

现代农业科技译丛

XIAN DAI NONG YE KE JI YI CONG

1

中国科学院长沙农业现代化研究所

图书情报资料室

一九八四年六月

前 言

当前，面临一个新技术革命时代，了解和研究世界经济、科技发展的新趋势，从而采取相应的对策和措施，加速我国现代化建设，这已成为我们广大科技工作者的一个紧迫任务。为此，我们选择了一些材料，编成这套译丛（一、二两本）。内容主要包括国际上稻作、土肥、畜禽鱼饲料与养殖等方面的新技术，供农业科技工作者阅读、参考。此为我们的初次尝试，以后将不定期地选译编印有关资料。

由于水平有限，挂一漏万，在所难免。不当之处，敬请指正。

中国科学院长沙农业现代化研究所

图书情报资料室

一九八四年六月

目 录

高温对水稻的伤害	1
水稻田低水温与水稻的不结实性	35
用盐水和非盐水灌溉的亲本稻种的萌发情况	37
盐水和非盐水灌溉田的七种水稻品种的萌发月变化情况	39
筛选适合于快速插植生长以及出苗期耐水浸的稻种	40
深水水稻的相对伸长力	43
稻作管理与稻田养鱼	46
利用尿素掺和糠子油枯饼粉的办法提高氮在水稻田的利用率	86
腐殖化多酚植物残渣与土壤脲酶的活性	90
分析油脂样品中氯化农药的简便、经济的方法	97

高温对水稻的伤害

S·约西德, T·萨塔克和D·S·麦基尔

摘 要

水稻在35℃以上气温条件下,便会产生热伤害。观察不同生长发育时期高温伤害所导致的明显的品种间的差异,在开花期水稻对高温最敏感。第二个最敏感的时期大约在开花前9天。当开花时,高温使之颖花不育率增高。颖花不育的发生可能是由于高温影响花粉散落,损害花粉萌发,但雌蕊不遭受伤害。

水稻清晨开花可以认为是免除高温伤害的一个方面。非洲栽培稻(*O. glaberrime*)的开花时间比普通栽培稻(*O. Sativa*) 1R36的开花时间提早3个小时。某些普通栽培稻和非洲栽培稻的杂交后代开花时间早于1R36。

高温导致颖花不育的遗传研究表明,耐热性的遗传力尚强的且其遗传变异大多数是累加性的。

在开花期,高温导致水稻颖花不育现象,其品种间有明显的差异,从现存的品种资源中能够发现耐热性强而又早熟的品种。

人工气候室和大田试验相比较证明,人工气候室可以用于水稻的耐热性筛选。

※ ※ ※ ※ ※

萨托(1960)提供了高温导致水稻高度不育的清楚证据。他在柬埔寨马德望水稻试验站把 Neany Meas 品种在盆中进行全年种植,且对稻株进行短日照处理,一年内每月均有稻株开花,4月开花的100%不育,这与每月最高温度的曲线顶点相吻合(见图1)。稻穗、颖花和花粉的发育看来正常。他提出颖花不育的原因是花药开裂不多和高温、干燥条件下导致雌蕊柱头脱落所引起的。

