

水稻机械化栽培

公顷产8,000公斤生育模式*

修长兴 王惠彬 程仁杰 曲连吉

(吉林市农业科学研究所)

(永吉县科委、区划办)

吉林省是全国水稻大棚盘育苗机插秧栽培技术大面积推广应用最早,面积最大,效果也较好的一个省,现已推广154万亩,占全省水田面积的30%左右。因此,研究提出并推广应用机械栽培的高产稳产生育模式,将会促进全省水稻生产的发展和栽培技术水平的普遍提高。为此,根据1981年至1985年在永吉县岔路河镇恒成号开展的水稻机械化稳产高产低成本示范样板的研究和所内的试验调查结果,初步总结提出吉林省中东部平原稻区水稻机械化栽培公顷产8,000公斤的生育模式。

(一)产量构成指标

通过五年来在示范样板和所内试区的几十个公顷产8,000公斤以上田块的调查统计,产量结构指标如下:

基本苗数:一平方米 $28(\pm 2)$ 穴,140 (± 30) 苗;

穗数:秋光品种一平方米450 (± 50) 穗,每穴16 (± 1) 穗;下北品种550 (± 50) 穗;每穴19 (± 1) 穗;

穗粒数:秋光品种一穗80 (± 5) 粒;下北品种65 (± 5) 粒;

空秕率:10 $(\pm 3)\%$

千粒重:25.5 (± 0.5) 克。

1. 基本苗数

盘育苗机械插秧,插秧机的行、穴距基本是固定的,一般行距为30厘米,穴距10—13厘米。从大量的田间调查来看,高产田块的行 \times 穴距大多为30 \times 12厘米,即每平方米28穴,少数为30 \times 11厘米,每平方米30穴。每穴苗数多为3—7棵,平均5棵。几年来做了一些不同行、穴距和不同苗数的对比试验,看出水稻有很强的自动调节能力,在良好的栽培条件下,各处理间差异很小,一般只有2—3%。如每穴苗数在3—11范围内产量差异最大不超过5%。穴距在10—16厘米产量差异只有3%左右,而且无规律。行距28和30厘米没有显著差异。因此认为,在良好的高产栽培条件下,最佳的栽植规格为行距30厘米,穴距12厘米,每穴4—6苗。个体群体发展均衡,经济省工,产量高而稳定。

2. 穗数与粒数

调查结果,穗粒数分布如图1所示。秋光品种每平方米穗数大多在450穗左右,每穗粒数在80粒上下。下北品种每平方米穗数在500左右,一穗粒数在65粒上下。

*参加部分试验调查研究工作的还有金炳文、李丽娟、赵正清、郭桂珍、朴世鹤、陈文玲等同志,一并致谢。

(二) 发育期和积温

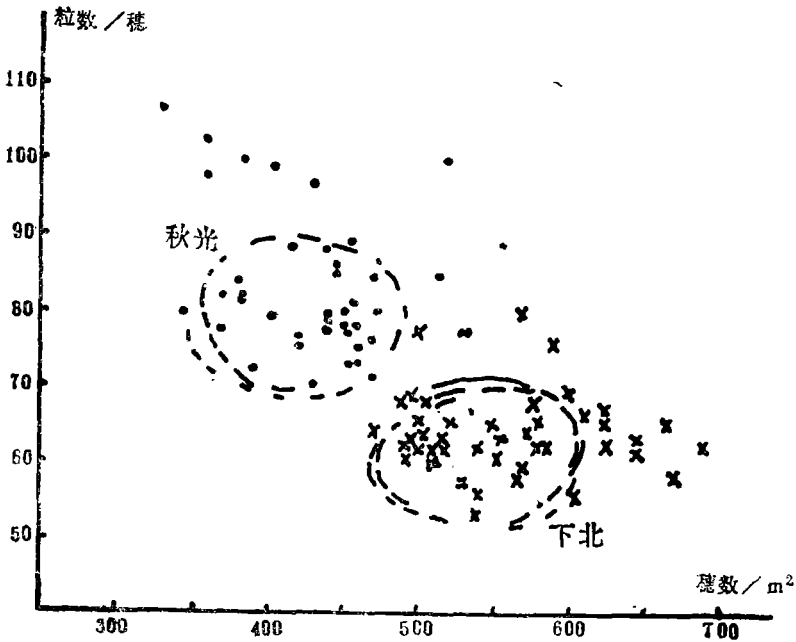


图1 公顷产8000公斤穗、粒数分布状况

秋光在吉林省属晚熟品种，在示范样板上取发育期中值。按4月15日播种育苗，5月20日插秧，9月20日成熟收割计算。育苗期35天，本田生育期123天，全生育期158天。需积温：育苗期约600度（大棚内积温），本田期约为2,530度，总积温约为3,130度。

