

# 玉米不同茎节消化性指标与全茎叶干物分解率相关性分析

刘守渠<sup>1</sup>, 张二俊<sup>2</sup>, 段运平<sup>1</sup>, 王贵彩<sup>1</sup>, 王学雄<sup>1</sup>

(1. 山西省农业科学院作物遗传研究所, 山西 太原 030031; 2. 山西省种子管理总站, 山西 太原 030001)

**摘要:** 对不同玉米品种茎节消化性状进行了分析, 从不同茎节茎、叶、茎叶的干物分解率和糖分含量与全茎叶干物分解率的相关性看, 雌穗着生节向上和向下 2~3 节位的茎、茎叶与全茎叶干物分解率呈高度相关, 不同节位叶的干物分解率、糖分含量与全茎叶干物分解率之间相关较低或无相关性。以此为依据, 可用速效测糖仪测定雌穗节附近茎或茎叶的糖分含量, 或测定此部分的干物分解率, 进而推测全茎叶的干物分解率, 在消化性状选育上达到简便、快速、经济、有效的选择目的。

**关键词:** 玉米; 茎叶消化性; 干物分解率

中图分类号: S513.024 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)03-0061-04

## The Relativity Analysis Between the Digestive Index in Different Stem Nodes and Dry Matter Decomposability Rate of Whole Plant in Corn

LIU Shou-qu<sup>1</sup>, ZHANG Er-jun<sup>2</sup>, DUAN Yun-ping<sup>1</sup>, WANG Gui-cai<sup>1</sup>, WANG Xue-xiong<sup>1</sup>

(1. Institute of Crop Genetics, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China;

2. Shanxi Seed Management Station, Taiyuan 030001, China)

**Abstract:** Maize varieties with different digestive rate were analyzed, and it was proved that the dry matter decomposability rate of the stem and leaf in 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> node above the ear were markedly correlated to the dry matter decomposability rate of the whole plant, whereas less or no correlation between the dry matter decomposability rate and the carbohydrate content of different nodes to that of the whole plant was found. Based on the result, a brief and economical method was proposed to test the carbohydrate of the stem or leaf nearby the ear with the saccharimeter, or to examine the decomposability rate of the dry matter of this part, instead of the test of the dry matter decomposability rate of the whole plant.

**Key words:** Maize; The dry matter decomposability rate; Correlation

干物分解率是目前评价青贮玉米消化性优劣的一项重要指标, 需要通过实验室用纤维素酶分解的方法来测定, 由于操作程序烦琐, 需花费大量人力、物力和财力, 增加育种的工作量。因此, 近年日本在青贮玉米育种上, 干物分解率高低的选择依据整株玉米茎叶糖分含量与整株玉米干物分解率具有高度相关性理论, 采用速效测糖仪测定茎叶糖分含量, 来间接推测全茎叶干物分解率的高低。但具体到整株玉米不同茎节茎叶糖分含量和全茎叶干物分解率的

相关关系, 目前尚未有报道。本研究对消化性状各异的 7 个品种不同茎节的茎、叶、茎叶的干物分解率和糖分含量进行了测定, 分析了与全茎叶干物分解率的相关关系, 以期能在玉米茎叶消化性状选育上, 提供更简便、快速、有效的选育方法和理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料的采集

2002 和 2003 年, 选择日本及国内遗传来源各

收稿日期: 2005-12-05

基金项目: 山西省归国留学人员基金项目(2003095); 山西省自然科学基金项目(20021090)资助

作者简介: 刘守渠(1964-), 男, 山西曲沃人, 助理研究员, 主要从事玉米遗传育种研究工作。

异、消化性状有差异的 P372, 那交 63, P352, P338, 那交 75, TX33, P316 等 7 个品种, 于雌穗授粉后 40~45 d, 子粒褐色乳线占 3/4 左右时, 每品种取 10 株, 对不同节位的茎、叶切成 2 cm 左右的细段, 70℃通风干燥后, 用粉碎机粉碎成 1 mm 左右的粉末, 供试验分析。

