

# 早季稻是怎样演变来的？\*

植物生理遗传学教研室\*\*

为着了解和掌握稻种演变的有关规律，用典型的晚季稻品种，在其种子植株及分蘖个体发育的第二阶段，适当用短日（9小时/日）光照处理若干天，但不满足其遗传性的要求，然后从暗室移至早造自然长日照（14—15小时/日）综合条件下培育结实。其后将这些种子后代，经过连续四年的选育，终于获得了具有适应早造季节条件的早季稻品种。

稻是人类栽培历史最悠久的作物之一。几千年来，由于生产不断地发展，劳动人民以其伟大的聪明才智创造了成千上万的丰富多采的水稻品种和类型，而关于栽培稻种的起源和演变是一个尚待深入研究的问题，如野生稻如何演变为栽培稻？栽培稻的起源地及其分布，粳稻和籼稻、晚季稻和早季稻、水稻和陆稻的演变等。前人在这些方面做了很多的工作<sup>[1,14]</sup>。我们仅就早、晚季稻的类缘关系进行了五年的试验，探索在自然条件下改变晚稻遗传性的因素，晚稻演变为早稻的形式，以及人工选育在这过程中的作用等。

早季稻在我国栽种有两千年左右的历史。据丁颖等的推定：“早季稻是从基本型的晚稻所分化形成的变异型”<sup>[1]</sup>。但早季稻究竟如何从晚稻分化形成则未有确切的科学实验证据。我们的实验为上述推论提供了科学的依据。

## 试验方法

实验材料选取广东省典型短日性的晚造地方品种——“短种”和“木泉”。从1963年开始，在前人<sup>[2,3]</sup>工作的基础上进一步摸清短日处理与植株状态的关系，短日处理与生长锥分化及抽穗的关系，以及温度等因素在这一过程的影响。然后应用光诱导和早造综合自然条件以改变晚稻的遗传性，进一步了解这种遗传性改变的可能实质。

• 1974.1.5接稿

• \* 本研究工作主要由庄豪负责，邓仕汉、陈玉波参加了部分实验，结果经集体讨论定稿。

实验设计是利用通风良好的暗室,将“短种”、“木泉”在早造季节栽种于瓦盆内,出苗若干天后,除一组一直置放在自然长日照条件下作为对照外,其他则利用暗室使每天仅接受9小时的短日照,经过一定天数的短日处理后,分组分批移至自然长日照条件下。短日处理分:4天、8天、10天、11天、12天、14天、16天、20天共8个组合(分别以幼-4、短-4、木-4……表示),每组20苗。1963年及1964年4—5月播种出苗后,一至二周开始光照处理。从开始短日处理后,每天上午借立体显微镜及光学显微镜观察生长锥分化情况,每次观察3—5苗,并应用显微描绘仪描绘观察结果(见图1,2)。各组处理完毕后,移至自然日照条件下,观察其抽穗日期,分别收下结实种子,加以编号,以备来年栽种(见表1,2,3)。

为了验证有争论的原品种的纯度及是否群体中存在突变体的杂合性问题,进行了“短种”分蘖枝的短日处理。在1963年3月4日直播于盆,盆径27厘米,每盆3苗,在自然日照下培育至分蘖达一定数量,然后将分蘖枝移植于另盆,盆径27厘米,每盆3个分蘖枝。6月2日将这些分蘖枝进行短日处理,方法同上。处理分:8天、10天、11天、12天、13天、14天、15天、17天8个组合(分别以分-短-8、分-短-10……表示),每组15个分蘖枝。各组处理完后便移至自然日照条件下,任其在早造长日条件下发育,记录下抽穗日期,收下结实种子分别加以编号(见表4)。

第三部分实验是将上述不同短日处理组分别收获编号的种子,选取幼-12、幼-14、幼-16、幼-20,分-短-8、分-短-10、分-短-11、分-短-12、分-短-13、分-短-14、分-短-15、分-短-17各若干至150粒种子,在1964年早造任其在自然条件下生长发育。观察收下这些提早抽穗的植株以及对照植株所结的种子,并加以编号。

