

文章编号: 1005-0906(2003)02-0046-04

饲用玉米的育种进展与趋势

扈光辉

(黑龙江省农科院玉米研究中心, 哈尔滨 150086)

摘要: 本方分析了饲料玉米在我国农业中的重要地位, 并对饲料玉米的种类及饲用价值, 以及国外在营养品质的遗传变异、青贮玉米的消化率的遗传变异、收获时期的研究、种质资源等方面的研究进展和国内专用饲料玉米的研究现状进行论述, 提出我国当前选育优质专用饲料玉米育种存在的问题及解决方法。

关键词: 饲用玉米; 青贮玉米; 育种进展

中图分类号: S513.703

文献标识码: B

Development and Trend on Forage Maize Breeding

HU Guang-hui

(Maize Research Center, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: The article present the varieties and forage value and its important situation of forage maize in the agricultural production in China. The reseach progress in the genetic variation of the nutritive quality, digestive rate, the suitable harvest stage, germplasm in domestic and abroad have discussed. The problem and resolved method have been raised in the quality forage maize breeding in China.

Key words: Forage maize; Silage maize; The breeding progress

1 饲料玉米在农业中的重要地位

玉米作为粮、经、饲为一体的三元作物, 素有“饲料之王”的美誉, 世界上 70%~75% 的玉米用作饲料, 我国玉米总需求量的 78% 用作畜禽饲料, 预计到 2020 年饲料玉米将占到 89.5% 以上。普通玉米作为高能饲料, 一直存在着子粒营养价值不完全, 胚乳中蛋白质含量少、品质差、氨基酸的含量不平衡等缺点, 此外植物的茎秆、叶等部分不能很好的利用, 许多地区甚至将其焚烧掉, 不仅浪费了大量的营养物质, 而且污染了大气环境。

近年来, 随着人民生活水平的提高, 饮食结构发生很大变化, 肉、奶、蛋的需求量越来越大。国家已把畜牧业发展行动计划列为 2002 年农业部门重点实施的六大产业发展行动计划之一, 提出奶业率先实现跨越发展, 进而推进畜牧业全面发展, 实现农牧民全面增收。但是由于我国生态环境的恶化, 必须实行基本草原保护、草畜平衡、划区轮牧休牧和禁牧制度。因此, 选育优质专用饲料玉米新品种对于推进我国农业种植业结构调整和大幅度提高农牧民收入, 实现农业由数量型增长向优质高效转变, 改善我国

大气环境, 都具有重要意义。

2 饲料玉米的种类及饲用价值

2.1 子粒用饲用玉米

2.1.1 优质蛋白玉米 优质蛋白玉米又称高赖氨酸玉米。是指赖氨酸的含量一般在 0.4% 以上, 蛋白质 10%~12%, 粗脂肪 5%, 大量研究证明其饲料价值是普通玉米的 1.5~1.6 倍^[5], 在不增加玉米面积的前提下, 可以大幅度提高有效饲料的供应量, 我国早在 1972 年就开始了优质蛋白玉米的转育工作, 目前已选育出了中单 9409、中单 3850、新玉 6 号、新玉 7 号、长单 58 等一批 QPM 杂交种, 解决了优质和高产之间的矛盾, 目前我国在这一研究领域居于国际领先水平。

2.1.2 高油玉米 高油玉米是指子粒含油量超过 8%, 它是人工创造的新类型, 不仅大大提高了玉米子粒的总能量水平, 也全面改善了它的多种营养成分, 高油玉米的饲用价值明显好于普通玉米, 兼具有普通玉米的全部优点, 并富含动物体必需的脂肪酸——亚油酸(4%), 高于普通玉米 50% 的赖氨酸。长春市农科院用高油玉米喂肉用鸡实验结果表明: 用高油玉米比普通玉米增重快, 7 月龄和 8 月龄的肉鸡重分别比普通玉米高 18.1% 和 10.1%。而且高油玉米秸秆的品质也非常好, 目前生产中推广的高油

