

水稻丰产高效技术及理论

凌启鸿 张洪程 丁艳锋 仲维功 祝树德 编著



 中国农业出版社

水稻丰产高效技术及理论

凌启鸿 张洪程 丁艳锋 仲维功 祝树德 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水稻丰产高效技术及理论/凌启鸿等编著. —北京:
中国农业出版社, 2005. 7
ISBN 7 - 109 - 09983 - 0

I. 水... II. 凌... III. 水稻—栽培—技术培训—
教材 IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 078503 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥
责任编辑 舒 薇

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.5

字数: 156 千字 印数: 1~8 000 册

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编著	凌启鸿	张洪程	丁艳锋
	仲维功	祝树德	
审校	戴其根	苏祖芳	

序

粮食问题是关系到国计民生的重大问题。确保粮食安全是经济和社会协调发展的基础，是我国农业持续发展的首要任务。针对我国粮食增产和农民增收面临的新形势、新问题，党中央、国务院高度重视，做出了多方面的重大战略部署。其中科学技术部、农业部、财政部和国家粮食局决定，从2004年开始联合组织实施“粮食丰产科技工程”。该工程项目的实施，对于提升我国农业科技的创新能力、储备能力和转化能力，充分发挥粮食主产区生产优势，全面提高粮食主产区的综合生产能力，确保国家粮食安全，将产生重大的作用。

江苏是全国重点产稻省份之一，产量在全国各省份中位置较高，是我国著名的水稻高产省份。江苏的水稻面积、产量分占粮食种植面积和产量的39%和51%。近年来，江苏随着经济发展及基本建设的加速，人口增长和农业种植结构的调整，人均耕地相对减少，因而提高单产、增加总产，成为解决粮食安全的根本途径。江苏必须坚持科学发展观，抓住“粮食丰产科技工程”实施的有利时机，在主攻水稻高产的同时，兼顾优质、高效、生态和食品安全等目标，加快江苏粮食产业的可持续发展，为粮食增产、农民增收做出新贡献。

江苏实施“粮食丰产科技工程”，一方面针对江苏水稻生产发展中出现的瓶颈问题开展技术攻关，另一方面则是大力地将现有先进实用技术集成并进行不同层面的示范应用，加速转化为现实生产力。要达到这一目的，必须提高核心试验区、示范与辐射区科技人员及科技示范户掌握先进技术的水平。所以对科技人员与示范户进行技术培训至关重要，为此，项目技术协作组针对性编著了《水稻丰产高效技术及理论》一书，供作培训教材。

本书汇集了近年来水稻科研的新成果、新技术，是一本科学性、先进性与实用性强的稻作科技培训新教材。我们期望它的出版，能对先进稻作科技的宣传普及与交流、水稻科技人才的培训，以及加快“粮食丰产科技工程”的实施起到显著的促进作用。

本书出版得到国家科学技术部与江苏省科学技术厅、江苏省农林厅的大力支持，在此衷心感谢。

编著者

2005年6月

目 录

序

第一篇 水稻精确定量栽培	1
1 精确定量栽培——新世纪水稻栽培发展的方向	1
2 水稻高产优质群体生长发展的动态定量指标	3
3 栽培技术的精确定量	9
4 精确定量栽培是全面提高水稻栽培科学和水稻生产水平的 推进器	20
第二篇 机插水稻高产栽培途径与技术	22
1 机插水稻生产发展概况	22
2 机插水稻生育特点与高产栽培途径	23
3 江苏目前用于机插的水稻品种及其选择	35
4 壮秧指标与培育技术	37
5 大田栽插与管理	48
第三篇 水稻育秧技术	55
1 适宜播期的确定	55
2 适龄秧苗及最大秧龄限度	58
3 壮秧的指标	60
4 秧田播种密度	62
5 秧苗不同叶龄期的肥水管理原则	64
6 旱育秧技术	67
7 多效唑在培育叶蘖同伸秧苗上的应用	80
8 机插秧的育秧技术	82
第四篇 水稻条纹叶枯病及灰飞虱防治理论与技术	93
1 水稻条纹叶枯病的发生、分布及为害特点	93