1965年至1967年则选择1964年实验的提早抽穗植株的种子连续在校内实验农场及农村人民公社于早造季节培育及连续定向选育,观察其生育期并记载有关生物学特性特征。实验获得了有意义的结果。

## 试 验 结 果

### (一)关于“短种”及“木泉”对光照处理反应的种性特征

1963年、1964年“短种”、“木泉”对短日处理的反应试验结果(表1,2,3)与前人对“短种”生长发育的阶段分析<sup>[2,3]</sup>基本一致。“短种”和“木泉”对日照长短的反应是敏感的。以“短种”来说,早造自然日照的对照植株中,没有一株能在实验截止的时期内完成其生长发育的全过程,达到抽穗结实。同样地,短日处理4天及8天的幼苗,虽后者生长锥有所分化,但仍不能完成其生长发育的过程。短日处理10天以上的组合则是另一种情况,短日处理时间较长的,如20天,从开始短日处理至抽穗天数就较短——32天;短日处理时间较短的,如10天,从开始短日处理至抽穗天数就较长——40天。“短种”1963—1964年两次重复,“木泉”1964年实验

表1 “短种”不同天数短日处理生长锥分化和抽穗情况 (1963)

短日处理 天数组别	播种日期	短日处理 开始日期	生长锥 分化日期	抽穗日期		从开始短日处 理到抽穗天数
				抽穗始期	抽穗盛期	
幼-20	26/Ⅳ	4/V	14/V	30/V	5/Ⅵ	32
幼-16	26/Ⅳ	4/V	14/V	1/Ⅵ	8/Ⅵ	35
幼-14	26/Ⅳ	4/V	14/V	3/Ⅵ	—	—
幼-12	26/Ⅳ	4/V	14/V	5/Ⅵ	—	—
幼-8	26/Ⅳ	4/V	14/V	—	—	—
幼-4	26/Ⅳ	4/V	—	—	—	—
对照	26/Ⅳ	不处理	—	—	—	—

完全一致。可见，实验选取的材料遗传性是纯的。10天的短日处理对此次实验植株完成生长发育是基本需要的。而以后的短日处理则仍有促进植株生长发育的作用。

短日照处理与生长锥分化的关系是“短种”、“木泉”种性表现的特征之一。它们在播种一到二周的幼苗，开始每天接受9小时的短日照处理，全部植株在处理第11天生长锥开始分化，第12天第一枝梗原基、第13天第二枝梗原基、第15天颖花原基分化，第17天雌雄蕊原基形成（图1,2）。在这里有一个值得注意的问题，即无论“短种”或“木泉”，经8天短日处理后移至自然长日照条件下，和其他接受较长时间短日处理的组合一样，在第11天生长锥分化，但不能抽穗。这说明早造综合自然条件，主要是光温条件对晚稻遗传性的要求是存在矛盾的。虽然生长锥已分化，但在以后的发育中不能继续得到遗传性所要求的条件，仍不能完成其发育。因而早造的光温条件等对晚稻的作用，就有可能改变晚稻的遗传性，诱发其产生变异。

表2 “短种”不同天数短日处理植株抽穗情况 (1964)

短日处理天数组别	播种日期	短日处理开始日期	抽穗日期	从短日处理开 始至抽穗天数
短-20	22/Ⅲ	7/Ⅳ	9/V	32
短-16	22/Ⅲ	7/Ⅳ	10/V	33
短-14	22/Ⅲ	7/Ⅳ	13/V	36
短-12	22/Ⅲ	7/Ⅳ	14/V	37
短-11	22/Ⅲ	7/Ⅳ	15/V	38
短-10	22/Ⅲ	7/Ⅳ	17/V	40
短-8	22/Ⅲ	7/Ⅳ	—	—
对照	22/Ⅲ	不处理	—	—

