

# 高粱籽粒果皮和种皮性状与单宁含量的关系

孙毅

L. Hallgren

(山西省农业科学院高粱研究所, 榆次) (丹麦哥本哈根嘉士伯研究中心, 哥本哈根)

## 摘要

根据直观观察对一些常用高粱品种的籽粒性状基因型做了推测, 并将其结果与单宁含量测定结果一起进行了综合分析。试验结果证明, 高粱种皮的存在并不必然导致高单宁含量。紫色种皮和深色果皮无种皮的高粱都只含极少量的单宁(分酚)。根据这一结果, 我们对高粱籽粒分类和高粱品质育种工作中对于籽粒性状的选择提出了一些新的观点, 旨在为解决食用、饲用高粱的籽粒品质育种与抗鸟害和病虫害育种之间的矛盾开辟一条新的途径。

**关键词** 高粱 单宁 果皮 种皮 品质育种

一般认为, 高粱籽粒中的单宁, 在田间是有益性状, 而从食用和饲用营养学的角度上来说却是有害性状。因而营养学家和农学家、消费者和种植者间长期以来一直就高粱籽粒中单宁存在的必要性进行着争论。而高粱育种工作者则在这两个极端之间徘徊。如何利用单宁在田间抗病虫害、抗鸟害的优点而又不影响高粱籽粒的营养价值, 是长期以来需要解决的重大问题。

有人提出一些方法以消除高粱籽粒中单宁对于营养的副作用。如, 加入蛋氨酸, 利用甲醛或某些酸碱物质对单宁进行浸提, 去皮也有一定的脱单宁作用。

单宁被认为主要存在于高粱籽粒的种皮层。无种皮品种籽粒中没有单宁, 但可能会有一些其它类型的酚类或色素物质。根据籽粒种皮和扩散子的有无, 高粱品种被分为三组。有多种方法可以用来分析高粱籽粒的单宁含量, 但根据Earp等人的试验, 香草醛—盐酸法被认为是效果最理想的方法<sup>[1]</sup>。本试验的目的是将籽粒直观性状的观察与单宁含量测定结合起来, 以估价其在育种中的作用。

## 材料与方 法

64个高粱品种来自中国(山西农科院)、美国(印第安那州普杜大学)和非洲(苏丹喀土穆福特研究中心及坦桑尼亚和卢旺达的地方品种)。来自中国的一些品种来源于ICRIS-AT(国际半干旱所)和美国。

单宁分析采用的是改良香草醛——盐酸法，浸提20分钟并设有空白对照。籽粒样品用装备有500  $\mu\text{m}$  筛的IM—1型离心粉碎机在水分测定和单宁含量分析的同日进行粉碎。

品种的基因型根据Rooney和Miller的描述<sup>10</sup>目测加以确定。试验1987年5月完成于丹麦嘉士伯研究中心。

## 试验结果

表1列出了根据分析和观察结果得出的一些生产上常用品种的籽粒性状、基因型、所属组型和单宁含量。属于第I组的品种的单宁含量在0—0.2% CE之间，平均为0.08% CE；第II组品种的含量在0.1—5.8% CE之间，平均为1.8% CE；第三组品种的含量在1.0—12.8% CE之间，平均为4.3% CE。三组之间在单宁含量上的差异是明显的。但在这三个组之间没有绝对的界限，不能仅根据分组来确定单宁含量。

第I组中的一些品种不含有可测到的单宁，而同一组中的另外一些品种则确实含有微量的多酚类物质（是或不是单宁）。第I组中的4个具有棕色或红色果皮的品种全部与香草醛发生微弱的阳性反应，从而表明都含有微量的多酚类物质。这一结果说明，扩散子本身有微小的使多酚类物质产生的作用。

第II组品种的单宁含量差异极大。一些品种（如菲特瑞塔和Kafinamb具有明显的种皮，但只含有极少量单宁。这说明种皮的存在并不必然导致籽粒高单宁含量。因而，从事低单宁育种工作的育种者并不能仅因为种皮的存在而淘汰品系。与此相反，一些既无种皮又无扩散基因的品种（如P954063和BT x623）却含有一些可测到的多酚类物质。因而要想选到不含多酚类物质的品种，也不能仅以种皮和扩散子的不存在为依据。