2	灰飞虱的主要生物学	96
3	水稻条纹叶枯病的主要发生规律	103
4	影响灰飞虱与水稻条纹叶枯病发生的因素	107
5	灰飞虱与水稻条纹叶枯病的监测与防治	112
 第五篇 江苏省水稻育种现状与主要水稻品种简介		118
1	水稻育种的现状	118
2	江苏省主要水稻品种简介	125
3	品种选用与种植区域的建议	142

第一篇 水稻精确定量栽培

凌 启 鸿

1 精确定量栽培——新世纪水稻栽培发展的方向

1.1 主攻单产是我国水稻生产的一个永恒的主题

水稻是我国第一大粮食作物，全国有近 2/3 的人口以稻米为主食，这是难以改变的民族饮食传统。全国水稻面积和产量的 87.4% 和 87.6%（2001 年资料）在我国淮河以南的南方各省（直辖市、自治区），近年来，我国南方的沿海地区和大城市郊区大量占用稻田搞建设，由此带来的我国粮食安全问题，用北方的旱粮是难于弥补的。因此，我国的粮食安全，主要是稻米生产安全问题。

控制人口、节约用地，只能缓解稻米供需的部分矛盾，解决我国粮食安全的根本出路在于不断提高稻米的单产。

1.2 主攻单产的同时必须兼顾优质、高效、生态和食品安全等综合目标，是稻米生产上贯彻科学发展观，实现协调、可持续发展的根本性举措

提高单产、增加总产是解决我国稻米数量上供需矛盾的前提，没有足够数量的稻米，社会稳定、国家自立将没有保证。而且，提高单产，也是农民增收的一个基本因素。

在粮食紧缺时代，采用高投入追求高产、不求品质和效益并带来环境污染和食品高残毒含量的不合理栽培方法，必须摒弃。但一味追求省工省力，不顾产量的轻简栽培方法，也是不可取的。因此，探求能满足高产、优质、高效、生态、安全五方面综合要求的、先进的、比较简化的栽培技术（简称“十字”栽培技术），成为 21 世纪初我国水稻栽培科学发展的新目标。

1.3 协调高产、优质、高效、生态、安全的关系，科学栽培要挑重担

1.3.1 良种与栽培

良种是统一高产、优质、高效、生态和安全五个要求的内因，永远是一个最重要的因素。但良种基因的充分表达，必须通过科学栽培来实现。同一良种在不同栽培方法下，其产量、品质和效益差异极大，往往会超过品种间的差异。

1.3.2 高产与优质

水稻在高产与优质形成时，存在时间上、过程上的同一性和矛盾性。栽培科学要研究这种同一性和矛盾性，探索利用同一性和协调矛盾性的优质高产栽培技术体系。

1.3.3 高效

高效要靠增产（高产、优质）和低耗（省工、节本）两方面来实现。要求既能高产优质、又能省肥节水、省工省力的集成技术。

1.3.4 生态友好

表面看来似乎是环境、生态学家的事，但水稻生产中的环境保护，主要靠既使水稻高产优质，又使生态环境受到保护的合理的耕作、施肥、灌溉和植保技术的合理集成，是栽培学家的事，并推广出去，成为农民可掌握的实用技术。

1.3.5 食品安全

建立食品安全检测体系和市场准入制度，固然十分重要。但安全食品首先是种（饲养）出来的，如何保证以安全的农产品进入市场，这个过程，几乎完全是栽培问题，是无公害栽培和清洁栽培技术问题。