1.2 试验方法

1.2.1 干物分解率测定 取 0.5 g 试样放入锥形瓶, 加入 10 mL 蒸馏水, 加热进行糊化处理后, 再加入浓度为 0.2% 的纤维素酶和 0.01 的淀粉酶(用 0.1 mol/L 醋酸缓冲液调至 pH 值 5.8)的混合液 35 mL, 恒温 40℃振动 17.5 h 后过滤, 称残渣重量, 求干物分解率。

1.2.2 糖分含量测定 用硫酸酚法, 取样品 0.4 g 放入锥形瓶, 再加入 80%酒精 40 mL, 恒温 40℃下振

动 17.5 h 后, 放置取上清液 1 mL 放入试管内, 加 5%ZnSO<sub>4</sub> 1 mL 和 0.15 mol/L Ba(OH)<sub>2</sub> 1 mL, 用 3 000 r/min 离心 15 min, 取上清液 0.1 mL 放入 0.9 mL 蒸馏水和 5%酚试剂 1 mL 和 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 mL, 在室温下冷却后, 用分光光度计测定 490 nm 的波长吸光度, 求糖分含量。

2 结果与分析

2.1 不同茎节干物分解率含量分析

7 个品种不同节位干物分解率如表 1 所示, 各茎节茎与茎叶的干物分解率变化趋势大体相同, 靠近基部和顶部有明显降低的趋势, 雌穗着生节上下 2~3 节位的干物分解率最高。叶的干物分解率也是靠近雌穗附近最高, 但总体变化趋势不太明显。

表 1 不同茎节干物分解率比较

Tab. 1 Comparison of the dry matter decomposability rate of different node												%
节位 Nodal place	P370			那交 63 Najiao63			P352			P338 Nodal		
	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+7				24.1	39.1	28.4						
+6	19.5	33.6	25.0	34.3	40.0	38.5	27.6	35.5	30.1	23.7	37.6	30.0
+5	33.0	36.2	35.5	39.9	40.3	40.2	44.1	39.7	41.0	34.1	39.2	37.8
+4	38.7	39.0	39.0	41.2	41.1	41.2	48.6	39.4	42.2	37.3	41.5	40.5
+3	43.1	38.5	39.7	41.3	41.6	41.5	50.4	42.4	45.0	37.0	40.8	38.8
+2	43.1	41.6	42.1	39.8	41.9	41.2	51.5	42.9	46.0	37.3	38.8	38.4
+1	41.4	37.8	39.1	39.1	42.5	41.2	49.9	42.7	45.5	37.5	38.5	38.1
0	39.6	38.3	38.9	38.0	41.7	40.1	51.6	42.1	46.5	35.1	40.7	38.6
-1	38.2	37.3	37.7	37.0	39.7	38.3	54.0	41.9	48.5	35.7	37.6	36.8
-2	39.2	39.3	39.2	36.8	42.2	39.2	54.8	43.6	50.3	39.3	38.9	39.1
-3	37.9	38.1	38.0	35.3	42.2	37.9	52.4	42.1	48.9	37.2	38.5	37.8
-4	37.0	37.4	37.1	33.2	39.0	35.0	46.2	40.7	45.2	34.6	38.5	36.2
-5	35.8		35.8				40.7		40.7	29.4	38.6	32.1
-6	32.9		32.9							26.7	37.9	29.5
平均 Average	37.2	38.3	37.7	36.2	41.2	38.9	48.7	41.8	45.4	34.0	39.1	36.7
CV	7.3	3.6	4.3	6.9	2.7	4.8	6.3	3.1	6.0	9.9	3.0	8.1