收稿日期: 2002-10-20

作者简介: 扈光辉(1975-), 男, 农学学士, 黑龙江省农科院玉米中心, 从事玉米遗传育种工作。

品种大多具有绿叶成熟的特性,也是一种难得的青贮饲料,可以说目前只有高油玉米较好的实现子粒全面优质,是一种真正集粮食、油料、饲料和经济作物一身的多元化作物,发展前景广阔,是值得推广的一种特用玉米^[1]。但高油玉米粒重相对较轻,因为85%的油分集中在子粒的胚中,随含油量的提高胚占的比重增大,胚乳的比重必须减少,则子粒重量降低,因而高油玉米产量上还和普通玉米有一定差距。同时,高油玉米育种还具有种质资源缺乏、创造资源费时、分析手段花费昂贵等困难,加上优质优价暂还难以执行,因而迅速扩大面积有一定困难,不能满足高油玉米的迫切需求。

2.2 全株用饲用玉米

2.2.1 粮饲兼用型玉米 粮饲兼用型玉米一是指果穗成熟时茎叶仍保持鲜绿,可作青贮用;二是指这类品种既可有较高的子粒产量,还要有较高的全株产量。美国一部分农场主在玉米成熟前,根据期货市场价格,以决定是将种植的玉米青贮还是留在地里风干收子粒,这种粮饲兼用的方式在获得较高子粒产

量的同时,得到具有较高饲用价值的茎叶,实现玉米的综合利用,拓宽饲料来源,提高玉米附加值。因此,大力发展粮饲兼用型玉米是符合现有国情的一个重要发展方向,目前春播品种农大108、农大86、中原单32均可属于粮饲兼用型品种。

2.2.2 专用型青贮玉米 青贮玉米是指专门用于饲养家禽、家畜的玉米品种,在子粒蜡熟后期将玉米果穗和茎叶进行青贮后,作为反刍动物的饲料,其消化率达60%~70%,青贮玉米具有以下特点:

- (1) 生长速度快、茎叶繁茂、生物产量高,一般生物产量不低于60 t/hm²,干物质产量高于200 g/kg。
- (2) 营养成分含量高、养分均衡、茎秆多汁、含糖量高。
- (3) 穗部干物质与全株干物质比例适当,干物质比例过高会造成淀粉增加、纤维素消化能力下降。
- (4) 具有较强的抗倒性和抗病虫能力。
- (5) 同其它青贮饲料比具有较高的能量和良好的消化吸收率^[4](如表1)。

表1 美国常用饲料中的碳水化合物和蛋白质比较

饲料名称	NDF/DM	木质素/NDF	NSP/DM	淀粉/NSC	CP/DM	可溶性氮/CP	ADFIP/CP	NPN/SP	NDFIP/CP
紫花苜蓿干草									
开花前期	40.0	20.0	7	10	25.0	30.0	10.0	96	17.8
开花中期	44.0	22.7	7	10	22.0	28.0	14.0	96	25.2
紫花苜蓿青贮									
开花前期	42.0	16.9	7	10	19.0	50.0	15.0	100	26.7
开花中期	46.0	18.9	7	10	17.0	45.0	18.0	100	32.0
普通干草									
开花前期	67.0	7.5	1	6	9.1	25.0	6.1	96	31.0
成熟期	72.0	12.5	1	6	7.0	25.0	6.5	96	31.0
青贮玉米									
45%子粒	45.0	9.0		100	9.2	45.0	7.9	100	16.4
25%子粒	55.0	10.9		100	8.1	50.0	8.0	100	16.0

DM: 干物质; NSP: 非结构性多聚糖(胶质等); NSC: 非结构性碳水化合物; CP: 粗蛋白; NPN: 非蛋白氮; ADFIP: 酸溶蛋白; SP: 可溶性蛋白; NDFIP: 中性非溶蛋白

