

谷子紅叶病

裴美云編著



科学出版社

谷子紅叶病

張學淵編著



農業出版社

谷子紅叶病

裴美云編著

科学出版社

1959

谷 子 紅 叶 病

編著者 裴 美 云

出版者 科 学 出 版 社

北 京 朝 阳 門 大 街 117 号

北京市书刊出版业营业登记证出字第 061 号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

总經售 新 华 书 店

1959 年 7 月 第 一 版

书号: 1814 字数: 27,000

1959 年 7 月 第一次印刷

开本: 787×1092 1/32

(京) 0001—3,500

印张: 1 1/4 插页: 1

統一书号: 16031·130

定 价: 0.19 元

目 录

一、前言	1
二、分布	1
三、病原的本质	3
四、症状及其为害性	7
五、蚜虫传毒的特性	14
六、传染方法	24
七、寄主范围	26
八、病毒越冬試驗	30
九、与禾谷类作物的其他病毒病的比較	31
十、防治方法	32

一、前 言[†]

我国栽培谷子(粟)的历史极为悠久,而且是世界上生产谷子最多的一个国家。谷子所以得到广泛的栽培以及成为我国北方农民所喜爱的一种主要食粮是因为它具有以下的优良特性:谷子具有高度的耐旱能力,自播种到成熟,所需的水分较别的作物为小,其全生长期的蒸腾系数只为小麦的 $1/2-1/3$;谷子较能忍受贫瘠土壤,可在各种土壤上栽培;其生长期较短,早熟品种只需 70—100 天就能结实成熟,可以增加复种指数;另外,谷子的营养价值也很高,它富含甲种和乙种维生素,蛋白质,脂肪与矿物质的含量也很多;同时谷草作为役畜的饲料的价值也比一般禾本科牧草为高,接近于豆科牧草的营养成分。因此,即使在国民经济有了极大的提高以后,随着人民生活的不断改善和畜牧业的发展,谷子可以适应新的需要,所以,谷子在今后的种植规划中仍将占有适当的地位。

我们从群众的丰产经验里,结合党所制定的农业八字宪法,深刻认识到防治病虫害在整个农业增产措施中的重要性,因此,我们愿意在谷子红叶病方面把几年来的研究工作介绍出来,作为争取谷子丰收的一些科学资料。

二、分 布

大家知道白发病和粒黑穗病是谷子上发生最为普遍,也

* 全文经俞大维教授审校,特此感谢。

† 本文曾在植物病理学报 4 卷 2 期(1958 年)上发表,当时称“小米红叶病”,现经整理后改用本书名。

是最为严重的二个病害。过去，特别是解放以后有过许多的研究和实际的防治工作。自 1951 年来，在我国的主要谷子产区；包括山东、河北、河南和山西四省又发生了谷子植株变红现象，农民称它为红叶病或红缨病。这个病害在我国分布极广，在苏北和皖北都看到有，而且为害也很严重。在东北公主岭东北农业科学研究所的谷子选种试验田内也发生了红叶病。谷子品种中以猫尾巴品种发病最为剧烈，几乎无法留种。根据所收集的标本和经验交流知道在陕西、甘肃和新疆的谷子产区也都有这个病害。在各地进行田间观察时发现各地区谷子红叶病的严重程度是不一样的。病株百分率一般是 20—30%，个别的甚至可以达到 80% 以上。虽然没有比较可靠的统计数字来说明产量的损失，仅就它的分布的普遍性就说明谷子红叶病是生产上急待解决的问题。

从各地的报道看来，谷子红叶病并非是最近几年来新发生的病害。它似乎早已存在，只是由于为害程度不严重，未曾引起人们的重视。远在 1934 年就朱凤美先生报道河北、山东、江苏、安徽铁路沿线各地的谷子上有一种倒青的病害，并作如下的记载：“倒青系该地农民指禾株秀而不实，茎叶变红者而言。此种不稔性之谷子植株，其穗轻而不垂，状若莠子（莠子即狗尾草是也）故其散生田间，极易察出，……仔细检查病株除根部发育不良以外，绝未发现有任何虫蚀，霉腐的痕迹。究其因何而致此，则吾人目下尚无所知”。根据上述描述的症状，“倒青”既象红叶病，但似乎又象线虫所诱发的病害。参阅世界各国的文献，特别是朝鲜、日本、印度和南非等国的文献，还没有查到有关谷子红叶病的资料。因此可以说这是我国最先发现的一种病原未经确定的谷子病害。