1.4 精确定量栽培才能实现高产、优质、高效、生态、安全等综合目标

精确定量栽培使各项技术的应用及彼此间的配合均能达到适时适量、发挥最大的利用效率，满足“十字”的综合目标。

（1）在高产更高产（江苏水稻亩*产700公斤**以上）条件下，肥料的

* 亩为非法定计量单位，1亩=667米²。

** 公斤为非法定计量单位，1公斤=1000克。

投入较多,高肥容易产生高产和优质、高效、生态及安全之间的矛盾,并增加了倒伏的危险。这就要求精确计算施肥(包括氮、磷、钾的用量、合理配比和施用时间)、基本苗(包括行穴距)、水分调控和植保技术的实施,使各项措施既不过量,也无不及,发挥最高的效率,既保证高产优质、又减少资源浪费和对环境及稻米的污染。因此,这种高产栽培对技术定量的要求十分严格。

(2)在中产条件下(江苏水稻亩产在600公斤以下),存在多种技术途径,似乎对栽培技术定量的要求不严格。但实践证明,也存在提高资源利用效率、取得最大经济效益的栽培技术定量问题。2002年江苏10个县进行的精确施氮试验,在采用习惯的经验性栽培条件下,亩产500~600公斤的大面积稻田,施氮水平都在20公斤/亩左右。而采用密、肥、水精确定量栽培的,亩施氮20公斤的亩产可提高至700公斤左右;或保证获得600公斤左右亩产的,亩施氮量可下降至16公斤左右。

实践证明,不论是中产变高产或高产更高产,要达到栽培的“十字”综合目标,技术的精确定量都是必要的。

(3)精确定量栽培必须具备两方面的定量工作基础。即:

- ①水稻高产优质群体生长发展的动态定量指标。
- ②栽培技术的精确定量方法。

2 水稻高产优质群体生长发展的动态定量指标

2.1 水稻生育进程(器官建成和产量因素形成)在时间上的定量诊断方法——水稻叶龄模式

(1)研究探明了三个最关键的叶龄期(图1-1):

①有效分蘖临界叶龄期: $N-n$ 叶龄期(5~7个伸长节间的品种)或 $N-n+1$ 叶龄期($N \leq 12$,4个伸长节间的品种,或者单本稀植条件下),作为有效和无效分蘖发生的分界期。