表3 “木泉”不同天数短日处理植株抽穗情况 (1964)

短日处理天数组别	播种日期	短日处理开始日期	抽穗日期	从短日开始处理至抽穗天数
木-20	21/Ⅲ	7/Ⅳ	9/Ⅴ	32
木-16	21/Ⅲ	7/Ⅳ	9/Ⅴ	32
木-14	21/Ⅲ	7/Ⅳ	11/Ⅴ	34
木-12	21/Ⅲ	7/Ⅳ	14/Ⅴ	37
木-11	21/Ⅲ	7/Ⅳ	15/Ⅴ	38
木-10	21/Ⅲ	7/Ⅳ	17/Ⅴ	40
木-8	21/Ⅲ	7/Ⅳ	—	—
对照	21/Ⅲ	不处理	—	—

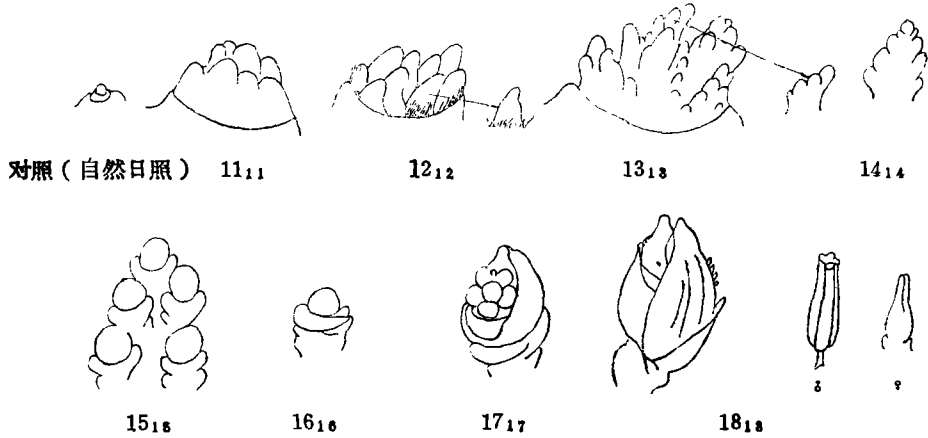


图1 短种。不同天数短日处理生长锥发育情况

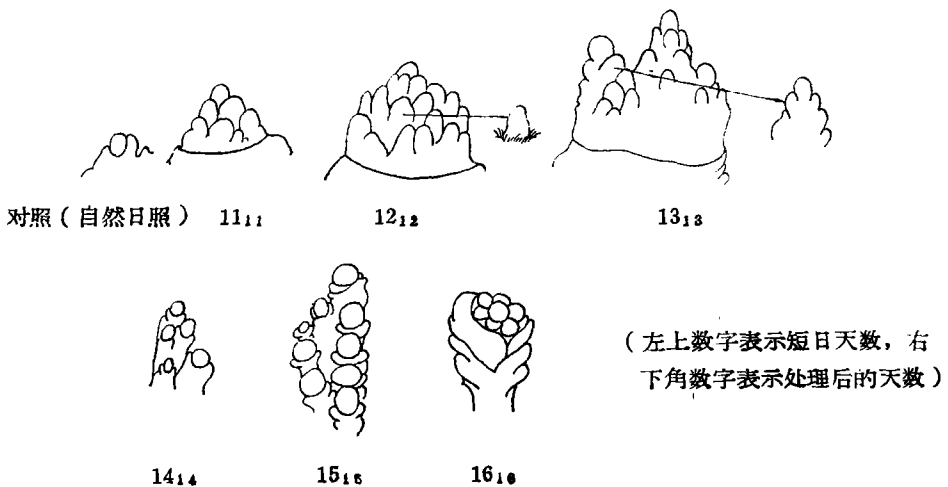


图2 木泉。不同天数短日处理生长发育情况

## (二) 关于“短日性”的异质性问题

1963年用“短种”分蘖枝分别插植,分别进行短日不同天数处理的实验结果(表4),发现同一植株的分蘖(其遗传性可认为是相同的)处在不同的光照条件下,表现有规律的反应。在自然日照条件下所有的分蘖株照例在实验时期内不能抽穗,经过8天以上短日处理的,由于分蘖植株苗龄较老,全部完成发育,先后抽穗。短日处理天数较多的抽穗较早,短日处理天数较少的抽穗则稍迟。这又一次说明“短种”植株短日性反应的一致性。