不同谷子品种所表现的症状不完全相同，一般是紫稈品种，生了病以后，叶片、叶鞘和穗，特别是穗上面的芒变成紫红

色,这个症状是十分明显的,但是青稞的品种感染病害以后,并不变紅,大都是叶片黃化。因此,紅叶病或紅縷病的名称显然沒有概括这一病害的特征,尤其是紅縷病被通認为是一种綫虫所誘致的病害。不过,鉴于近年来各地农业研究机关的报道也采用这个名称。所以,我們仍习用这个名称。

三、病原的本質

自谷子紅叶病普遍发生以来,各地农业研究机关都作过一些报道和零星的研究。但是,对于谷子紅叶病的本質却是众云不一;有的特別強調气候因子的重要性,例如,唐玉华同志在紅縷病的观察一文中提出 1951 年病害的普遍性是由于在谷子的生育期中,抽穗开花时正逢干旱以及冷雨低温而造成。燕京 811、济南 8 号的分蘖多以致后期缺肥,生活力衰弱,再加上上述气候的侵袭,使之該品种受害十分严重。显然,这种說法不能解释为什么历年来,全国各地谷子产区都有此病的发生,并且它的发展趋势是逐年扩大的。过去也有人把这种的谷子紅叶病与綫虫所引致的紅縷病混为一談。或者以为这是一种細菌性的病害。其实,我們果然在后期能从病株上分离到一些細菌。但是把任何一种細菌,甚至酒精溶液注射到谷子植株中都能使之变紅,与我們观察的,或者人們所記載的这种谷子紅叶病是截然不同的。另外,过去盛行过一种缺乏磷肥的假設。在我們所設計的許多試驗中都否定了这些看法。⁸例如,在田間随机的选择若干行追施过磷酸石灰,检查在施肥与不施肥的株行間病株的百分率並沒有显著的差异。很多的肥料試驗,我們也沒有能够看到肥料和病害百分率两者間表現有任何直接的相关性。另外,我們在水耕的营养試驗中也否定了这种說法。在实际观察中,我們注意到田边杂

草多的谷子地发病严重,結合病株所表現的症状:包括植株变紅或黃化,矮縮及叶片的直立与簇生。我們初步認為谷子紅叶病可能是一个病毒病害,特別可能是一个借媒介昆虫傳布的病毒病害。在谷子田間最普遍發生的蚜虫是玉米蚜 (*Rhopalosiphum maidis* Fitch, 請參看圖 4)。根据这个初步的看法,我們用毛笔从田間自然發生的病株上輕輕挑取其上的玉米蚜轉移到种在防虫溫室的紫稈品种的健全幼苗上去(見圖 1)。每株約放10枚左右,用玻璃罩罩住,以免蚜虫外出;經過 24 小時后,噴射杀虫藥剂杀虫(蚜虫)(1:10,000的1605或者1:5,000的1059均可)。除去玻璃罩,在防虫溫室里再經過一定的時間,約 2 个星期的光景,这些谷子幼苗的新嫩叶片的頂端变紅,并且逐漸向下蔓延,最后整个叶片紅化。这一結果指示通过玉米蚜的媒介已使这些谷子植株生了病。为了慎重地确定此病的病原,我們又进行以下二个試驗。

試驗一 把容易感染的紫稈品种石农一号和青稈品种双城白沙谷,分別播种在 16 寸口径的大花盆里,放在防虫的高大的細銅紗籠內,除去間苗外,籠子一直緊閉到谷子成熟收获才把籠門打开。籠子留有小孔供平时澆水用(見圖 3)。每个花盆共留谷子 5 株,每籠中放二个花盆,共 8 个細銅紗籠,均匀摆播在一块种有同样的石农一号和双城白沙谷的田內。籠內总共有 40 株石农一号和40株的双城白沙谷。它們自幼苗,直到收获,始終生长健壮,未表現任何症状。我們統計籠子周围的石农一号和双城白沙谷的病株百分率分別为 7.4% 和 11.8%。病株除叶片紅化(石农一号)或黃化(双城白沙谷)以外,还都表現显著的矮化与其他的畸形症状。