②生理拔节期(基部第一节间伸长)为 $N-n+3$ 叶龄期或 $n-2$ 的倒数叶龄期。

③穗分化叶龄期,所有品种均可用叶龄余数法诊断,穗分化始于叶龄余数3.5左右,完成于破口之前。

(2)研究进一步探明了高产群体叶色“黑”、“黄”节奏变化的合理叶龄模

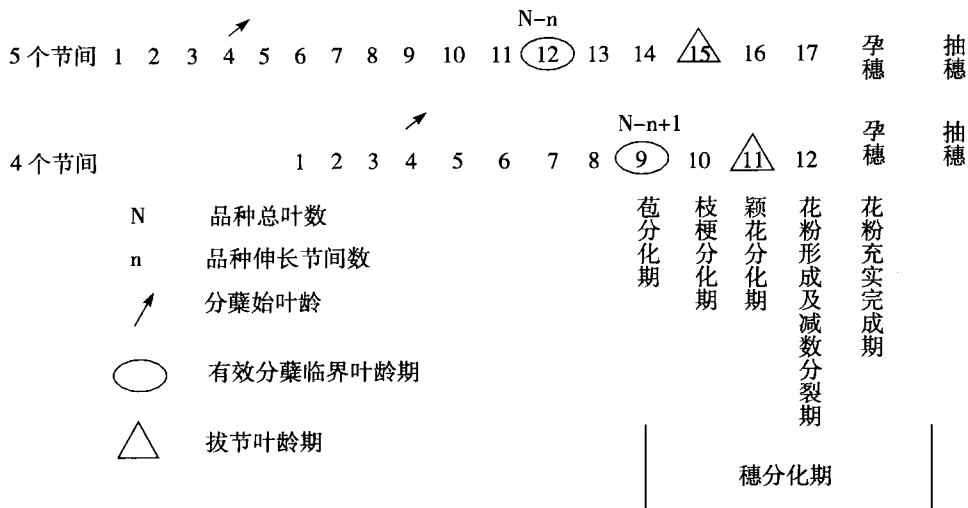


图 1-1 水稻叶龄模式示意图

式、关键叶龄期群体发展适宜数量模式和调控措施适用的适宜时间的叶龄模式，使栽培调控按叶龄加以规范化。

2.2 水稻高产定型群体（孕穗—成熟期）的空间结构的形态生理指标——水稻群体质量指标体系

概括为：一个核心指标、一个基础指标、五个形态生理指标。

(1) 核心指标——提高结实期群体光合物质积累量。产量高低决定于抽穗—成熟期群体光合生产积累量（图 1-2-1，图 1-2-2，图 1-2-3）。

抽穗后群体光合生产积累量越高，籽粒产量中来自抽穗后光合产量占的比例越高，籽粒产量越高。江苏亩产 700 公斤以上的粳稻，拔节前生物量 300 公斤/亩左右，抽穗期 800 公斤左右，成熟期 1 300 公斤以上，抽穗后要积累 500 公斤以上。

(2) 基础指标——孕穗期的最大适宜叶面积指数（LAI）是水稻提高群体光合生产量的基本生理基础。江苏各地适宜的 LAI，粳稻 7.0~8.0，杂交籼稻 7.0~7.5，有效茎具有与伸长节间数相等的绿叶数，是抽穗—成熟期群体获得最大光合积累量的基本质量指标。

(3) 形态生理指标——在适宜 LAI 条件下的五项形态生理指标。

①总颖花量。在适宜 LAI 条件下，颖花量愈多，花后群体光合生产力愈强（扩“库”强“源”），产量愈高。要获得 700 公斤以上的产量，亩总颖花量应达 3 000 万左右。