据报道,将子实玉米改为全株青贮玉米,其营养物质至少可多收50%。即1 hm²的饲用青贮玉米可得到相当2 hm²的普通玉米的饲料单位,据陈自胜研究表明,在土地和耕作条件相对一致的情况下,青贮玉米比子实玉米每公顷多收入539元,多生产可消化蛋白53 kg,喂青贮饲料的奶牛比不喂的日产奶增加3.64 kg,一个泌乳期多盈利978元。世界上畜牧业发达的国家如法、英、荷、欧洲国家都选育了大量的饲料玉米进行全株青贮,青贮玉米种植面积占到整个玉米面积的30%~40%。美国的威斯康星州是养牛最多的省份,青饲玉米占到养牛日粮的25%,与世界相比,我国青贮玉米的面积极少,只是刚刚起步。因此,今后选育和筛选产量及营养价值更

高的青贮品种,是饲料玉米发展的一个大方向^[3]。

3 饲料玉米育种研究进展

3.1 国外饲料玉米的育种研究

3.1.1 营养品质性状遗传变异的研究 美国研究人员指出:玉米种质资源中营养品质性状遗传变异范围大,可以从遗传上改变纤维素的组成,在Wisconsin大学里,研究人员用S1选择法对一个群体进行2轮的双向选择,以增加纤维素和木质素在茎秆组织的含量;形成WFISIFI和WFLSILO两个群体。研究发现,在抽丝中期,两个群体叶鞘NDF,ADF和木质素含量都有差异,WFISIFI群体分别高出WFLSILO群体,41、45和8 g/kg,对第一轮选择后的S1家

系的测定结果显示,所有组成成分的广义遗传力都很高,其中有许多超过 80%,根据吐丝期叶鞘和茎秆组分的含量,Wolf 等从 WFISIHI 和 WFLSILO 两个群体选出了 4 个纤维素和木质素含量高的 S1 家系和 4 个纤维素和木质素含量低的 S1 家系。对这些 S1 家系的测交种的鉴定表明,在吐丝中期对叶鞘和茎秆组分含量的选择是有效的,经过选择可以筛选出组成成分上和消化率方面适合作青贮饲料的基因类型,此外,这些自交系的优良营养性状在其组配的杂交种中也同样表现出来。

研究发现:品种的成熟度和青贮产量,子粒产量和果穗率较大的变化范围对营养品质的变异范围有较大的影响,在美国 Wisconsin 大学里,研究人员将美国现有的公共自交系材料和过去重要的自交系材料进行茎秆成分和消化率的鉴定,试验在播种时进行适当的错期安排,以便在收获时各自交系的材料的生理时期大致相同。鉴定中发现在早熟和晚熟自交系材料之间,营养价值的差异较大。此外,在美国自交系间,NDF、ADF 和木质素,蛋白质含量也存在着明显的差异,这意味着如果这些营养性状遗传力较大,可以对含有优良营养性状的材料进行广泛的组配,从而选育出优质青贮饲料玉米。

3.1.2 对青贮玉米消化率的遗传变异研究 在荷兰,早在 20 世纪 70 年代后期就注意到青贮饲料玉米消化率的变异以这种变异中选择出营养品质比较适宜的饲料玉米。Deinum 和 Brakker 对商用杂交种的整株和茎秆性状包括体外有机物质的消化率和 CWC 消化率进行鉴定,发现整株饲料玉米的消化率与 CWC 的消化率高度正相关($r=0.8$)而与果穗率不相关。Deinum 和 Brakker 因此认为:有两种途径可以把整株消化率提高 10 g/kg;(1)把果穗率提高 6.8%;(2)把细胞壁的消化率降低 20 ~ 30 g/kg。

Dolstre 和 Miedema 测量了 10 个杂交种的茎秆消化率,发现茎秆细胞壁的消化率的遗传力大于整株的消化率(分别为 77%,64%),说明对茎秆消化率尤其是细胞壁的消化率的选择在整株水平上选择更加有效。此外,相对于其它营养性状来说,细胞壁的消化率受植株成熟度的影响较小。

