

甜玉米新种质生化成分的分析

刘雅楠 曾孟潜 叶松青

(中国科学院遗传研究所, 北京 100101)

摘 要 以我国自己转育成的甜玉米新种质为材料, 研究甜玉米的生化成分、优势率和遗传控制。研究结果表明, (1)甜玉米新种质各种生化成分与原始基因型接近, 营养价值高, 食味品质好; (2)甜玉米品质性状优势率以负(向)优势为主, 明显不同于生长势性状的优势率; (3)普甜、甜脆、超甜玉米籽粒外观性状和糖分含量均受其各自的一对隐性基因控制。

关键词 甜玉米 新种质 生化成分 优势率 遗传控制

关于甜玉米种质的生化和遗传研究, 已发表过一些报告。G reech 报道, 甜玉米普甜型 (su1 su1), 超甜型 (sh2 sh2), 多基因型 (ae ae du du w x w x) 突变体授粉后 20天, 鲜籽粒全糖含量分别为 15.6%、34.8%和 38.7%。蔗糖含量分别为 10.2%、29.9%和 34.6%; 而正常玉米(齿型)全糖含量为 5.9%。蔗糖含量为 3.5%^[1]。曾孟潜等对自己转育的科甜号普甜型种质采收期鲜籽粒的氨基酸分析表明, 赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸等重要氨基酸含量和食味品质方面与美国著名的金黄× 彭顿杂种类似, 但含较多的谷氨酸、较少的精氨酸^[2]。李庆富等报道, 甜玉米鲜籽粒中可溶性糖的含量与授粉后的天数呈显著的负相关, 授粉后 15天至 23天之间含糖量每天以 0.76%~ 0.86%的速度下降, 不同年份, 不同品种相关系数 (r)变化范围为: r = 0.89~ 0.99^[3]。目前, 国际上这方面的研究很不充分, 还缺少从突变体转育来的新种质的生化成分的系统分析。本研究旨在比较分析甜玉米新种质的生化成分和分析影响糖分含量的有关基因及其遗传特点。

1 材料和方法

1.1 材料

普甜型、超甜型和甜脆型新种质来自本实验室应用甜玉米转育材料建成的 5个轮选群体推广杂交种 8701征集自上海农科院作物所。实验材料包括普甜型杂交种 KT 105(YT 185× YT 83), KS 101(笋玉米, YT 33× YT 83)及其亲本系 YT 185 YT 83 YT 33 和杂种 8701(ck); 甜脆型 (bt bt)单交种 KT 111及其亲本系 YT bt -11, YT bt -15; 超甜型 (sh2 sh2)自交系 YT 201 YT 202 YT 203

1 2方法

生化成分测定 样品制备: 样品为杂交种及其亲本系授粉后 20天的青穗籽粒和刚吐丝未授粉的笋状玉米幼穗 每个样本设 3个重复。样品烘干后研磨, 过 60目筛, 得到粉状样品待用。蛋白质含量用半微量凯氏定氮器测定。脂肪含量用索氏脂肪抽提器, 按残余法测定。全糖含量用蒽酮法测定。淀粉含量用旋光仪测定, 标准曲线用葡萄糖制作。纤维含量用酸碱处理后的重量法测定。维生素 C 含量用标准维生素 C 片速测滴定法测定。微量元素含量采用三酸消化处理后, 用美国 ICA P 9000型等离子体光谱测定法测定。氨基酸含量: 样品前处理为酸水解法, 而后用自动高速氨基酸分析器 (日本日立公司产品, 835-50型) 测定。品尝鉴定: 邀请 12位专家对食味、商品品质作综合鉴定, 按百分制计分。