返青期：插秧至分蘖始期（5月20日至6月5日），需15天，积温294度。

分蘖期：分蘖始期至幼穗分化始期（6月6日至7月5日）需30天，积温631.2度。

穗形成期：幼穗分化始期至出穗期（7月6日至8月5日），需31天，积温711.8度。

灌浆成熟期：出穗至成熟期（8月6日至9月20日）需45天，积温893度。

下北（京引127）品种育苗期、返青期、穗形成期、灌浆成熟期基本与秋光品种相近。只在分蘖期，从分蘖始期至幼穗分化始期（6月6日至7月1日）需25天，积温比秋光少100℃左右，为530℃左右。

掌握水稻本田各发育期所需日数和积温条件，即可进行计划栽培，合理调整促控措施，保证安全成熟。

(三) 叶龄进展

水稻同一品种的主茎总叶数在相近的栽培条件下比较稳定，叶龄增长可反映生长发育进程，是看苗管理的主要标志之一。根据几年来所内外的调查结果，秋光品种在盘育苗机插栽培条件下的主茎总叶数，中苗插秧是13.5片，小苗插秧是13片，大苗插秧是14片，早育大苗手插主茎总叶片数可达15片。下北品种比秋光少1片叶。

叶龄进展的速度与气温关系较大，田间叶龄还与秧苗大小、插秧期有关。但二者均与品种无明显相关。据调查，秋光、下北、滨旭三个不同熟期的品种，同叶龄同期插秧，在

同一栽培条件下，田间叶龄和出叶速度基本相同（见表1），如6月6日均为5叶，7月6日均为10叶等，各品种出穗期不同是由各自主茎总叶数不同所致，早熟品种主茎总叶数少，出穗早，晚熟品种主茎总叶数多出穗晚，而田间表现的叶龄基本相同。用叶龄指数表示，就不同了，叶龄同是10叶，则秋光叶龄指数是74%，下北叶龄指数为80%。

根据示范样板的调查验证，表1可作为吉林省中部平原区，任何品种水稻的安全高产叶龄进展模式。

表1 不同熟期品种三年平均叶龄进展情况 (1982—1984年)

品 种	月 日		六 月					七 月				
	1日	6日	11日	16日	21日	26日	1日	6日	11日	16日	21日	27日
秋 光	4.0	5.0	5.9	6.8	7.8	8.6	9.4	10.0	10.9	11.4	12.0	12.7
下 北	4.0	4.9	5.9	6.8	7.9	8.5	9.3	10.1	10.7	11.3	12.0	
滨 旭	3.9	5.0	5.9	7.0	7.9	8.7	9.4	10.1	10.8	11.4	12.0	
平 均	4.0	5.0	5.9	6.0	7.9	8.6	9.4	10.1	10.8	11.4	12.0	
增长量		1	0.9	1	1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	

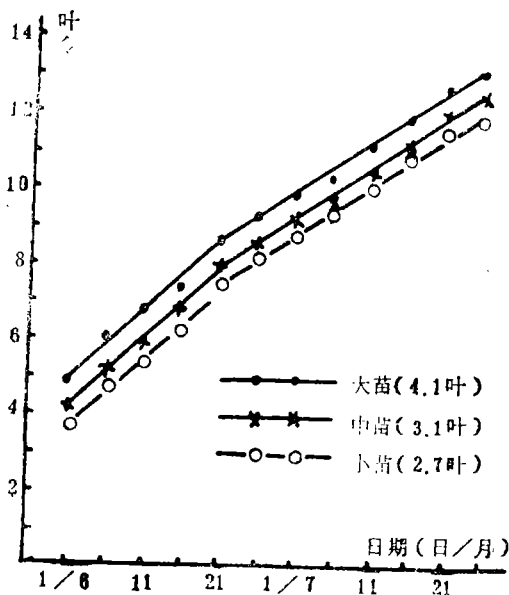


图2 不同叶龄插秧叶龄进展情况 (1985年秋光)