节位 Nodal place	那交 75 Najiao75			TX33			P316			平均 Average		
	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+6	24.9	37.3	29.1	24.5	37.2	27.6	22.9	37.4	29.4			
+5	30.6	37.6	36.0	40.1	39.4	39.7	33.3	38.0	37.0	36.4	38.6	38.2
+4	34.0	36.0	36.0	43.1	41.5	42.4	38.0	40.7	40.0	40.1	39.9	40.1
+3	34.2	37.5	36.8	44.2	43.5	43.4	40.8	40.9	40.9	41.6	40.8	40.9
+2	32.5	38.3	37.0	44.9	42.7	43.4	42.4	42.4	42.4	41.6	41.2	41.5
+1	33.3	36.8	36.0	44.7	40.7	42.3	40.7	41.9	41.4	40.9	40.1	40.5
0	33.8	39.1	36.6	42.4	42.1	42.3	41.1	40.2	40.6	40.2	40.6	40.5
-1	35.4	35.9	34.7	43.1	39.2	41.3	41.9	38.1	40.0	40.7	38.5	39.6
-2	33.5	37.3	35.6	45.7	39.8	43.2	42.3	36.2	39.6	41.6	39.6	40.8
-3	35.4	36.5	35.9	48.2	37.9	44.7	43.3	35.9	40.7	41.4	38.7	40.5
-4	33.5	37.4	34.9	40.4	37.2	39.	38.3	33.7	36.9	37.6	37.7	37.8
-5	28.9	37.2	31.5	35.7	35.4	35.6	32.8	33.9	33.1			
-6	26.9		26.9	33.2		33.2						
平均 Average	32.7	37.4	34.8	41.0	40.5	40.8	38.2	38.9	38.6	38.1	39.6	38.9
CV	5.6	2.3	4.1	7.4	5.9	5.8	8.7	7.7	6.5	7.4	4.0	5.7

7 个品种不同茎节茎的干物分解率变动系数平均 7.4%, 范围 5.6%~9.9%; 全茎的干物分解率平均 38.1%, 范围 32.0%~48.7%; 不同茎节叶的干物分解率变动系数平均 4.0%, 范围 2.3%~7.7%; 全叶的干物分解率平均 39.6%, 范围 37.4%~41.8%; 不同茎节茎叶的干物分解率变动系数平均 5.7%, 范围 4.1%~8.1%; 全茎叶干物分解率平均 38.9%, 范围 36.7%~45.4%。

2.2 不同茎节糖分含量分析

7 个品种不同节位糖分含量如表 2 所示, 各茎节茎的糖分含量从雌穗着生节向上和向下 3 节含量

较高, 靠近基部及顶部的节位含量明显减少。从不同茎节茎叶和叶的糖分含量看, 大体与茎的糖分含量变化有类似的倾向。不同节位茎的糖分含量变异系数, 7 个品种平均 27.3%, 范围 16.5%~37.2%; 不同节位叶的变异系数为 35.3%, 范围 20.2%~54.7%; 不同节位茎叶的变异系数为 22.4%, 范围 13.2%~31.1%。

从全茎、全叶、全茎叶的糖分含量看, 7 个品种全茎平均 15.8%, 范围 10.2%~22.4%, 全叶平均 7.0%, 范围 5.0%~13.0%; 全茎叶平均 12.3%, 范围 7.6%~16.2%。糖分含量全茎>全茎叶>全叶。

表 2 不同茎节糖分含量比较

Tab 2 Comparison of the carbohydrate content of different node												%
节位 Nodal place	P370			那交 63 Najiao63			P352			P338Nodal		
	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+7				3.0	8.2	4.5						
+6	10.4	5.4	8.4	12.2	9.4	10.1	5.4	6.2	5.6	5.4	5.0	5.2
+5	14.6	7.8	9.4	16.6	10.0	11.3	20.8	7.4	11.3	11.0	6.6	7.7
+4	16.8	7.4	9.7	19.8	10.8	12.7	21.8	8.4	12.4	15.6	7.8	9.6
+3	21.6	7.0	10.9	20.2	11.0	13.8	35.8	9.8	18.1	17.8	8.8	11.2
+2	23.6	6.2	11.8	21.2	10.6	14.3	29.8	10.6	17.4	20.2	8.4	11.8
+1	25.2	5.4	13.0	20.4	10.4	14.3	28.2	10.4	17.4	20.0	7.6	11.6
0	23.6	4.6	13.0	21.4	10.6	15.4	34.6	10.0	21.4	18.4	6.4	10.8
-1	23.2	4.2	13.6	19.4	8.2	13.9	34.8	9.2	23.0	19.6	6.2	12.0
-2	23.2	4.0	12.0	18.6	7.8	13.9	26.6	7.6	19.1	18.8	5.8	12.4
-3	20.4	3.2	13.8	14.6	6.2	11.5	16.4	7.2	13.3	17.2	5.0	11.8
-4	16.6	2.6	10.0	8.6	4.0	7.2	11.4	4.8	10.3	14.2	4.0	10.1
-5	13.8		13.8				7.6		7.6	7.8	3.2	6.5
-6	10.0		10.0							4.8	1.8	4.0
全株平均	18.8	5.2	12.4	16.2	9.4	12.4	22.4	9.0	16.2	14.8	6.4	10.0
CV	16.5	32.7	13.2	22.5	23.8	18.1	30.2	20.2	25.2	31.4	34.4	25.0