試驗二 先把感病的紫稈品种石农一号的谷子种子播种在 6 寸口径的花盆內,放到防虫的細銅紗籠內,育成无病的健苗。我們从田間采取了大量的玉米蚜,飼养在細銅紗籠內的

谷子幼苗上，直接挑取其中雌虫的卵，然后尚未开始吸食
的若虫。然后仔细地放到另外准备好的健苗上去，俟其生长
和繁殖，这样就育成了无毒的蚜虫系。所有供接种用的植株
一律都是已有3—4个叶片展开的幼苗。

初次接种是直接采用来自田间病株上的带毒玉米蚜。接
种后发生病株时，再用人工饲养着的无毒蚜虫吸食这些病株，
传染另一批健苗。吸食病株的时间也为24小时，如此继续传
病，共达5次。每次接种在每株幼苗上蚜虫都是15枚。在吸
食24小时后，就用杀虫剂来喷死它们。接着把接过种的幼
苗和未用蚜虫接种作为对照的幼苗都放在细铜纱笼内，或罩
以上面盖有纱布的玻璃筒。在防虫的环境下等候观察。玉米
蚜传病的结果见表1。

表1 玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis* Fitch)传播谷子红叶病病毒的结果

接 种 次 数	蚜 虫 来 源	病 毒 来 源	接 种 日 期	发 病 日 期	潜育期	植株发病 百 分 率	对照发病 百 分 率
I	田 間	田 間	20/VI	4/VII	14	71.4	0
II	人工饲养	I的病株	28/VII	13/VIII	16	93.3	0
III	人工饲养	II的病株	18/IX	4/X	16	22.0	0
IV	人工饲养	III的病株	7/X	28/XI	21	20.0	0
V	人工饲养	IV的病株	12/XI	4/XII	21	16.6	0

用玉米蚜的传病试验，自6月16日共继续不断的作传递
接种共5次。每次用带毒蚜虫接种的幼苗，均发生了病株，而
未用蚜虫接种的均不表现症状。表中列出各次传病的病株百
分率的差异，主要是由于接种技术的不熟练，以及环境条件的
改变。自第三次起接种试验都是在温室内进行的。为了辨明
蚜虫的单纯吸食是否会诱起与红叶病相类似的症状。因此特
意用了饲养在健全谷子幼苗上的无毒蚜虫吸食谷子幼苗，这
些幼苗始终都是生长健壮，没有任何症状的表现。所以，这些
试验肯定的证明谷子红叶病是一个借蚜虫传染的病毒病害，
而不是蚜虫单纯吸食所诱起的后果。