第III组品种的单宁含量大大高于其它两组，说明扩散子不仅影响果皮也影响种皮中的单宁含量。

来自中国的品种包括在田间生产中应用最为广泛的高粱杂交种的不育系（保持系）和恢复系。其中有一些是中国高粱、南非高粱和享加利高粱的杂交后代。源于国际半干旱所的品种是在1979年以后引进中国并已至少种植了两代以上。所有分析的国际半干旱所的材料都属于第I组，而大部分中国品种则属于第三组。

多数中国高粱恢复系都是高单宁品种，而不育系只含有微量多酚类物质。一些传统地方品种也是高单宁品种（如离石黄）。这说明高单宁含量的品种在中国的某些地区是可以被接受的。

属于三个组的不同类型都可以从来自美国和非洲的品种中找到。这些品种的单宁含量变化极大，从中还发现了两个单宁含量极高的品种，BR64（12.8% CE）和S—37（8.8% CE）。

## 结论和讨论

高粱籽粒果皮和种皮中的单宁（多酚）含量都变化极大。在鸟害和粒霉病等危害较轻的地区，那些无种皮但具有深色果皮的品种，也许会在一定程度上解决营养价值和象鸟害、粒霉病侵染等不良农艺性状间的矛盾。虽然我们没有对果皮中的多酚类物质进行分离，但根据

表1 一些常用高粱品种的籽粒性状、基因型、分组和单宁含量

| 品 种           | 品种<br>来源 | 果皮<br>颜色 | 种皮<br>有无 | 种皮<br>颜色 | 分<br>组 | 单宁<br>含量 | 果 皮<br>基因型 | 种 皮<br>基因型   |
|---------------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|------------|--|
| 晋辐1号          | 中国       | 红        | 无        |          | I(S)   | 0.2      | RRYYii     | — — — — SS   |
| BTx378        | 中国       | 红        | 无        |          | I(S)   | 0.1      | RRYYii     | b <sub>1</sub> b <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> SS     |
| MR724         | 中国       | 白        | 无        |          | I      | 0        | RRyyII     | — — — — SS   |
| MR723         | 中国       | 白        | 无        |          | I      | 0        | RRyyII     | — — — — SS   |
| 2219A         | 中国       | 白        | 无        |          | I      | 0.1      | RRyyII     | — — — — SS   |
| CK60A         | 中国       | 白        | 无        |          | I      | 0.1      | RRyyII     | — — — — SS   |
| Tx622A        | 中国       | 白        | 无        |          | I      | 0.1      | RRyyII     | — — — — SS   |
| Daber         | 苏丹       | 白        | 无        |          | I      | 0.1      | RRyyII     | — — — — SS   |
| Hageen Durrai | 美国       | 黄        | 无        |          | I      | 0.1      | rYYII      | — — — — SS   |
| P721N         | 美国       | 白        | 无        |          | I      | 0.1      | RRyyII     | — — — — SS   |
| Kafinamb      | 中国       | 白        | 有        | 紫        | I(P)   | 0.1      | RRyyü      | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> tptps  |
| Feterita      | 苏丹       | 白        | 有        | 紫        | I(P)   | 0.2      | RRyyII     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> tptps  |
| IS0135        | 美国       | 白        | 有        | 紫        | I      | 1.2      | RRyyii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTps  |
| IS2319        | 美国       | 白        | 有        | 紫        | I      | 1.4      | RRyyii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTps  |
| IS8544        | 美国       | 白        | 有        | 棕        | I      | 5.8      | RRyyii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTps  |
| IS8768        | 美国       | 白        | 有        | 棕        | I      | 2.9      | RRyyii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTps  |
| 7384          | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 1.0      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| 离石黄           | 中国       | 黄        | 有        | 棕        | ■      | 4.2      | rYYII      | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| 三尺三           | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 4.4      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| 忻乘7号          | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 4.4      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| 晋梁5号          | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 5.1      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| HC356         | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 3.6      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| HM65          | 中国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 4.1      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| S-37          | 卢旺达      | 红        | 有        | 棕        | ■      | 8.8      | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |
| BR64          | 美国       | 红        | 有        | 棕        | ■      | 12.8     | RRYYii     | B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>2</sub> TpTpSS |