节位 Nodal place	那交 75 Najiao75			TX33			P316			平均 Average		
	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+6	9.4	4.8	7.8	10.6	6.6	9.6	6.0	4.0	5.3			
+5	13.4	6.2	7.9	20.2	8.0	11.8	8.4	6.6	7.0	158.0	8.5	9.5
+4	14.8	6.2	8.4	24.6	10.0	14.3	11.8	7.0	8.2	17.9	8.2	10.8
+3	14.4	6.6	8.7	21.4	9.8	13.5	19.6	8.8	11.9	21.5	8.8	12.6
+2	14.6	6.2	8.7	26.0	10.2	15.7	23.0	10.0	14.4	22.6	8.9	13.4
+1	15.2	6.0	9.0	28.8	9.2	16.9	25.8	8.8	15.5	23.3	7.0	14.0
0	14.8	6.2	9.6	28.0	8.8	17.3	25.6	7.8	15.9	23.7	7.8	14.7
-1	14.0	4.2	8.6	29.8	6.4	18.8	25.2	4.8	15.3	23.7	6.2	15.0
-2	13.6	4.0	8.7	28.6	4.6	18.8	25.2	3.2	15.7	22.0	5.3	14.3
-3	11.8	3.4	8.1	28.4	3.2	19.7	23.4	2.6	15.2	18.8	4.4	13.3
-4	5.8	3.0	4.7	17.4	1.6	12.6	13.2	1.6	9.4	12.4	3.1	9.2
-5	4.2	2.2	3.6	10.4	0.8	8.6	7.0	0.6	5.4			
-6	3.0		3.0	4.8		4.8	4.2		4.2			
全株平均	10.2	5.0	7.6	21.6	7.6	15.2	21.6	6.2	12.0	15.8	7.0	12.3
CV	29.2	30.8	23.0	24.1	50.6	21.6	37.2	54.7	31.1	27.3	35.3	22.4

2.3 不同茎节干物分解率与全茎叶干物分解率的相关

2.3.1 各节位茎与全茎叶干物分解率的相关 表 3 显示, -1.0, +1 节位茎的干物分解率与全茎叶干物分解率具有 0.95 以上的高相关性, 其余茎节干物

分解率与全茎叶干物分解率之间也具有显著相关性, 且越靠近顶部和基部相关性有降低的趋势。

2.3.2 各节位叶与全茎叶干物分解率的相关 表 3 显示, 只有一 1 节位具有 0.910 的高相关性, 其他节位与全茎叶的干物分解率大都在 0.700 以下, 且

越靠近基部和顶部几乎无相关性。

表 3 不同茎节和全茎叶干物分解率相关性

Tab. 3 Correlation of the dry matter decomposability rate between different node and whole plant			
节位 Nodal place	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+5	0. 841 **	0. 467	0. 754 *
+4	0. 944 **	0. 312	0. 778 *
+3	0. 938 **	0. 700 *	0. 935 **
+2	0. 932 **	0. 706 *	0. 894 **
+1	0. 961 **	0. 741 *	0. 950 **
0	0. 956 **	0. 696 *	0. 970 **
-1	0. 957 **	0. 909 **	0. 984 **
-2	0. 922 **	0. 727 *	0. 968 **
-3	0. 869 **	0. 576	0. 952 **
-4	0. 810 **	0. 369	0. 827 **
全体 Plant	0. 982 **	0. 832	