3.1.3 青贮饲料玉米收获时期研究 青贮玉米的成熟度对青贮玉米的干物质产量和营养品质影响都很大,获取整株干物质最大产量时期是子粒乳线下移至 3/4 处,此时损失的营养物质较少。随着成熟度的提高,茎秆纤维素含量和木质化程度都增加。然而就整株而言,纤维素含量和木质素含量通常是下降的。

这时因为子粒中非结构性碳水化合物的增加抵消了茎秆中增加的纤维素和木质素对整株的影响。Wiersma 和 Hunt 等人的研究结果认为:在权衡产量和营养品质之后,青贮玉米的收获应当在乳线下移 1/4 ~ 3/4 时期最佳。

3.1.4 提高干物质产量,选用耐密品种 整株干物质产量高是青贮饲料玉米的一个重要性状,试验证明,干物质含量低于 200 g/kg,玉米青贮发酵不稳定;牲畜对青贮饲料玉米的消化吸收率显著降低。因此选育出整株干物质产量高的杂交种是青贮玉米育种的重要目标之一。研究认为子粒产量与整株产量和干物质的积累相关性没有达到显著水平。因此,在选育青贮玉米品种时,要考虑整株,包括子实、茎秆、叶在内的干物质产量,而不只是考虑子实高产。研究表明,在一定密度范围内,种植密度的提高在提高子粒产量的同时,也增加了整株干物质产量。但密度过高会导致干物质含量降低。可能是高密度降低了果穗率及果穗的成熟度。因此选用耐密植品种是提高青贮玉米干物质产量的途径之一。

3.1.5 饲料玉米种质研究及进展 近年来,为了获得优质饲料玉米,一些畜牧业发达国家先后对褐色叶中脉基因型玉米(bm3 玉米)、甜玉米和爆裂玉米、O2 玉米、糯玉米、高油玉米、分蘖玉米、矮秆玉米、同源 4 倍体玉米等玉米种质进行了研究。结果表明,bm3 玉米、高油玉米和分蘖玉米具有较高的生物产量,丰富的营养,良好的体内消化率,具有较高的饲料利用价值。近年来加拿大开始选育专用的分蘖型玉米杂交种,用它育成的青贮饲料品种含有大量的可消化蛋白质。匈牙利专家指出具有窄叶和分蘖强的饲草型玉米能够用作青贮杂交种和放牧用杂交种的定向选育,因而实际意义重大。

3.1.6 符合动物生长需要的饲料玉米——Nutridense corn 目前,在美国 Iowa 州立大学的研究工作者们,结合育种家、生物学家和营养学家的智慧,运用现代的生物科学技术,选育出了一种以家禽为对象,高营养值,无污染的玉米——Nutridense corn,这种玉米同普通玉米比较具有集高油、高蛋白、高氨基酸于一身等优点^[7],如表 3。

3.2 我国饲料玉米的研究进展

我国自 60 年代就已开始饲料玉米的育种研究,经过数十年的不断努力,在高蛋白、高油育种方面我国已经居世界领先地位。相比较而言,青贮玉米起步比较晚,“七五”期间列入国家攻关计划,以青枝、绿叶、茎叶多汁、富含糖分、适口性好和生物产量高为

主要目标。我国玉米育种工作者也先后引进或培育出多个青贮玉米品种,如白鹤玉米、京多、龙牧 1 号、辽原 1 号等,并通过无性系变异选育出青饲多秆多穗玉米新品种“科多八号”^[2]。国家也专门成立了“全国牧草饲料品种审定委员会”,用于审定全国的牧草饲料作物。我省在“七五”、“八五”、“九五”、“十五”期间都专门立项研究,并先后育成了龙牧 1 号、龙牧 5 号等一批专用青贮玉米品种,育种方法已由综合种的改良发展到杂交种的选育,使得青贮饲料玉米的产量有了很大的提高。但是同子粒型玉米相比较青贮玉米品种少,更新慢,如白鹤品种在我省种植几十年。随着国家对农业结构调整的进一步深化,畜牧业的迅猛发展,加上草原破坏严重,青饲料严重缺乏。目前,各级农业科研单位都已投入了巨大的人力、财力加强青贮玉米育种工作,育种的手段和方法进一步丰富,青贮玉米已成为我国今后玉米新品种选育的一个重要方向和任务。