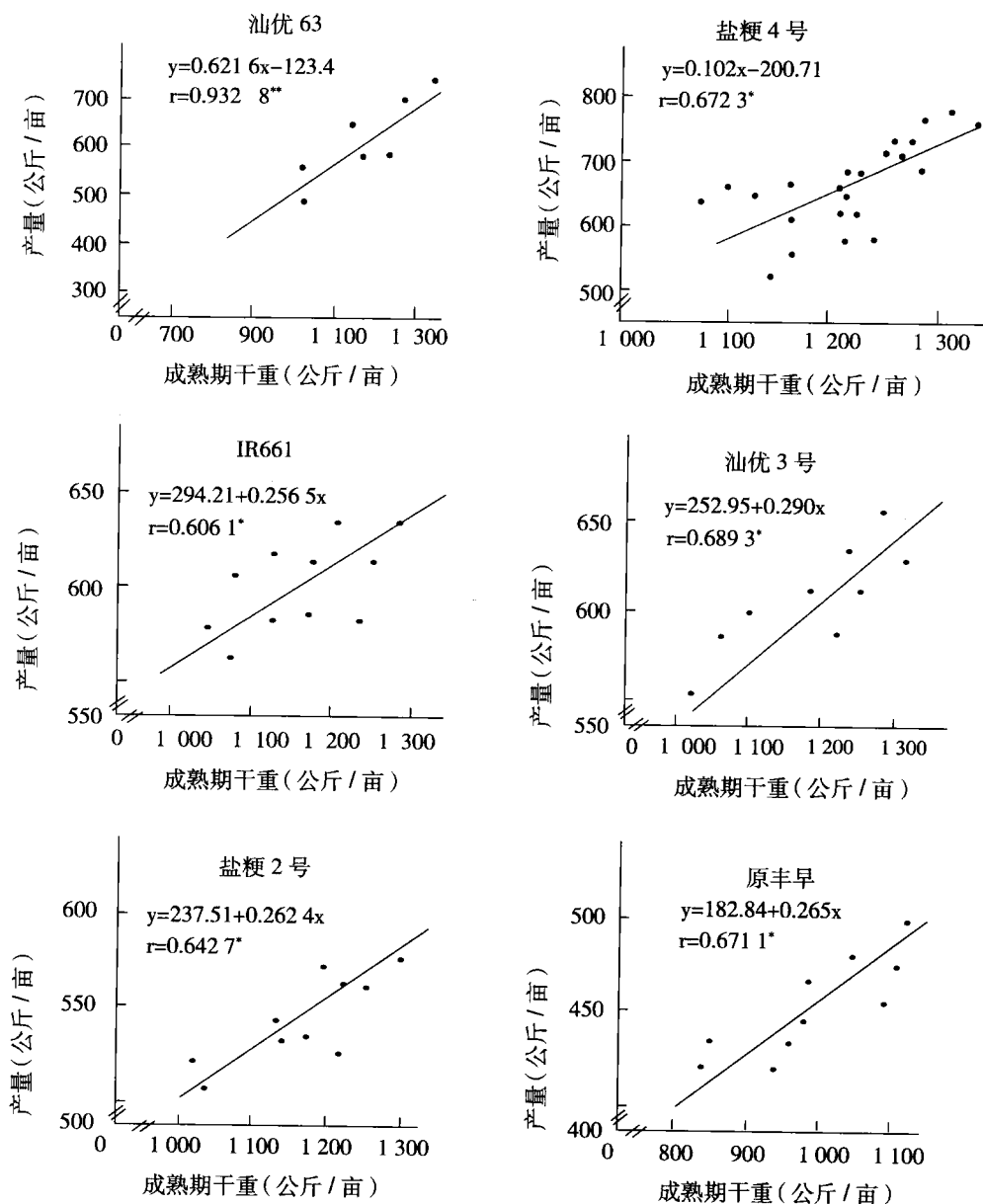


图 1-2-1 成熟期的干物质量与产量的关系

②粒/叶（厘米²）比。在控制适宜 LAI 条件下提高群体总颖花量，要通过提高“粒叶比”来实现。在江苏 LAI=7 的粳稻群体，粒/叶（厘米²）比 0.5 左右，亩产可达 500~560 公斤；粒叶比 0.7，亩产可达 750~800 公斤；粒叶比提高到 0.9，亩产可达 950~1 000 公斤。