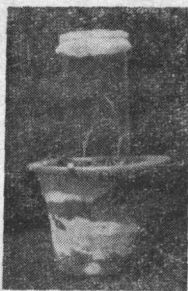


图1 蚜虫传毒試驗中所用的一部分器具

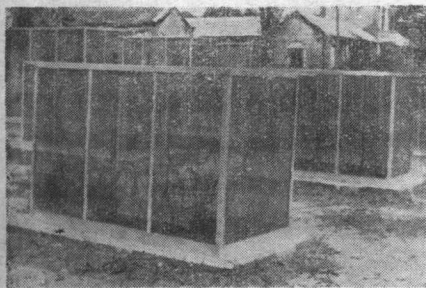


图2 田間試驗中所用的細銅紗防蚜籠

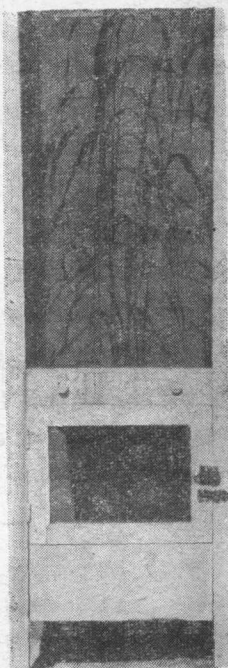


图3 防蚜隔离栽培的木質細銅紗籠

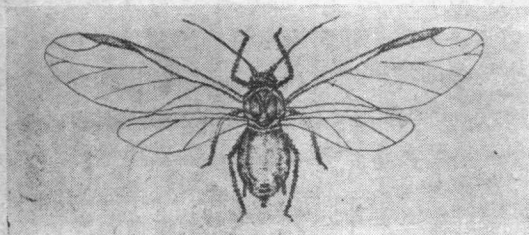


图4 谷子紅叶病的主要传病昆虫——玉米蚜
(*Rhopalosiphum maidis* Fitch)的有翅蚜

四、症狀及其為害性

用玉米蚜人工接種的紫稈品種石農一號或貓尾巴的幼苗，經過一定的潛育期，首先是在幼嫩的葉片頂端發紅，葉尖的紅色逐漸向下蔓延，最後整個葉片紅化。紅化部分全面的向下蔓延，自然發生的病株，有時在葉片中央或沿着葉片邊緣推進，形成長而闊的紅條，或者也有在葉的中央部分形成紅條而頂端不變紅的葉片，葉片向光的一面，即正面先發紅，反面能繼續保持相當長久的時間不變紅。病葉自頂端向下逐漸干枯，葉鞘也逐漸轉為深紅色以致干枯。

我們分析田間觀察的二個容易感病的谷子品種所表現的症狀的資料(圖 5, 6), 發現病株的矮化, 主要是由於病株莖端的節間縮短的結果。例如石農一號的出穗病株, 其穗莖離第一葉所縮短的长度是占總縮短の长度的 43.3%, 第一葉與第二葉所縮短的长度占總縮短の长度为 26.6%, 第二葉與第三葉是 20%, 第三葉與第四葉為 16%。另外, 植株的矮化程度以及矮化病株の百分率都因品種不同而有所差異。石農一號健株 100 株の高度為 119—175 厘米, 平均高度是 153.9 厘米。病株 100 株の高度為 44—167 厘米, 平均高度為 116 厘米。健株的和病株の平均高度相差為 37.9 厘米。双城白沙谷健株 100 株の高度為 112—157 厘米, 平均高度為 141.4 厘米。病株 100 株高度為 36—129 厘米, 平均高度為 83.6 厘米。健株的和病株の平均高度相差為 57.8 厘米。病株の地上部分表現矮化和一些畸形, 地下部分の整個根系顯然發育不健全, 主根短而少, 鬚根疏松, 以致病株在風雨下較易倒伏。田間觀察病株症狀的結果見表 2。

表內所指的畸形包括葉面皺縮, 葉片邊緣呈波狀, 葉片捩

表2 谷子品种石农一号(紅稈)和双城白沙谷(青稈)的田間病株症狀的分析

品 种		病 株 高 度		症 状 类 型
		高 度 (厘米)	病 株 百分率	
石 农 一 号	正 常	134.7	31%	叶片和穗变紅,畸形不显著
	矮 化	97.8	69%	叶片和穗变紅,并表现各种畸形
双 城 白 沙 谷	正 常	120.6	11%	叶片黃化,畸形不显著
	矮 化	68.2	89%	叶片黃化,并表现各种畸形

折,頂端叶片簇生,最高叶片直立,莖上部节間短縮,穗不能抽出或半抽出以及抽出的疏松或畸形,根系发育瘦弱稀松。

谷子紅叶病的症狀,由于植株感病时期的早迟的不同而有所差別。植株生病越早,病得也越剧烈,最严重的情况可使植株高度在 1.5 尺以下植株变色,叶片和莖稈就逐漸枯萎,整个植株随之枯死。后期生病的植株虽也变色,但仍可正常的生长和抽穗。在这二个极端的症狀間表現有各种不同的严重程度的症狀,損失程度也因而有所不同。我們在田間随机采取不同品种的健穗和病穗的比較結果(見表 3),証明病穗一般都比健穗的长度短,重量輕,发芽率低。例如,石农一号的健穗和病穗长度相差仅 1.2%,而平均穗重相差約 40%。花脸谷的长度相差为 9.2%,病穗的重量尚不及健穗的 50%。

表3 谷子紅叶病病毒对谷子品种穗和种子所產生的效应

品种名称	类别	穗数	穗长平均(寸)	穗重平均(克)	千粒重(克)	发芽率
石农一号	健穗	50	5.2	18.3	1.9787	87%
	病穗	50	5.1	10.8	0.9547	33%
猫 尾 巴	健穗	35	6.0	6.8	1.9710	42%
	病穗	28	5.6	5.1	1.2172	20%
摩 里	健穗	50	7.0	19.6	2.4488	90%
	病穗	23	5.7	9.4	2.1794	79%
花 脸 谷	健穗	26	7.5	12.0	2.4220	60%
	病穗	20	6.8	5.9	1.6549	36%