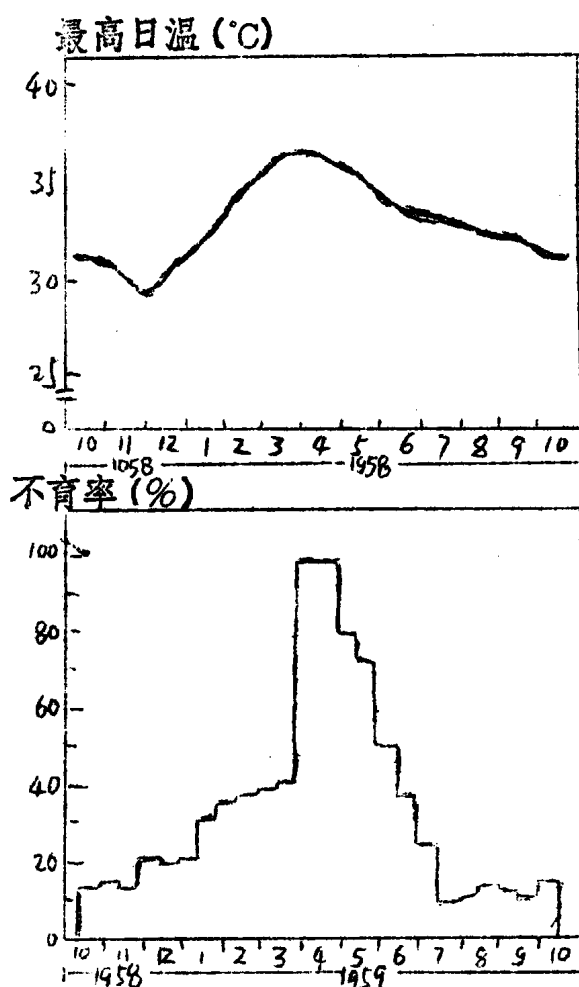


图1、最高日温以及在全年中不同月份的水稻的不育率
(萨托, 1960)

奥萨德等人(1973)在旱季的泰国中央平原观察到水稻的空粒率高。他们认为空粒率高是由于开花期的高温所致,品种间有其显著差异。其不育率的变化:由1R8, RD1和台中本地1号的10%以下至泰国本地品种BK 624-46-2和菲律宾品种C 4-63G达到的40-50%的范围。而在雨季却观察不出品种间的差异,大多数品种具有正常的空粒率,均在6-13%以内。

栽培在高温下的水稻产生高度不育。设施的研究亦报导了利用人工控制环境。莫里耶和纳雷(1971)观察水稻植株开花期处于日平均温度 31.5°C (日最高温度 36°C ,最低温度 27°C)的不育率和秕粒率。同样,萨托等人(1973)和库桑纳吉、华希欧(1974)观察到水稻在 $35/30^{\circ}\text{C}$ 条件下出现高度不育,并且观察在每天最高——最低温度为 $33/25^{\circ}\text{C}$ 的条件下水稻成熟受伤害的情况。

高温问题的出现

如果花药处于 35°C 条件下的时间超过1小时,水稻便会产生高度不育。在柬埔寨、泰国、印度的旱季和在巴基斯坦的前季稻作,以及在伊朗、伊拉克、埃及、沙特阿拉伯、热带非洲一些国家和美国的稻作中,均观察到高温导致不育的现象(见表1)。由于东南亚地区的水稻大多数在雨季种植,所以高温导致颖花不育的现象在东南亚地

区并不是一个普遍突出的问题。然而，在旱季种植水稻的地区，由于增加灌溉，将会抑制水稻的生长。

表1 田间观察高温伤害引起不育的报导

观察不育 率的 国家	资 料 来 源	
	人、单 位 名 称	
	英 文	中 文
泰 国	Osada et al (1973)	奥萨德等 (1973)
柬埔寨	Sato (1960)	萨 托 (1960)
印度	Mann和Kanwar(1972)	曼和凯恩沃 (1972)
巴基斯坦	IRRI (1977)	国际水稻研究所(1977)
伊 朗	Moafizad和Chaudry(1977)	莫菲泽德和乔德利(1977)
伊拉克	Chao(1959), Ito(1963)	查尔(1959), 艾托(1963)
	EI-Shamma(1967), AI-najar (1968)	埃尔沙莫(1967), 阿尔-纳贾(1968)
沙特阿拉伯	Chang et al (1978)	张 等(1978)
埃 及	Sato (1967)	萨 托(1967)
毛里塔尼亚	Trinh(1976), Dingle和Trinh (1976)	特利恩(1976), 颠格尔和特利恩(1976)
塞内加尔	Dingle和Trinh(1976), Trinh (1978)	颠格尔和特利恩(1976), 特利恩(1978)
马 里	Dingle和Trinh(1976)	颠格尔和特利恩(1976)
尼日尔	USDA (1968)	美国农业部(1968)
美 国	Lehman(Pers. Comm)	莱曼(本人、联合)