据调查得知：4—8叶每5天长1叶，第9叶以后每5天长0.6—0.7个叶。总平均每6.5天长1个叶。要正常成熟并获得高产，叶龄进展必须符合该模式。

另外，从调查研究中还发现，插秧时秧苗叶龄大小不同，但插后出叶速度是相同的，叶龄进展呈平行线（见图2）。这样，插秧时叶龄的差距一直保持到出穗。运用这个规律和模式即可作为叶龄诊断的标准和进行水稻生育期予测。

(四) 叶长模式

日本著名农民水稻专家五十岚长藏总结出理想稻型的叶长模式，并以此进行诊断，创造了公顷产一万公斤的高产记录。我们对水稻盘育苗机插秧栽培，高产水稻（秋光、下北品种）的各叶长进行了系统的调查分析，初步认为公顷产八千公斤水稻的主茎各

表2 高产叶长模式 (叶长：厘米)

品 种	叶 位	剑 叶	第 2 叶	第 3 叶	第 4 叶	第 5 叶	第 6 叶	第 7 叶	第 8 叶	第 9 叶	第 10 叶
秋 光		22	29	35	34	33	27	24	22	16	12}
下 北		21	28	33	30	27	25	22	16	12	

注：从剑叶开始向下数。

叶长的模式如表 2。

与五十岚理想稻型相比较，秋光除第 4 叶短 3 厘米外，其它各叶非常相近。我们认为秋光品种在吉林省采用机械化栽培，公顷产 8,000 公斤叶长模式的特点是上数第 3、4、5 叶较平齐，相差 0.5 厘米左右。第 3、4、5 叶都较长，在幼穗形成和第一枝梗分化期，增加了功能叶面积，为穗大、粒多、产量高打下了基础。

(五) 叶色变化

叶色的浓淡，与叶片叶绿素含量和含氮量密切相关，是营养诊断的重要指标。根据我们用“富士”叶片比色板对亩产 1,100 斤以上田块的观察，秋光品种各时期叶色变化如下：

3 表 秋光品种叶色变化模式

发育期	分蘖初期	分蘖盛期	分蘖高峰	穗分化期	孕穗	出穗期	乳熟期	腊熟期	
日期 (月·日)	6·5 ~ 10	20 ~ 30	7·5	10	15	25	8·4	20	30
叶色级别	5	6	5.5	5	4.5	5	5.5	5.5	5

从实际观察来看，高产田的叶色比日本标明的高产叶色等级要高得多。叶色有两个时期浓，一个时期淡的“两黑一黄”的变化。在 6 月 20 日至 30 日的分蘖盛期叶色加深到 6 级。到 7 月 10—15 日拔节期，叶色明显褪淡，叶色降至 4.5—5 级。8 月 5 日出穗后叶色变浓，回升到 5.5 级。据试验和大面积定点观察，凡是叶色按此模式变化的，产量都在 8,000 公斤以上；叶色没有按规律达到上述模式指标者，产量都不同程度的降低。如不出现第一黑，则为分蘖数不够，保证不了穗数。如没有第二黑，有效分蘖率低，穗数不足，穗小粒少。如果没有中间的落黄，长势过旺，穗数过多，贪青倒伏，成熟度不高。

(六) 株高增长

一般认为株高的增长是一条“S”形生长曲线。从大量的田间调查结果看出，从 6 月 5 日返青后到 7 月 20 日孕穗前的 45 天里，水稻田间株高（每穴稻株地面至最高叶尖）的增长是一条直线（见图 3）。直线方程式为： $y_{株高} = a + bx$ a 为返青后（6 月 5 日）的日数。在正常情况下，6 月 5 日至 7 月 20 日田间株高平均每天长 1 厘米左右，不论插秧早晚和苗的大小，在良好的栽培条件下，此期的生长速度（ b ）都是一致，只受气温的影响而波动。田间株高所存在的差异是 6 月 5 日前的株高（ a ）的不同。按照这个生长模式，不仅可以预测田间株高，也表