表4 “短种”分蘖枝不同天数短日处理抽穗情况 (1963)

短日处理天数组别	播种日期	移植分蘖日期	短日处理开始日期	抽穗日期	从开始短日处理至抽穗天数
分-短-17	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	24/Ⅵ	22
分-短-15	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	27/Ⅵ	25
分-短-14	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	29/Ⅵ	27
分-短-13	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	29/Ⅵ	27
分-短-12	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	29/Ⅵ	27
分-短-11	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	4/Ⅶ	32
分-短-10	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	4/Ⅶ	32
分-短-8	4/Ⅲ	28/V	2/Ⅵ	4/Ⅶ	32
对 照	4/Ⅲ	28/V	不处理	—	—

## (三) 1964—1967年在早造季节继续选育

### 1963年实验组别种子后代的表现

#### 1964年实验结果

将上年度经不同天数短日处理的植株(整株处理及分蘖处理的)所收获的种子,以及1963年晚造收的“短种”种子,同时于早造季节播种,任其在自然条件下生长发育(表5)。观察到发育期的分离情况,有的植株抽穗期与对照相同或稍为延迟,有个别植株则较对照抽穗明显提前。如分-短-17-1,于该年3月1日播种,在7月12日就抽穗了,比对照提前22天;分-短-17-2在7月14日抽穗,比对照提前20天;其他的共有8株比对照植株抽穗期分别提前3—18天,而对照植株抽穗期一直很稳定,其变动相差最多1—2天。经诱导处理的植株,株高、顶叶、穗长、穗粒数虽有不同,但并非规律性的变动。由于晚季稻在早造栽种,六、七月气温比晚稻抽穗结实季节气温高得多,实验植株与对照植株的结实粒数均很低。

#### 1965年实验结果

选取1964年实验提早抽穗植株的种子,分-短-8-1五粒、分-短-11-1一粒、分-短-17-1五粒、分-短-17-2五粒、分-短-17-3二粒、幼-16-1三粒、幼-20-1四粒、

表5 不同天数短日处理“短种”植株后代  
抽穗提早情况及其一些性状表现 (1964)

植株 编号	性 状	播种 日期	抽穗 日期	播抽 种穗 天到数	比提 对前 照天 抽穗 数	株高 (厘米)	顶叶长宽		穗长 (厘米)	穗粒数	单株 实粒数
							长	宽			
幼-16-1		1/Ⅲ	31/Ⅴ	152	3	79.0	39.5	0.89	21.0	76	3
幼-20-1		1/Ⅲ	26/Ⅴ	147	8	105.0	65.5	1.00	21.5	87	4
幼-20-2		1/Ⅲ	29/Ⅴ	149	6	108.0	51.6	1.00	23.5	121	2
分-短-8-1		1/Ⅲ	28/Ⅴ	148	7	111.0	43.0	0.9	24.7	127	5
分-短-10-1		1/Ⅲ	29/Ⅴ	149	6	102.0	52.0	0.9	24.0	125	0
分-短-11-1		1/Ⅲ	28/Ⅴ	148	7	100.0	59.2	1.25	21.5	70	1
分-短-11-2		1/Ⅲ	29/Ⅴ	149	6	100.0	56.0	1.10	21.0	68	0
分-短-17-1		1/Ⅲ	12/Ⅴ	133	22	100.0	55.0	1.20	25.9	88	5
分-短-17-2		1/Ⅲ	14/Ⅴ	135	20	90.0	57.0	1.18	21.4	74	5
分-短-17-3		1/Ⅲ	16/Ⅴ	137	18	109.5	50.0	1.10	24.2	105	2
统计	—	—	—	—	—	100.4±8.9	52.9±7	1.05±0.15	23.2±2	93.3±20	—
对-1		1/Ⅲ	2/Ⅴ	154	—	103.5	44.0	1.0	24.9	88	0
对-2		1/Ⅲ	2/Ⅴ	154	—	98.0	37.0	0.89	21.5	97	4
对-3		1/Ⅲ	3/Ⅴ	155	—	107.8	39.0	0.90	24.0	109	5
对-4		1/Ⅲ	4/Ⅴ	156	—	109.0	37.0	0.90	23.5	80	3
对-5		1/Ⅲ	4/Ⅴ	156	—	107.0	32.8	0.90	22.0	80	3
对照平均数	—	—	—	—	—	104.2±4.2	39.8±4	0.92±0.02	23±1.1	92±9	—