优势率 (RH) 的测定 按杂交种 (F₁) 与双亲 (P₁, P₂) 平均值 (\bar{P}) 之差除以双亲平均值, 用百分率来分析。即:

$$RH(\%) = \frac{F_1 - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100$$

遗传测定 各种甜玉米类型分别与正常玉米 (+ +) 海 7-1 杂交、自交和回交。观察数据经 X² 测定, 求出 P 值, 比较实际与期望值符合与否及符合程度。

2 结果与分析

2 1 主要成分

试验结果列入表 1-3。在鲜籽粒方面, 普甜型新种质全糖含量 13.4%~18.0%, 蛋白质、脂肪含量分别为 2.0%~2.3%, 4.6%~5.8%, 粗纤维含量为 2.1%~2.5%, 淀粉含量为 44.4%~49.0%, 维生素 C 为 13.7~21.5mg/100g。而甜脆型杂交种 KT111 同普甜型比较起来, 含较多的蛋白质、脂肪, 含较少的淀粉和 VC。至于全糖和粗纤维的含量大体相当。上述 4 个杂交种中, 新育成的前 3 个样本与目前推广种 (ck) 相比较, 全糖、蛋白质、脂肪 (除 KT105 外)、VC 明显地高于 ck。

在鲜笋方面, 普甜型杂交种 KS101 8701(ck), 全糖含量为 12.1%~14.5%, 蛋白质、脂肪含量分别是 3.2%~3.8%, 2.4%~4.8%, 粗纤维含量为 6.0%~8.1%, VC 含量为 22.6~

表 1 甜玉米新种质鲜籽粒和鲜笋的主要生化成分含量* (g/100g) 和主要微量元素含量 (mg/100g)

名 称	蛋白质	脂 肪	全 糖	粗纤维	淀 粉	VC	Ca	P	Fe	Zn	K	M n	M g
KT105(粒)	2.34	4.78	14.38	2.50	44.36	21.50	22.57	425.10	3.43	3.87	1015.3	1.33	126.01
KT111(粒)	2.63	9.03	15.34	2.51	24.50	5.25	22.41	437.70	2.86	3.72	975.9	1.21	149.75
KS101(粒)	2.04	5.75	17.99	2.12	44.88	15.67	16.55	368.20	2.99	3.67	798.3	1.08	128.53
8701(粒)	2.05	4.60	13.44	2.32	49.01	13.67	13.80	323.70	3.10	2.89	922.0	0.96	169.87
KS101(笋)	3.80	4.78	14.49	6.00	0	22.60	237.30	766.20	4.66	8.49	2586.3	4.26	244.55
3701(笋)	3.15	2.41	12.10	8.14	0	23.47	210.10	558.98	4.09	7.21	2234.0	3.60	226.76
YT83(笋)	4.53	4.39	10.21	8.12	0	28.01	218.00	878.50	8.65	7.83	2746.4	4.46	275.63
YT33(笋)	3.97	3.49	14.05	5.94	2.1	35.34	154.80	709.00	5.78	7.01	3450.4	4.55	265.26

* 采收期鲜籽粒含水量为 66.3%~70.2%, 鲜笋为 88.4%~92.0%。

表 2 甜玉米新种质的氨基酸含量 (mg /100g)

名 称	A	S	P	T	H	R	S	E	R	G	L	U	G	L	Y	A	L	A	C	Y	S	V	A	L	I	L	E	U	T	Y	R	P	H	E	L	Y	S	H	I	S	A	R	G	P	R	O	N	H ₃	
KT105(粒)	0	87	0	41	0	48	2	96	0	44	0	97	0	13	0	66	0	45	1	33	0	28	0	81	0	29	0	29	0	25	0	91	0	42															
KT111(粒)	0	77	0	35	0	43	2	38	0	43	10	1	0	13	0	59	0	39	1	07	0	26	0	68	0	27	0	28	0	48	0	92	0	42															
KS101(粒)	0	61	0	33	0	41	1	56	0	43	0	91	0	17	0	58	0	40	1	14	0	25	0	65	0	29	0	28	0	21	0	92	0	44															
8701(粒)	0	68	0	29	0	37	2	18	0	37	0	71	0	12	0	54	0	34	0	97	0	17	0	61	0	25	0	23	0	24	0	81	0	38															
KS101(笋)	1	35	0	62	0	71	3	33	0	80	1	16	1	13	0	92	0	66	1	21	0	33	0	90	0	52	0	33	0	50	0	72	0	44															
8701(笋)	1	31	0	59	0	64	3	39	0	74	1	02	0	18	0	88	0	61	1	11	0	24	0	94	0	29	0	21	0	27	0	67	0	57															
YT83(笋)	1	50	0	53	0	59	2	26	0	73	1	06	0	14	0	84	0	57	1	02	0	27	0	76	0	45	0	30	0	39	0	53	0	77															
YT33(笋)	2	01	0	72	0	82	3	15	0	94	1	28	0	15	1	06	0	77	1	38	0	34	1	08	0	54	0	39	0	61	0	84	0	50															