高温伤害类型

当水稻处于 35℃ 以上条件下，其热伤害随着生长期不同而不同。观察到品种在不同生育阶段的高温伤害具有明显的差异。水稻品种的地理起源与感热性没有相关，来源于泰国的一个选系，BK N6 624-46-2 在营养生长阶段和开花期对高温的反应比来源于日本的品种 Fujisaka 5 要敏感得多。

表2 在国际水稻研究所人工气候室观察的水稻热害症状及品种差异
(国际水稻研究所 1978)

生长期	症 状	敏感性品种
营养生长期	白 叶 尖 缺 绿 条 斑 白 条 斑 分 蘖 少 株 形 变 矮	IR26 , Calrose BK N6 624-46-2
生殖生长期	白 颖 花、白 穗 白 颖 花 退 化	IR24, Calrose
开花期	不 育	C4-63G , H4, Calrose Pelita2/1, Basmati-370 BKN6 624-46-2
成熟期	籽 粒 不 饱 满	TNL, IR24, IR26, H4 Fujisaka5, C4-63G pelita1/1

在冬季里，水稻种植在加温的温室内，在叶片上常会出现白叶尖、缺绿带、黑褐斑、白条斑及其它斑点，这些伤害症状类似于国际水稻研究所人工气候室内的多云、高温条件下所引起的伤害症状（见表2）。

水稻营养生长期的 高温效应

当水稻营养生长阶段遇高温气候，植株高度、分蘖数和干物重均会明显降低（见表3）。

表3 白天高温对IR747B2-6品种营养生长期的效应^{*(1)}

植株性状	日/度 温 度 (°C)			
	30/25	35/25	45/25	25/25
株 高 (cm)	60.60	34.20	22.90	X ⁽²⁾
分蘖数/株	46.00	24.00	6.00	X
茎干重 (克)	11.10	1.65	0.26	X
根干重 (克)	1.78	0.41	0.05	X
总干重 (克) ^{*(3)}	12.88	2.06	0.31	X
根干重/总干重	0.14	0.20	0.16	X
相对增长率(克/克/周)	1.50	1.00	0.50	X

* △: (1) 巴特尔 (1976); 播种后1—5星期处理的植株。

(2) 处理后9天植株死亡。

(3) 原干重: 0.03克/株。

当 $35/25^{\circ}\text{C}$ 时, IR 47 B 2-6 的干物重仅为 $30/25^{\circ}\text{C}$ 时的 $1/6$ 。在 $45/25^{\circ}\text{C}$ 时, 叶片在 2 天内便失色 (退色) 脱水由叶尖至叶茎部逐渐干枯, 且在处理 9 天后即死亡 (枯死)。

高水温也妨碍水稻的生长。在国际水稻研究所的深井灌溉水温有时高达 45°C , 生长在温度通常为 38°C 以上的水中的稻株, 于移栽后几天便死亡。生长在致命区之外而又接近于致命区的稻株, 出现了狭白叶或带白斑之叶。当灌溉水平平均日温由 27°C 增至 34°C 时, 如图 2 所示, 每兜的籽粒产量便剧减。