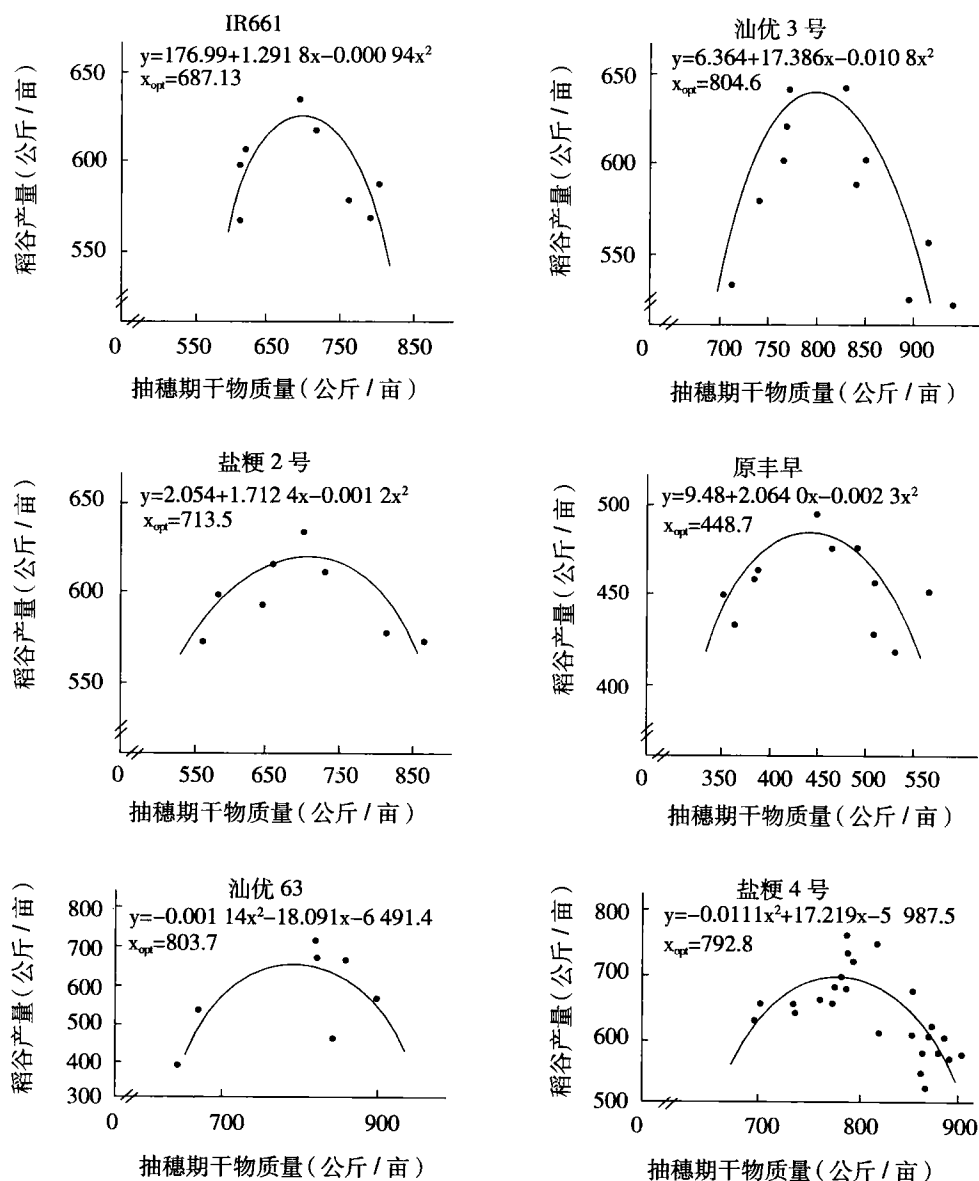


图 1-2-2 抽穗期的干物质量与产量的关系

③有效叶面积率和高效叶面积率。要提高粒叶比，必须提高有效叶面积（有效分蘖叶面积）率和高效叶面积（有效茎上三叶叶面积）率。700 公斤以上群体抽穗期有效叶面积率应占总叶面积的 95% 以上。上三叶叶面积率应占有效叶面积的 75%~80%，才能获得大穗。茎生各叶叶长次序应是倒数 2—3—1—4—5（表 1-1，表 1-2）。

