG S. The technology of feed analysis and quality inspection [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 1993: 17-22, 27. (in Chinese)
- [12] VAN SOEST P J, ROBERTSON J B, LEWIS B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polycarbohydrates in relation to animal nutrition [J]. *J Dairy Sci*, 1991, 74: 3583-3597.
- [13] XIONG Y, BARTLE S J, PRESTON R L. Improved enzymatic method to measure processing effects and starch availability in sorghum grain [J]. *J Anim Sci*, 1990, 68: 3861-3870.
- [14] 宁开桂. 实用饲料分析手册[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993: 52, 83-89.  
NING K G. Practical manual of feed analysis [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1993: 52, 83-89. (in Chinese)
- [15] TILLY J M A, TERRY R A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops [J]. *J Br Grassland Soc*, 1963, 18: 104-111.
- [16] SAS Institute Inc. SAS/STAT software: changes and enhancements though release 8. 02 [M]. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.
- [17] 闫贵龙, 孟庆翔, 陈绍江. 玉米类型和籽粒成熟期影响秸秆营养成分与活体外消化率的比较研究[J]. 动物营养学报, 2005, 17(3): 50-55.  
YAN G L, MENG Q X, CHEN S J. Comparison of nutrient contents and *in vitro* digestibility of corn stalks of different corn variety type and during different maturity stage of kernels [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2005, 17(3): 50-55. (in Chinese)
- [18] 穆秀明, 闫贵龙, 曹春梅, 等. 饲喂糯玉米秸秆对奶牛产奶量和乳品质的影响[J]. 饲料研究, 2012, (10): 46-48.  
MU X M, YAN G L, CAO C M, et al. Effects of feeding waxy corn straw on milk yield and milk quality of dairy cows [J]. *Feed Res*, 2012, (10): 46-48. (in Chinese)
- [19] 靳玲品, 李艳玲, 屠 焰, 等. 应用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系评定我国北方奶牛常用粗饲料的营养价值[J]. 动物营养学报, 2013, 25(3): 512-526.  
JIN L P, LI Y L, TU Y, et al. Evaluation of nutrient values of common roughages for dairy cattle in northern China using Cornell net carbohydrate and protein system [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(3): 512-526. (in Chinese)