病株解剖观察，在田间采取发病阶段不同的石农一号病株和健株作徒手切片，在显微镜下观察，比较病株的和健株的叶，茎和根的解剖形态。

叶片红化大都自单个的表皮细胞和叶毛细胞开始，或自泡状细胞开始。红化的细胞纵向的自顶向下发展，在显微镜下观察叶的表面，可以看到表皮细胞成纵向长短不等的红条。大都在叶片中央向下发展，有时也沿叶片的边沿向下发展，最后叶片全面红化，但仅只是表皮细胞，叶毛细胞和泡状细胞红化，表皮下面的栅状细胞并不红化，变形，病叶栅状细胞内仍含有许多叶绿素，但在病害发展中，叶绿素逐渐变黄和逐渐消失。这个过程不是很快的，即使叶片呈干枯状，在叶片内维管束四周的维管束鞘细胞里面仍含有许多正常的叶绿素，同时整个叶片的各种组织并不表现特殊的变形（图 7-I）。

病叶背面，即向阳光的一面先红化，但是在这个时候，在叶片的反面，也可能有某些叶面毛细胞红化。

在显微镜下检查表皮细胞，泡状细胞和叶毛细胞，还没有发现有内含体的存在。

病株的茎，当病害发展中，并不表现有形态的改变，一直到植株的叶片已呈干枯，茎内维管束韧皮部有少数的细胞和筛管细胞变棕色和呈坏死状，但其它的维管束组织仍正常，仅只导水管内偶而产生棕色的胶状物质。茎内的薄壁细胞一般正常，在病害的后期，可能有少数的薄壁细胞形状不改变而变成棕色（图 7-II）。

根据解剖石农一号病株的初步观察，病毒仅使叶片的表皮细胞，叶毛细胞和泡状细胞，叶鞘的表皮细胞红化，其它的组织均不变色。病株的各种组织的形态改变不显著。植株感染病毒后，叶绿素虽变色和退化，但在病害的末期，叶片维管束鞘细胞内仍保持有正常绿色的叶绿素。在下面将提到植株

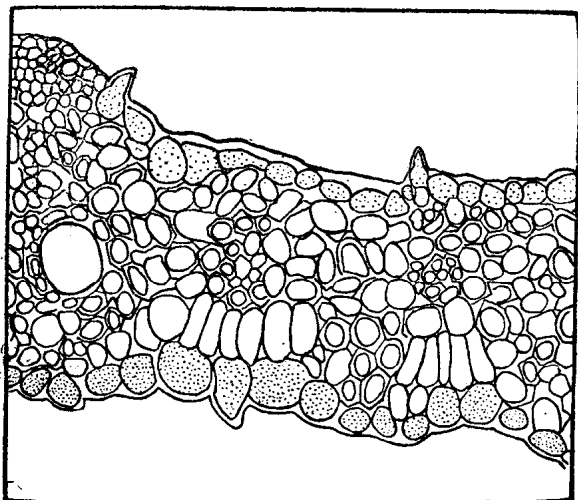


图 7-I 石农一号病叶横切面,显示表皮细胞、泡状细胞和叶毛细胞红化(以黑点表示),病叶组织未变形。(放大 544 倍)

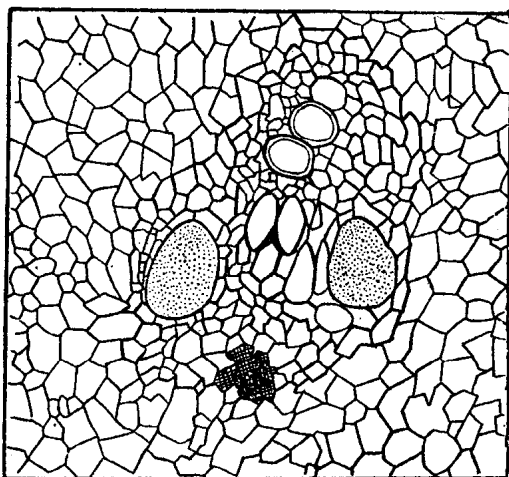


图 7-II 石农一号病茎横切面,显示韧皮部细胞坏死和导水管内的胶状物。(放大 212 倍)