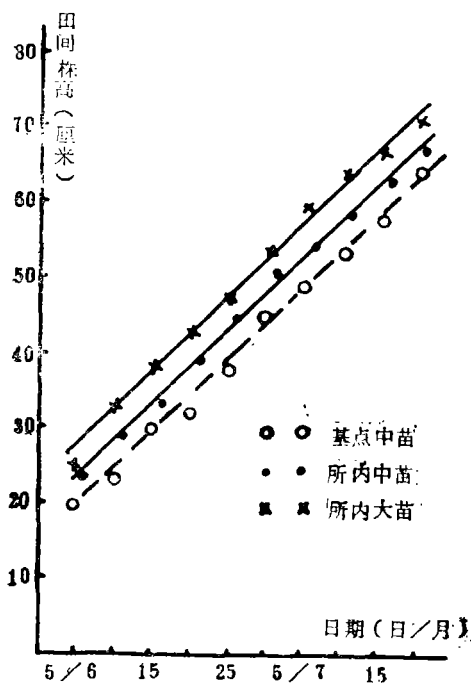


图 3 株高增长模式

明了早育壮秧，适时早插，减少插秧挫折，缩短返青期，使稻株生长起步（6月5日前的生长）快的重要意义。

从各高产田块株高增长情况分析，高产的株高增长公式为 $y_{株增} = 20 + x$ （ x 为6月5日后的日数）。例如6月5日后30天，7月5日的田间株高应为50厘米左右。

从各节间长的调查来看，安全高产的节间长，秋光品种，第一节间（颈节）为29—31厘米，第二节间长18—20厘米，第三节间长13—14厘米，第4节间长5—6厘米，第5节间长0.5厘米左右。

（七）分蘖消长模式

分蘖早晚、快慢和多少是水稻重要的生育指标，决定着水稻是否能获得高产。高产水稻的分蘖发生要早，要快，最高分蘖数要适宜。从多年多点公顷产8,000公斤的高产田分蘖状况的调查各年度的地块间虽然有差别，据统计分析结果来看，6月5日前后必须见蘖，6月23日前后为有效分蘖终止期，秋光每平方米苗数要达到450个，下北要达到500个。7月5日为最高分蘖期，平方米茎数秋光要达到600个，下北要达到650个。最多不能超过700个。6月25日达不到计划茎数，就不易确保足够的穗数。7月5日分蘖数超过700，就有发病、贪青倒伏的危险。分蘖势（强度：蘖数/日）6月15日至25日的有效分蘖期内，每天每平方米要增加25—30个，即每天每穴约增加一个蘖。7月5日以后蘖数减少要缓慢，每5天每平方米减少10—15个茎，即每10天每穴减少1个茎。总的趋势是有效分蘖期茎数迅速增加，无效分蘖期茎数缓慢减少，这样才能提高分蘖成穗率，确保高产稳产。

根据所内外几年来多点调查结果平均，公顷产8,000公斤以上水稻分蘖消长模式曲线如图4。

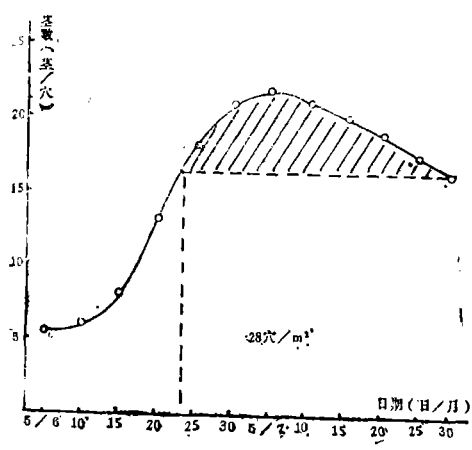


图4 水稻分蘖消长模式曲线

无效分蘖区（阴影部）呈流线形，头部大，尾部小，即分蘖增加速度要快，减少要缓慢。6月5日至7月5日分蘖高峰期前，其

分蘖增长曲线公式为 $y_{蘖} = \frac{25.23}{1 + e^{2.15 - 0.13x}}$ 式中 X 为6月1日后的天数。

（八）生长量增长模式

生长量为每平方米内茎数与田间株高的乘积，是水稻生长情况的常用指标。通过上述多年多点分蘖与株高定点调查资料的统计分析，秋光品种公顷产8,000公斤的生长量增长模式如图5。是一很规律的平滑生长曲线，各实际点均在曲线上。其生长曲线方程式为：

$$y_{生} = \frac{4.488}{1 + e^{3.135 - 0.112x}} \quad \text{式中} X \text{为} 6 \text{月} 1 \text{日} \text{后} \text{的} \text{天} \text{数}$$