注: 表中数字为相关系数, 表 4 同  
Note: Figures are Coefficient of Correlation in the table

2.3.3 各节位茎叶与全茎叶干物分解率的相关  
表 3 显示, -3 节位至+1 节位的干物分解率与全茎叶干物分解率都有 0. 950 以上的高相关性, 特别是一2节位的相关性最高达到 0. 985, 其他节位与全茎叶干物分解率也都具有很高的相关性。

2.4 不同茎节糖分含量与全茎叶干物分解率的相关

表 4 不同茎节糖分含量和全茎叶干物分解率的相关

Tab. 4 Correlation between the carbohydrate content of different node and whole plant dry matter decomposability rate			
节位 Nodal place	茎 Stalk	叶 Leaf	茎叶 Stalk and leaf
+5	0. 692	0. 265	0. 641
+4	0. 660	0. 357	0. 595
+3	0. 946 **	0. 421	0. 872 **
+2	0. 894 **	0. 529	0. 816 **
+1	0. 750 *	0. 468	0. 754 *
0	0. 910 **	0. 463	0. 898 **
-1	0. 908 **	0. 401	0. 926 **
-2	0. 748 *	0. 307	0. 821 **
-3	0. 277	0. 308	0. 444
-4	0. 147	0. 171	0. 294
全体 Plant	0. 792	0. 467	0. 813

2.4.1 各节位茎的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关  
表 4 显示, -1 至+3 节位茎的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关性最高, 其中+3, +2, 0, -1 节位都达到了极显著水准。此外, 靠近顶部和

基部茎的相关性较小和无相关性。

2.4.2 各节位叶的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关  
表 4 显示, 全株所有茎节叶的糖分含量与全茎叶干物分解率无相关。

2.4.3 各节位茎叶的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关  
表 4 显示, 各节位茎叶的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关性变化规律, 与各节位茎的糖分含量与全茎叶干物分解率的相关性变化规律有相似之处。大体为-2 节位至+3 节位相关性最高。同样是除+1 节位达到显著水准外, +3, +2, 0, -1, -2 节位都达到了极显著水准, 基部和顶部茎叶则无相关性。

3 结论与讨论

从不同茎节茎、叶、茎叶的干物分解率和糖分含量与全茎叶干物分解率的相关性看, 雌穗着生节向上和向下 2~3 节位的茎、叶、茎叶与全茎叶干物分解率具有高度相关性, 而不同节位叶的干物分解率之间相关性较低和无相关性。再从不同茎节茎叶的干物分解率和糖分含量与全茎叶干物分解率之间相关性看, -1 节位最高, 分别达到 0. 984 和 0. 926。从不同茎节的干物分解率、糖分含量与全茎叶的干物分解率之间相关性看, +1 节位茎的干物分解率与+3 节位茎的糖分含量相关性最高。分别达到 0. 961 和 0. 946。

以雌穗着生节附近 2~3 节位茎和茎叶干物分解率和糖分含量与全茎叶干物分解率具有极高的正相关性作为理论依据, 在青贮玉米消化性品种选育上, 对当年育种材料通过测定雌穗着生节附近的糖分含量或干物分解率来间接地推断该材料的消化性优劣, 具有简便、快捷、经济、省工、准确的效果。

参考文献:

[ 1 ] 正冈淑邦, 金子恒雄. 手提压榨式糖分测定法对高粱糖分含量测定的可靠性[ J ]. 关东饲草杂志, 1988, 12(2): 1—4.  
[ 2 ] 井上直人, 春日重光. 饲料用玉米杂交种茎叶部消化性品种间差异[ J ]. 日草志, 1989, 35: 50—60.  
[ 3 ] 齐藤佑二, 秋山典昭. 玉米茎叶的糖分含量变动和消化性[ J ]. 日草志, 1993, 39(别): 103—104.  
[ 4 ] 村木正则, 门马荣秀, 井上康昭. 玉米收获时期及子粒重和茎秆糖度的关系[ J ]. 日草志, 1993, 39(别): 105—106.