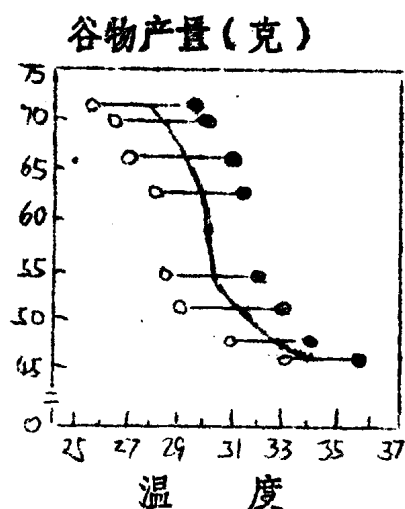


图 2. 灌溉水的平均日温与旱季每兜的粮食产量空白圈和实心圈表示温度范围。(国际水稻研究所 1964)。

水稻生殖生长阶段的高温效应

稻株对高温的最敏感阶段是开花期, 第二敏感阶段大约在开花前

9天(见图3)。对高温的第二敏感阶段与对低温的最敏阶段一致。早于开花前15天或迟于开花后3天遇高温,则不会导致颖花不育。稻株在生殖生长阶段遇高温时,便可观察到穗尖变白。

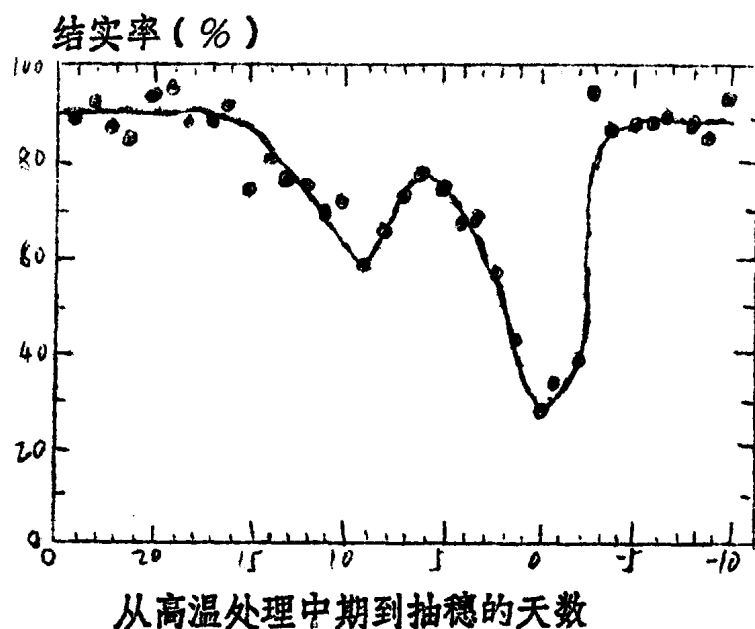


图3、ВКи6624-46-2主穗在圆锥花序生长阶段遭受五天高温

(35℃)的颖数花结实率 来源:萨塔克和约西德(1978)

于1977年,在菲律宾的巴拉望地区种植的改良品种诸如C4-63G和IR26中,普遍地观察到白尖穗子(圆锥花序),不仅其颖花是白的,而且其穗轴也是白的;在传统品种中却未发现这样的伤害症状。上述伤害症状表明在穗发育早期已经停止生长。当其进入生殖生长阶段时,白色颖花长约3-5毫米,它同多数颖花的有效伸

长期相符。

根据以上的资料，我们进行过高温对穗发育影响的详细观察试验（国际水稻研究所 1980）。当播种70天的稻株（此时穗长约2毫米）遇38/27℃和41/27℃高温时，便可观察到约有20—25%白穗（见图4）。由于高温而引起的这些伤害症状与在巴拉望所观察到的一致。然而，在35/27℃时，仅有少量的白穗。不过在个别试验中，同一品种的稻株于开花期遇35/27℃高温时，却有38%的颖花不育。因此，穗顶部出现白穗的临界温度要比在开花期产生不育的临界温度高些。