23 5mg /100g, 不含淀粉。普甜型杂交种两个样本中, 新育成杂交种 (KS101)的蛋白质、脂肪、全糖含量明显地高于 8701(ck), 而粗纤维和 VC 则低于 ck(见表 1)。

将鲜籽粒与鲜笋加以比较, 则可以清楚地看出, 鲜籽粒中的淀粉含量较丰富 (鲜笋中则不含淀粉), 而蛋白质、粗纤维和 VC 含量则显著地低于鲜笋。

2.2 氨基酸成分

由表 2 可见, 在鲜籽粒方面, 普甜型和甜脆型三个杂交种中除了个别氨基酸含量 (ASP、GLU、CYS、ARG)外, 大多数氨基酸含量都高于对照。比如赖氨酸的含量较对照增高 10.8%~13%。在鲜笋方面, 也有类似鲜籽粒的表现, 比如赖氨酸含量较对照增高 79%。

食味品质鉴定表明, 转育成的新种质与美国原始基因型的近似。

2.3 微量元素成分

28种微量元素分析结果列于表 3, 择其重要的 7种列入表 1。由表 1可见, 在鲜籽粒方面, 4个样本中, Ca含量为 13.8~22.6mg /100g, P为 323.7~437.7mg /100g, Fe为 3.0~3.4mg /100g, Zn为 2.9~3.9mg /100g, K为 798.3~1015.8mg /100g, Mn为 1.0~1.3mg /100mg, Mg为 126.0~169.9mg /100g。前三个样本比之对照含有较多的 Ca、P、Zn、Mn。

2.4 优势率分析

KS101及其亲本系的玉米笋的主要生化成分含量、氨基酸含量和微量元素含量的优势率分析结果表明, 6种主要生化成分中, 3种为负(向)优势, 2种为正(向)优势, 1种为无优势; 16种氨基酸成分和 NH₃ 共 17种成分中有 8种呈现负优势, 7种呈现正优势, 2种为无优势。28种微量元素中 21种呈现负优势, 7种呈现正优势。

2.5 遗传测定结果

3种甜玉米基因型相互杂交, F₁种子为正常玉米籽粒, 以 3种基因型新种质为母本分别与正常玉米系海 7-1父本杂交, F₁种子为正常玉米籽粒, 而后再用各自的母本回交一次, F₂和 BC₁的分离比率符合期望比值, F₂的非甜:甜为 3:1, BC₁则为 1:1(表 4)。说明 3种新种质都是受其各自的一对隐性基因控制的。

表 4 甜玉米与正常玉米杂交后代籽粒的分离比例

类型与组合	籽粒数(个)			期望比值 (非甜:甜)	X ² 测定 P值
	总数	非甜	甜粒		
(su1suK+++)⊗	1468	1101	367	3:1	P=1.0
(su1suK+++)×su1su1	900	445	455	1:1	0.95>P>0.7
(sh2sh2K+++)⊗	2034	1515	519	3:1	0.7>P>0.5
(sh2sh2K+++)×sh2sh2	826	416	410	1:1	0.99>P>0.95
(bt1bt1K+++)⊗	1941	1488	453	3:1	0.5>P>0.3
(bt1bt1K+++)×bt1bt1	994	498	496	1:1	P=0.95