从这个模式图和曲线方程可以查出各时期秋光理想稻型的生长量。6月10日约为0.4

（下转第11页）

土，防止压苗。以后铲耨结合，紧上第二遍。共生期间只铲不耨，压住早荒。豌豆收获后，立即拿起大垄。为充分利用光、气、热，豌豆应适时早收，当90%的子粒已达成熟时，及时拔秧收获。玉米应延迟到严霜过后再收获。以利充分后熟，多利用一部分光、热。增加子粒干物质，提高产量。

豌豆套种玉米，由于播种期与收获期一早一晚，一前一后，田间生长期达160天左右。而共生期仅有35天左右。因而延长了对光能的有效利用时间，为获得较多光合产物提供了条件。同时，对季节和积温的利用率也高，有利充分发挥旱区光热资源优势，能提高经济效益。套种比清种亩纯收益最高可增加一倍半以上，最低的也增收达80%。若豌豆以采收青荚为主，每亩可采收1,000—1,500斤。按每斤0.25元计价，可收入250—375元。这样，增收的幅度将会有更大的突破。同时，豌豆是豆科蔬菜，属高蛋白食品。其蛋白质含量与猪肉相仿。历来是人们所喜爱的菜肴。实行豌豆套种玉米，一不增加耕地面积，二可保证粮食生产不受影响，三可以调剂生活食品，满足人们食品结构日趋优化的需求。另外，豌豆又是很好的经济绿肥和饲草。根部生有根瘤，可以固定大气中的N素，提高土壤肥力。其茎叶用来发展养殖业，优于其他饲草。

本项技术如果在城镇郊区广泛应用，其经济效益就更会显著。

(上接第9页)

万，6月20日为1.4万，6月30日为2.9万，7月10日约为3.5万。

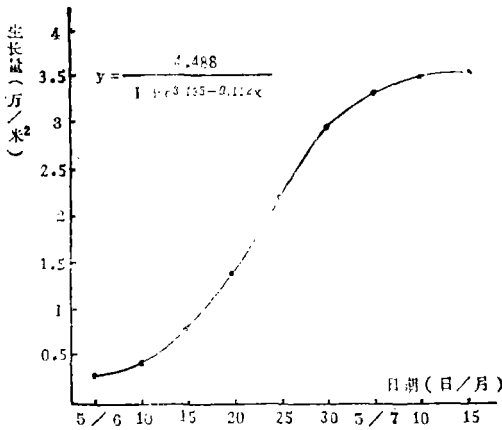


图5 生长量增长模式(秋光)

(九) 谷粒充实进程

谷粒充实进程与品种、出穗期和出穗后的天气因素关系很大。将1982至1985年

盘育苗机插秧的秋光、下北品种谷粒充实速度的调查资料平均，得出如图6的常年谷粒充实过程模式，作为生产上考察灌浆情况的参考。从图6可以看出谷粒充实的进程为一S形

生长曲线。其曲线方程式为： $y_{谷} = \frac{22.79}{1 + e^{2.35 - 0.155x}}$ 式中X为出穗后的经历日数

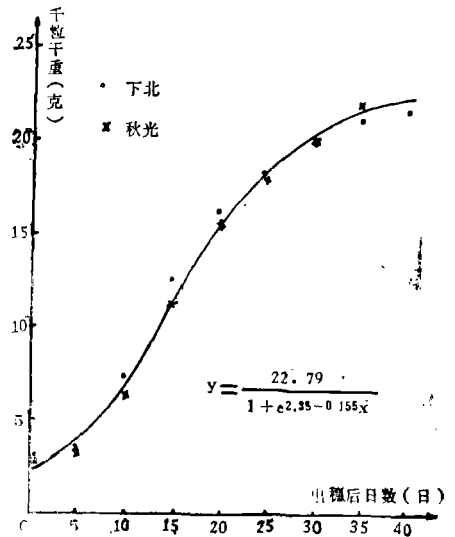


图6 谷粒充实过程模式

注：1982—1985年平均值。