注：单宁含量的单位为% CE，CE = Catechin，儿茶酸当量，反映高粱籽粒中全部与香草醛发生反应的多酚及色素物质的总量，但主要为单宁。文中为叙述简便，仅称为单宁含量。

Hahn等人的研究，这些物质可能是酚酸和类黄酮等物质。这两种物质可使高粱籽粒在成熟前后对粒霉病具有某种抗性。它们对于食品营养和鸟害的影响尚待进一步研究。

在中国辽宁、河北等省，虽然高粱试验地中的鸟害有时很严重，但两个第I组类型的深色果皮杂交种晋杂1号(3197A×晋辐1号)和辽杂1号(Tx622A×晋辐1号)相继在生产上大面积使用已达十余年。这就说明，深色果皮、无种皮品种在田间是有一定抗鸟效果的，虽然它们只含有微量的多酚类物质。与种皮中的多酚类物质相比，果皮中的这类物质在保护籽粒不受病菌、害虫和鸟类危害上应是更有效的。而且果皮中的酚类物质也容易通过脱皮而去掉。

虽然果皮中多酚类物质含量的变异幅度不大(0—0.2%CE)，但我们也许能够通过在世界高粱种质资源库中寻找和采用各种育种方法，使这个变异幅度增大，育成能在田间抗病、虫、鸟等危害，而略经加工(如脱皮)后营养价值不降低的高粱品种来。

有意义的是，有两个属于第II组的品种(kafinamB和Feterita)仅含有极少量的单宁。进一步的观察发现，两者的种皮均为紫色，而不象其它第II组品种的棕色。这一紫色种皮性状是由一对隐性基因“tptp”所控制，与此相对的显性基因“TpTp”则产生棕色种皮<sup>②</sup>。紫色种皮的化学成份和其营养及农艺价值需做进一步研究。后来又对6份紫色种皮的菲特瑞塔型品种单宁含量的测定结果与前相似，均在0.5%CE以下。紫色种皮性状主要存在于菲特瑞塔和享加利型高粱品种中，有针对性地利用这批材料或许会使高粱品质育种工作向前迈进一大步。

根据以上结果，我们建议在原有高粱籽粒分组中增加两个亚组，即第I组(S)和第II组(P)以分别代表深色果皮的第I组品种和紫色种皮的第II组品种。因为这两个亚组的品种，很容易根据果皮或种皮的颜色或单宁含量，与同组其它品种区别开来。这一分类也将会有利于高粱育种工作者管理和使用他们的育种材料。如果我们能把深色果皮和紫色种皮性状结合起来，育成III(P)类型的品种，就有可能选到单宁含量适中，而又在一定程度上抗鸟害及其它病虫害的品种。

#### 参 考 文 献

- ① Earp, C. P., et al: Evaluation of several methods to determine tannins in sorghums with varying kernel characteristics. *Cereal Chemistry*, 48, 1981: 234-238.
- ② Rooney, L. W., et al: Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum in Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality. (L. W. Rooney and D. S. Murty, eds.), ICRISAT, Patancheru, AP, India pp. 143-162.

## Relationship of Sorghum Testa Characters with Tannin Content

Sun Yi

( *Sorghum Institute, Shanxi Academy of Agri. Sci, Yuci* )

L. Hallgren

( *Carlsberg Research Center, Copenhagen, Denmark* )

### Abstract

The genotypes of grain characters of some commonly used R and B(A) lines have been estimated based on visual observation. The results were linked with the results of tannin analysis in an integrated study. It has been found that the presence of testa in sorghum grain did not necessarily lead to high content of tannin. Purple testa as well as dark pericarp alone bring about little tannin (polyphenols) content. Two subgroups have been proposed to further divide the three groups of sorghum grain and certain criteria of sorghum grain characters have been suggested for breeding program, which is supposed to open up new avenues to solve the contradiction between grain quality breeding and bird, insect and disease resistant breeding.

**Key word:** Sorghum; Tannin; Pericarp; Testa; Grain quality breeding