表 3 普通玉米和 Nutridense 玉米营养含量比较

营养元素	普通玉米	Nutridense 玉米
水分(%)	13.000	13.000
粗蛋白(%)	7.900	10.500
油分(%)	3.200	5.500
赖氨酸(%)	0.240	0.310
蛋氨酸(%)	0.160	0.210
苏氨酸(%)	0.190	0.220
色氨酸(%)	0.040	0.080
亮氨酸(%)	0.910	1.350
异亮氨酸(%)	0.290	0.410
缬氨酸(%)	0.390	0.550
精氨酸(%)	0.350	0.520
P(%)	0.260	0.320
能量值(卡/磅)		
猪	1 550	1 597
家禽	1 560	1 593

4 我国饲料玉米育种存在问题及解决方法

4.1 缺乏快速可靠的实验室分析技术

青贮饲料玉米育种的难点是缺乏快速可靠的实验室分析技术,从而不能很好的对玉米材料的营养品质进行选择鉴定,加大了对青贮玉米的营养品质性状如细胞壁的纤维素、木质素的含量、粗蛋白含量的选择难度。

在近期内 NIRS(近红外反射光谱仪)有可能得到利用,可以大幅度提高测量速度和样品分析数量。

4.2 种质资源贫乏、基础狭窄

相对于国外青贮玉米的研究而言,我国起步较晚,在种质资源的保存利用上,仍处于低水平,组配出的杂交种较少、品种更新慢,而且,缺乏遗传基础丰富的种质资源^[6],难以选育出综合性状优良的青贮饲料玉米品种,限制了我国青贮饲用玉米的迅速发展。

为改变我国玉米种质资源贫乏的局面,对现有的种质资源进行深入细致的鉴定、改良和创新,并积极引进利用国外的优良种质,是我国饲料玉米育种工作的当务之急。

4.3 育种技术相对滞后

近年来我国育种工作者选育推广了一批专用玉米饲用品种,如辽原 1 号、中原单 32 等,但整体上,在饲用玉米的研究开发利用起步较晚,基础相对薄弱,育种方法、技术和手段落后,在代表 21 世纪生物技术发展水平的基因工程等高新技术方面,与国际先进水平相比,具有明显的差距。在农业产业结构调整为饲用玉米发展提供良好机遇的现在,尚不能提供有力的技术支撑。

应加大育种及相关技术领域的研究力度,利用现代生物技术和常规技术手段,构建专用饲料玉米的杂优模式,选配适应市场需求,满足牧畜饲喂需要的玉米品种。

参考文献:

- [1] 宋同明. 高油玉米育种[M]. 北京农业大学出版社,1992,10-30.
- [2] 刘纪华. 青饲玉米无性系变异与育种[C]. 玉米遗传育种国际学术讨论会,中国农业科技出版社,2000,95-98.
- [3] 宋锡章. 发展专用品种 提高玉米效益[J]. 玉米科学,2000,9(3): 45-48.
- [4] 李维岳,等. 吉林玉米[M]. 吉林科学技术出版社,2000,484-529.
- [5] 石德权主编. 优质蛋白玉米[M]. 中国科学技术出版社,1995.
- [6] 吴景峰. 我国主要玉米杂交种种质基础评述[J]. 中国农业科学,1983,16(2).
- [7] Guan Hanping, Breeding Corn for Improved Animal Feed. 玉米遗传育种国际学术讨论会[M]. 中国农业科技出版社,2000,46-48.

联系电话: 0451-6671284,6681871