的各部分以根系发育受病害的影响較明显，似乎影响病株吸收营养的效能，因此需要作更深入的观察与分析，才能说明谷子紅叶病病毒对植株所产生的影响。

人工分期接种試驗 所有这些观察的现象都指示谷子紅叶病在田间发生程度的輕重和玉米蚜发生时期的迟早具有一定程度的相关性。这就是說，谷子感病时的发育阶段决定产量遭受損失的程度。为更确切地了解谷子在不同发育阶段遭受紅叶病侵染所产生的效应。在 1957 年和 1958 年分別进行了人工分期接种試驗，植株共分四期分別接种，并以不接种的植株作为对照。所用品种是較易感病的石农一号和双城白沙谷，前者是紫稈品种，后者是青稈品种。田间播种的行长为 5 尺，行距 1.5 尺，每个处理各二行，均分別用細銅紗籠掩罩，以免受到外来的侵染。在不同时期，都用預先在病株上飼毒 24—48 小时的玉米蚜接种，每株接种擱放 5—10 枚蚜虫。这二年的播种期都是在 4 月 20 日至 22 日。1957 年的人工接种时间是：第一期 5 月 22 日（株高 6—8 厘米），第二期为 6 月 3 日（株高 12—16 厘米），第三期为 6 月 19 日（株高 40—50 厘米），第四期为 7 月 2 日（株高 60—70 厘米）。1958 年的第一期提早至 5 月 17 日（株高 4—6 厘米），其他三期的接种时间相应地改为 5 月 16 日，6 月 11 日，6 月 22 日。于同一时间——即在 7 月底，植株完全抽穗时除去籠子。在谷子生长期間观察了发病率和症状的发展，各处理的接种发病率均为 100%，未經人工接种、自然感病的对照，它們的发病率，石农一号为 8.6%，双城白沙谷为 7.7%。收获时分別記載植株高度，穗长，根重和产量。二年的試驗結果完全一致。現把二年的結果整理于表 4 中。

由表 4 可見二次試驗的結果都是一致的显示出接种期越早对植株的生长和产量的影响愈大。随了接种期的延緩，为

害性逐漸減輕。人工接種的條件下，谷子紅葉病對產量的影響極為顯著。第一期接種的如以石農一號為例，只有對照的

表 4 人工分期接種的效應

接種日期		未接種 (對照)	第 一 期		第 二 期		第 三 期		第 四 期	
			絕對 量	與對照 相 比 (%)	絕對 量	與對照 相 比 (%)	絕對 量	與對照 相 比 (%)	絕對 量	與對照 相 比 (%)
1957 年										
石 農 一 號	株高 (厘米)	137.00	108.00	71.50	124.00	90.5	132.00	93.6	137.00	100.0
	穗長 (厘米)	19.99	14.68	73.40	15.73	78.6	16.87	84.3	14.72	73.6
	穗重 (克)	6.65	2.96	48.90	3.95	65.2	5.55	91.7	4.20	69.4
	穗重 (克)	22.02	11.41	51.80	12.03	54.6	15.43	70.0	15.56	70.6
雙 城 白 沙 谷	株高 (厘米)	146.00	123.00	84.2	135.00	92.4	156.00	106.0	150.00	102.0
	穗長 (厘米)	22.98	21.15	92.0	21.89	95.2	23.96	104.0	23.04	100.0
	穗重 (克)	6.55	3.60	54.9	4.80	73.1	6.70	102.0	5.20	105.0
	穗重 (克)	8.50	6.61	77.7	7.47	87.3	7.78	91.5	7.94	93.4
1958 年										
石 農 一 號	株高 (厘米)	134.00	103.00	76.8	106.00	79.1	117.00	89.3	116.00	80.5
	穗長 (厘米)	19.26	11.02	57.2	12.29	63.8	13.26	68.3	13.75	71.3
	穗重 (克)	5.66	1.16	20.6	2.00	35.3	2.95	52.1	2.92	51.5
	穗重 (克)	9.56	4.85	50.0	5.42	56.6	6.31	66.0	7.73	80.8
雙 城 白 沙 谷	株高 (厘米)	146.00	102.00	69.8	131.00	93.8	134.00	91.7	141.00	96.5
	穗長 (厘米)	20.56	14.09	68.5	20.22	98.3	20.20	98.2	22.19	107.0
	穗重 (克)	4.96	1.61	32.4	2.34	47.1	2.89	58.2	3.79	74.6
	穗重 (克)	11.00	6.64	60.3	7.58	68.7	8.47	77.0	8.61	78.2