幼-20-2二粒，以及对照种子30粒，在2月17日浸种催芽，2月21日播种。由于2月23—27日及3月3—7日连续两次寒潮侵袭，虽然采取了各种防寒措施，27粒实验种子的幼苗，仅有分-短-17-1剩下二苗、分-短-17-2一苗、分-短-17-3二苗、分-短-8-1三苗共八苗存活，其余19苗皆冻死，对照秧苗则一苗不剩。

这些存活的秧苗在早造季节4月1日移植、盆栽。实验至7月底，8株中仅有分-短-17-1二株中的一株在6月10日抽穗，比其亲本抽穗(1964年7月12日)提早32天。这一植株编号为分-短-17-1-1(二代)。其生物学性状是：株高107厘米，顶叶长41.5厘米，宽1.3厘米，穗粒数194粒，有效分蘖数13，谷粒椭圆形。

其他7株抽穗比其亲本均未见提早。

**1966年实验结果**

1966年将分-短-17-1-1所结的种子一部分在学校农场栽种，一部分在农村人民公社栽种。

农村栽种的于2月25日播种，4月18日插秧，株数是75株。返青以后，不参

加试验的农民见到就问,是不是搞错了种子,将晚造种拿来早造。他们之所以提出这个问题,原因是这些秧苗的叶片较狭,具有晚造品种的特性,而不似早季稻品种秧苗叶片的扁阔。栽种的结果是在6月4日开始抽穗,比早季稻“矮南特”迟约10天。植株抽穗极不整齐,至6月底农村收割时仍约有五分之一植株没有抽穗。

学校农场栽种部分是在2月26日浸种催芽,3月1日播种,3月31日插秧。实验仍然采用盆栽。6月3日开始抽穗,7月4日收割。收割时同样有小部分植株没有抽穗。抽穗植株的种子也有部分未成熟。我们选取了8株完熟的植株,进行了一些生物学性状调查,结果如(表6)。

表6 诱导后第三代植株的一些生物学性状 (1966)

编号	株高(厘米)	穗长(厘米)	有效穗数	穗粒数
分-短-17-1-1-1	118.5	28.5	4	135
分-短-17-1-1-2	107.0	28.0	6	148
分-短-17-1-1-3	120.0	27.5	5	155
分-短-17-1-1-4	105.0	24.5	4	172
分-短-17-1-1-5	123.0	28.0	4	202
分-短-17-1-1-6	109.5	25.6	2	140
分-短-17-1-1-7	115.0	25.0	6	133
分-短-17-1-1-8	112.0	30.5	5	168
平均数	113.6	27.2	4.5	159.6