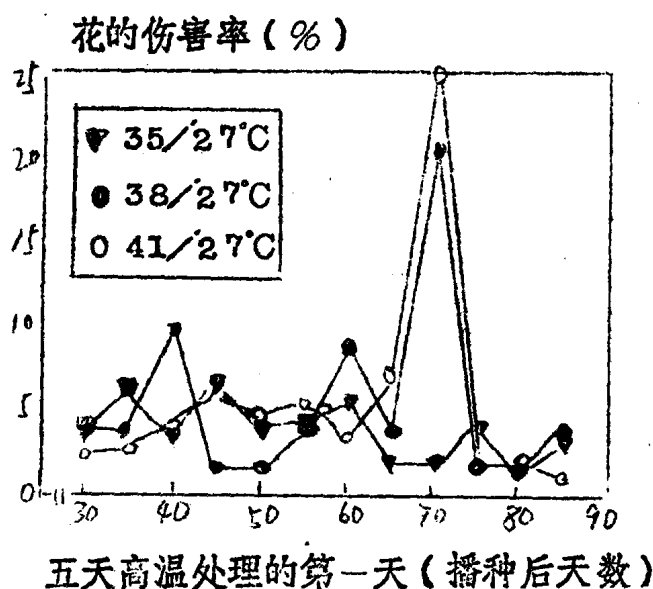


图4、高温伤害颖花发生的效应（国际水稻研究所 1980）。

在巴拉望，白天最高气温不会高于38—41℃，然而在强日照下，甚至气温大约为35℃，而此时近地表温度有可能达到40℃或

更高。因此，在临界时期，如果正在生长着的稻穗近于地表面，高地表面温度可能抑制稻穗的生长。

开花期的高温效应

根据前面的讨论，水稻植株对高温最敏感时期是开花期。通过对高温敏感期的进一步测定表明，在开花当日的高温导致不育，只要开花期的温度低于临界高温，在开花前后连续5天的高温，除 41°C 以外，均不影响颖花的受精

(见图 5)