3 讨论

3.1 关于玉米生化成分的问题

我们的试验结果与 Grech^[1]及丘应模^[4]的结果相近。Grech 报道, 原始的普甜基因型 (su1su1) 采收期鲜籽粒全糖含量为 15.6%, 丘应模的研究表明, 采收期鲜籽粒的蛋白质、脂肪、淀粉和纤维含量分别达到 4.6%, 1.6%, 32.1%, 0.8%, VC 含量达到 10mg/100g, 与我们的分析结果差别不太大。其它成分(微量元素、氨基酸含量)也有类似的情况。丘应模分析了鲜籽粒和笋的热量大小, 结果显示, 甜玉米中采收期鲜籽粒热量为 670J/100g, 鲜笋则为 138J/100g, 与正常玉米比较, 鲜籽粒含较高的热量, 鲜笋则含少得多的热量。曾孟潜分析甜玉米鲜籽粒和笋的多种维生素, 表明 VC、VE、VB₁、VB₂、VPP 含量丰富^[6]。总括起来, 鲜笋是富含维生素, 而为低热量, 不含或很少含淀粉的绿色蔬菜。

如将甜玉米与冬笋、茼蒿笋和芹菜作比较, 许多指标都超过它们^[5], 因此, 可以说甜玉米在营养价值上是较高的。

3.2 关于甜玉米的优势率分析问题

根据 Mackey 的杂种优势概念的分类, 杂种优势有方向性, 有正(向)优势, 负(向)优势^[7]。本实验室已经报道^[2], 甜玉米生长势、株高、穗位高、地上茎节数、雄穗分支数等性状有正优势。正常玉米上述性状有正优势, 而一些品质性状(生化成分), 则出现二种情况, 有的为微弱的正优势, 有的则为负优势。我们此次的分析结果表明, 总共 51 种成分中, 31 种为负优势, 3 种为无优势, 另 17 种则为正优势, 可见负优势大大超出正优势。这是品质性状优势率和生长势性状优势率的根本区别, 产生这种现象的原因, 已有人提出“稀释”假说, 但不完善, 有待进一步深入研究补充。

参 考 文 献

- 1 Grech RG. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. Genetics 1965 52 1175-1186
- 2 曾孟潜. 普通甜玉米杂交种的选育研究. 作物杂志, 1985 1: 20~ 21
- 3 李庆富, 王惠英. 制罐(糊状)甜玉米的采收期. 上海农业学报, 1990 6: 68~ 85
- 4 丘应模. 健康蔬菜. 农药世界(台湾), 1989 7: 90~ 92
- 5 中国医学科学院卫生研究所. 食物成分表. 蔬菜. 北京: 人民卫生出版社, 1981
- 6 曾孟潜. 植物的杂种优势. 见: 蔡旭主编. 植物遗传育种学. 北京: 科学出版社, 1989
- 7 曾孟潜. 甜玉米杂交种的品质分析. 见: 中科院遗传所编. 研究工作年报(1991). 北京: 科学出版社, 1992 38~ 39

Analysis of Biochemical Constitution of New Germplasm in Sweet Corn

L iu Y a'nan Zeng M engqian Y e Songqing

(Institute of Genetics, Academia Sinica, Beijing 100101)

Abstract The new germplasm s of the sweet corn which were transferred and bred by our country were used as experimental materials to study the biochemical constitution, the heterotic rate and genetic control. The results showed ① The new germplasm s had high nutritive value and taste quality and were similar as the protogene type in each biochemical constitution. ② The heterotic rates were negative orientation on the most of quality character, but it was evidently different from the growth vigour character. ③ The external character and the content of sugar were controlled by a pair of recessive gene in the normal sweet brittle sweet and supersweet corn.

Key words Sweet corn; New germplasm s; Biochemical constitution; Heterotic rate; Genetic control