### 1967年实验结果

这一年将上年收获的种子经选择后在3月13日浸种催芽,3月16日播种,4月13日插秧,与早季稻“二九矮”、“珍珠矮”分区对比试验。部分种子还送到水稻生态室试种鉴定。试验植株于5月25日开始抽穗,比“二九矮”、“珍珠矮”迟2—3天。6月29日收割。成熟要比“二九矮”、“珍珠矮”差,收割时仍有20%的谷粒停留青黄色。成熟度不整齐的原因是由于植株抽穗有的早些、有的晚些,时间拖得较长之故。水稻生态室的一些同志肯定了我们的试验,认为茎叶形态基本仍保留晚稻型,而发育则在早造季节完成,实现了晚季稻向早季稻的转变。

## 讨 论

根据以上实验结果来看,“短种”和“木泉”对光照反应的遗传特性是一致的。尤其是“短种”,经过1963—1964年两年的重复试验,不经短日处理的,在早造自然长日照条件下,均不能在7月中下旬以前完成其发育过程达到抽穗结实。不同天数短日处理的,植株生长锥分化及抽穗迟早皆表现有规律的反应,与农业生产和

前人的试验<sup>[6,7]</sup>相符合。在我们实验的群体中并未观察到有光照异质性突变体的存在。

通过进一步对“短种”分蘖枝的光照处理实验,也可看到所有同一株的分蘖枝对光照反应也存在着一致性。证明在所有实验植株个体的不同分蘖枝之间遗传性是统一的,并不存在对光照反应的异质性。

对这样具有相对稳定遗传性的“短种”植株,在1963年用不同天数的短日处理后,移至早造综合自然条件下,即非“短种”遗传性所要求的条件下,强迫其抽穗结实,就有可能达到动摇其旧有遗传性的作用。将不同植株结实的种子分别在1964年早造播植,在日照趋长、气温升高(尤其7月广州地区的高温)、光质、光强等皆与晚造迥异的条件下,与“短种”植株原有遗传性所要求的条件形成强烈的矛盾,一些植株通过内部生理代谢的适应,终于在该年7月底抽穗,比对照提前3天至22天不等。而绝大部分植株则与对照植株同时抽穗,表现有分离现象。

1964年比对照提早抽穗的8株的种子,在1965年早造季节继续栽种的结果,仅其中一株,分-短-17-1-1,即1964年抽穗比对照植株提早22天的一株的种子后代进一步提早,于该年6月10日抽穗,其他7株皆没有提早。说明这些植株在适应早造季节逐步形成新的遗传性过程中仍存在质的差别,即生理与遗传的差别。若一旦获得质变后,如分-短-17-1-1,在1966、1967年继续在早造季节栽种的情况下,便可能继续巩固与发展,成为早造中熟品种。但在这过程中,除连年在早造季节定向培育外,还需不断进行选择,使之抽穗逐步整齐,成熟趋于一致。

以上事实充分说明达尔文关于物种形成:遗传、变异、选择的正确性<sup>[10]</sup>。

李森科及其学派,还有我国的一些科学工作者皆进行过春小麦和冬小麦互变的试验<sup>[11,12,13]</sup>。这些试验不少受到试验材料(群体及个体)异质性问题的诘难,以至被认为可能并不可靠。本试验从各方面注意了这一问题对试验结果可能招致的影响,采取了一定的措施。广州地区早季稻在7月底已全收割,我们的实验1963年分蘖株最早抽穗的为6月24日,1964年最早抽穗的为7月12日,而且两年间试验场地附近相当地段内又没有栽植早季稻品种,这样时间、空间的隔离,可靠地避免了早晚季稻自然杂交的可能性。又由于整个实验过程严格单株收藏,系谱清楚,可认为避免了种子混杂的任何可能。

总括五年实验的结果看来,我们认为:晚稻“短种”在与其遗传性要求极其矛盾的早造综合条件,尤其是日照、幼穗分化后期的高温等因素作用下,激发了一些植株内部遗传因子的突变,加上连年早造季节栽种的培育和人工选择,不断地加强了早造品种的特点,终于逐渐地转变为适于早造栽种的品种,而为人类所利用。