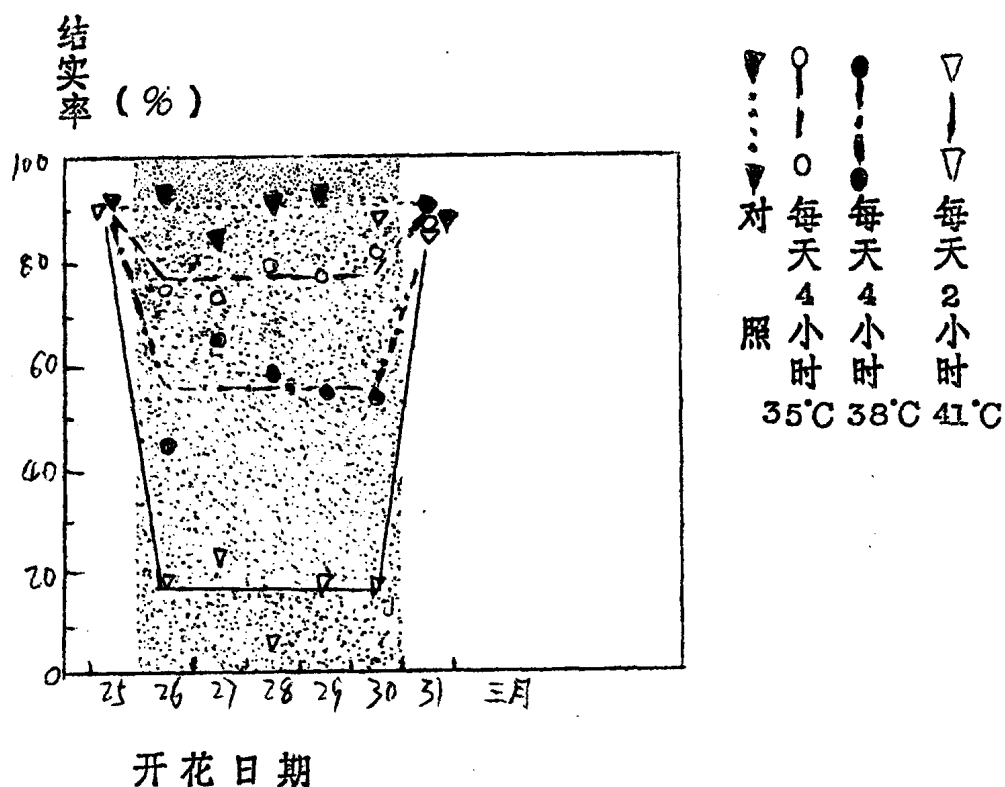


图5

在高温处理前、中、后期开花颖花的结实率 IR 7 4 7 B - 2 - 6 这个品种连续遭受五天 (3月26 - 30) 高温。

来源：萨塔克和约西德 (1978)

萨托等人(1973)研究了日本水稻品种Morinio 17植株在开花期遭遇连续3天的35/30℃高温发生的效应,发现在高温处理第三天开花的颖花不育率高,相反,那些在第一、二天开花的颖花几乎没有遭受到高温的影响。

萨塔克和约西德(1978)的发现,即当高温处理时开花的任何颖花不育率均高的结果与萨托等人的发现不一致。萨托等人这些发现通过开花期的颖花对高温敏感时期的研究得到了进一步的证实,开花时的高温对颖花的不育性产生决定性的影响(见图6),开花后的高温对颖花的不育性影响较小,开花前的高温与开花后的相比较,开花前的高温对颖花的不育性影响更小。在38℃和41℃的高温下,于高温处理前1小时或更早开花的,其颖花的受精率是正常的。水稻开花后30分钟,花粉管已伸入胚囊,在开花后1.5—4.0小时之内完成双受精作用(Cho, 1956)。因此,在29℃开花的颖花,开花后1小时即将完成双受精作用。这些研究指出,正处于开花时的颖花对高温最为敏感,并且开花后1小时内所呈现的生殖过程,诸如花药的开裂,花粉的散落,花粉的萌发,以及花粉管的伸长被高温伤害所造成的。

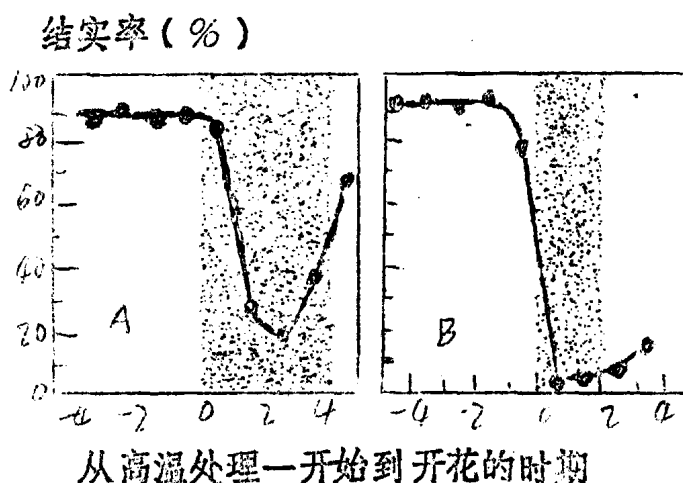


图6、IR 747 B -- 2 - 6 在高温处理前、中、后期开花的颖花结实率(A) 38℃处理4小时；41℃处理2小时。(阴影范围示高温处理)。

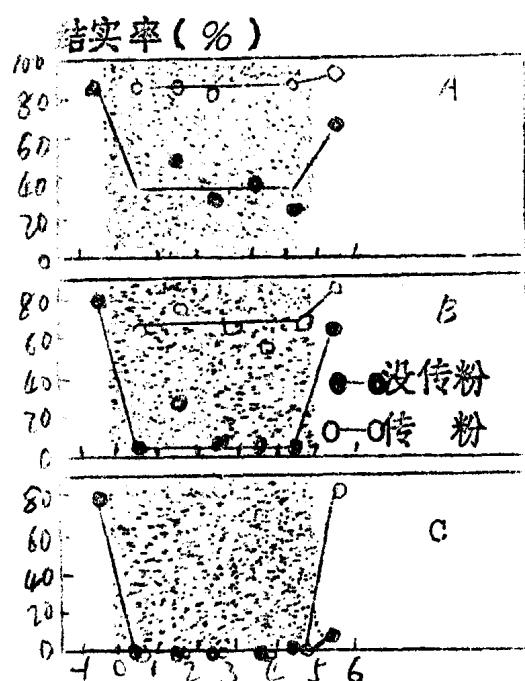
来源： 萨塔克和约西德(1978)。

未受精的原因

几个方面的证据表明，高温下导致的颖花不育是由于阻碍了花粉的散落和损伤了花粉的萌发而引起的，而不是伤害了雌蕊。

第一，开花时把健康的花粉用人工方法散落遭受高温的雌蕊柱头上，能使之颖花的受精率也达到或接近正常水平(见图7)，当

BKN 6624-46-2 遭遇到35℃8小时处理时，颖花的受精



从开始高温处理至开花的天数

图7、颖花开花期遭受高温采用人工传粉对结实率的效应。处理为：A，BKN6624-46-2为8小时35℃，B，IR747B-2-6为8小时38℃，C，IR747B-2-6为4小时41℃。
来源：萨塔克和约西德(1978)。

率约为35%，用人工方法散落健康的花粉则能使受精率增加到85%左右。同样地，IR747B-2-6当遭遇到38℃8小时处理时，颖花的受精率约为3%；用人工方法散落健康的花粉则能使受精率增加到65%左右。这些结果表明，BKN6624-46-2在35℃下和IR747B

—2—6在38℃下，未受精的主要原因是阻碍了花粉的散落或降低了花粉生活力，而雌蕊的受精能力是正常的。为改善IR 747 B—2—6在41℃下的颖花受精率所进行的人工花粉散落不足，可能是伤害了柱头花粉的萌发。后面将说明，N 2 2在41℃的花粉能够萌发，而IR 747—2—6的花粉却不能够萌发（见图7C）。而且，从开花前5天的颖花在41℃高温下用人工散落健康花粉而提高结实率的事实来看，雌蕊的受精能力在高温下未遭受到影响。

第二，在三个品种中柱头上的花粉数量，甚至在29℃时亦各不相同，N 2 2柱头上的花粉通常在200粒以上，往往多得难以数清。但是，IR 747 B—2—6多数在50—200粒左右，BKN 6624—46—2在30—150粒左右（见图8）。为了便于观察起见，将高温处理时开花的颖花，按其柱头上的花粉数分为三组，即分为花粉粒为

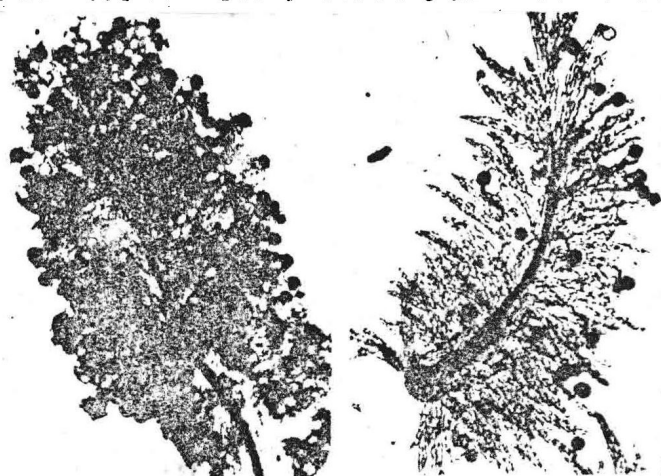


Fig. 8. Varietal difference in the number of pollen grains on a stigma. Left: N22, Right: BKN6624-46-2.

图8. 品种间柱头上花粉的差异

P14 左图N 2 2，右图BK N6 624—46—2