晚季稻演变为早季稻的过程,以分-短-17-1-1-1来说,抽穗是逐年提早的,似属渐进式的飞跃,但我们认为其具有早季稻性质的质变是1964年的栽种,在7月12日抽穗,比对照提早22天时,即已获得早季稻的质变。这一质变提供了变化的基础,而逐年的培育及人工选择又巩固和发展了植株新获得的性状。

本实验所证明晚稻演变为早稻的途径可能仅是其中一种,是否尚存在其他途径仍有待探讨。而关于在这一演变过程中早季综合光温条件诱导变异发生的内部机理也有待进一步研究。

## 结 论

根据上述长期实验的结果看来,晚稻“短种”在与其遗传性要求极其矛盾的早造季节的综合条件(尤其是日照趋长、幼穗分化后期高温因素)的作用下,可发生植株的突变过程,有的植株抽穗能比对照提早。这一新的性状,经其后连年在早造条件下加以培育,加上人工不断的选择,改变了“短种”对光温反应要求的典型的晚稻品种的特性,终于转变为具有早稻的特性的品种。本研究通过实验证明了丁颖关于“早季稻是由基本型的晚季稻分化形成的变异型”的推论至少符合部分水稻演化的历史的实际情况。

## 参 考 文 献

- [1] 丁颖等 1961.《中国水稻栽培学》第二章,中国栽培稻种的起源和演变。农业出版社。
- [2] 王仲彦 水稻“短种”光照阶段发育特性的初步分析(简报)。广东省第一次科学工作会议论文报告会。
- [3] 中山大学植物生理教研组 1957.光照长度对水稻(短种)结实器官形成的作用。科学通报,1957,19。
- [4] 唐锡华 1955.关于水稻的阶段发育。植物生理学通讯,1955,1。
- [5] 杨开渠 1956.春化处理与短日处理对水稻生长期的影响。四川大学自然科学学报,1956,2。
- [6] 吴光南 1957.中国水稻品种对光照长度反应特性的研究。华东农业科学通报,1957,8。
- [7] 汪向明 1959.光照长度对水稻生长发育的影响。武汉大学自然科学学报,1959,3。
- [8] 林英昂 1953.水稻晚季种改变为早季种的初步试验报告。华东农业科学通报,1953,4。
- [9] 唐锡华 1956.水稻生长点分化与光照发育阶段的关系。植物学报,1956,5。
- [10] 达尔文 《物种起源》第一分册。三联书店出版,1954年。
- [11] 李森科 《农业生物学》植物阶段发育理论与田间作物育种。科学出版社,1956年。
- [12] Авакян, А. А., 1963. “Направленное изменение наследственно озимых сортов в яровые и яровых в озимые” Агробиология, 1963, 2。
- [13] Ахсенко, Т. Д., 1963. Теоретические основы направленного изменения наследственности сельскохозяйственных растений Агробиология 1963, 1。
- [14] IRRI, Rice genetics and cytogenetics, 1964。

## HOW IS THE EARLY SEASON RICE EVOLVED?

Phytophysiology and Genetics Division Biology Department

### Abstract

How the early season rices are evolved? There is not any Proof of explain the process of its formation up to present.

From 1963 to 1967, an experiment has been carried out with a View to find out whether the early season rice could be derived from late season rice.

In the spring of 1963, during the second stage (the day light stage) of individual development of the typical late season rice "Duan Chung", we treated with short day (9hr/day) photoperiods to the seed plants and the tillers as well for several days which were not sufficient to accomplish the individual development.

After the short day photoperiod treatment, all seed plants and the tillers of seed plants were removed out of the dark chamber and subjected to the natural long day (14—15 hrs/day) photoperiods until heading.

In the succeeding four years, from 1964 to 1967, all grains were cultivated successively under the long day sun light. In 1964 ten plants among the populations matured earlier than the control were selected and planted in single plant line in the next year. Through variance, heredity and artificial selection, in 1967, the "Duan Chung" late season rice became adopted to the early season synthetic conditions as one strain of early rice, which was planted on March 1 and ripening at June 29.