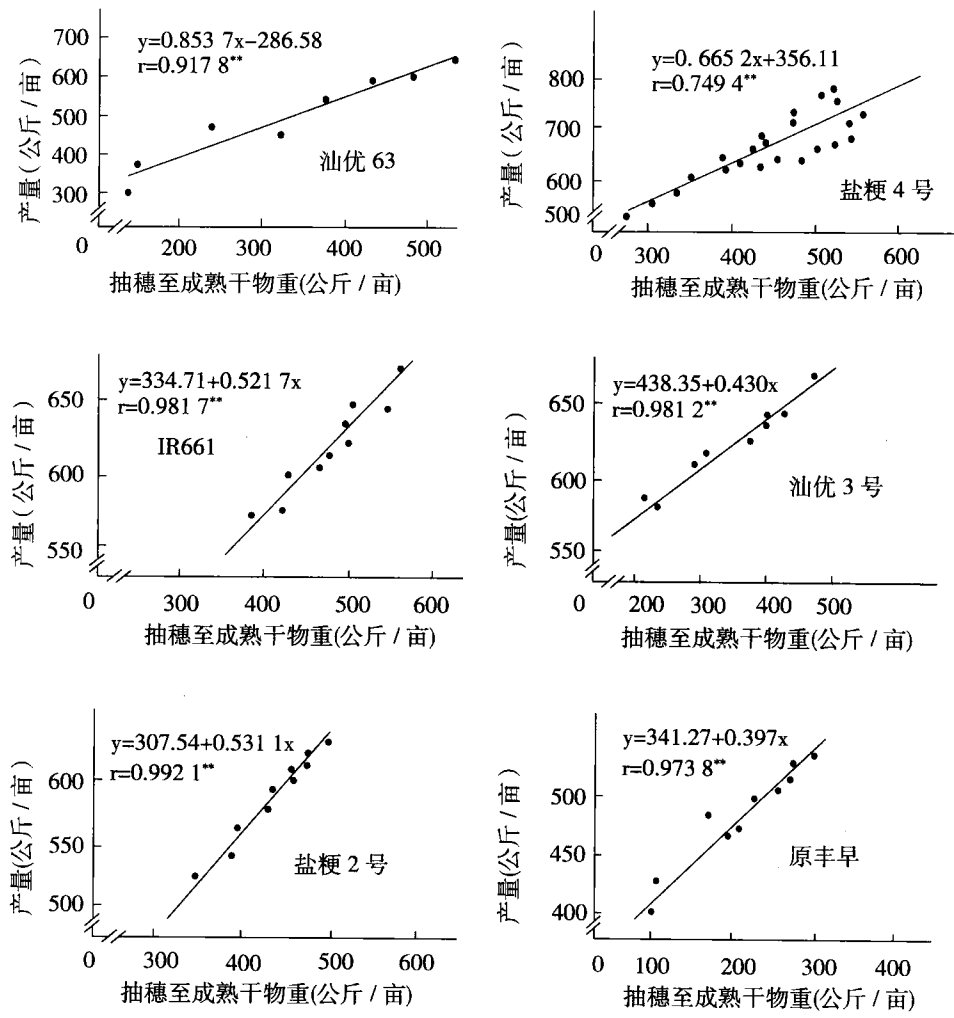


图 1-2-3 抽穗至成熟期的干物质量与产量的关系

表 1-1 高效叶面积率与茎生叶片长度顺序

(品种: 盐梗 4 号)

高效叶面 积率 (%)	产量 (公斤/亩)	叶长顺序	叶片总长度 (厘米, 平均)				
			倒 1 叶	倒 2 叶	倒 3 叶	倒 4 叶	倒 5 叶
75~80	709.3 (650.9~774.6)	2-3-1-4-5	36.8	42.3	40.8	27.1	22.5
70~74	639.6 (603.4~643.4)	3-2-4-5-1	27.2	36.6	39.6	33.9	27.6
<70	553	4-3-5-2-1	23.8	34.3	37.4	40.8	34.3

表 1-2 省高产田块茎生各叶的叶长顺序

地 点	品 种	亩产 (公斤)	长度(厘米)					叶长顺序
			倒 1 叶	倒 2 叶	倒 3 叶	倒 4 叶	倒 5 叶	
云南永胜涛源	Ⅱ优 084	1 000	40	45~50	45	40	35	2—3—1—4—5
黑龙江宁安小朱家	五优 1 号	700	30.8	35.3	32.2	26.3	24	2—3—1—4—5
黑龙江五常水稻研究所	五优 1 号	700	29.5	34.2	36.6	27.4	22.5	3—2—1—4—5
江苏徐州	南优 3 号	725.4	44.5	50.2	50.5	42.7	36.5	3—2—1—4—5

④单茎茎鞘重。抽穗期单茎茎鞘重是壮秆和大穗的双重反应。

⑤颖花根活量(α -萘胺毫克/颖花·小时)或颖花根流量(伤流量毫克/颖花·天)高(结实期)的群体,才有高的结实率和粒重。

(4) 综合质量指标——茎蘖成穗率。

为全面达到抽穗—结实期的上述各项高产群体质量指标,其基本途径是在合理基本苗的基础上充分促进个体的有效分蘖,在 $N-n$ 叶龄期完成适宜穗数苗、及时控制无效分蘖、群体叶色及时“落黄”,把拔节前的高峰苗控制在适宜穗数的 1.2~1.3 倍,以后无效分蘖稳步下降;通过穗肥完成穗数并攻取大穗,把群体的成穗率提高到 80% 以上。这一群体发展过程简明图示于图 1-3。按图示演进的群体,一般均能实现亩产 700 公斤。

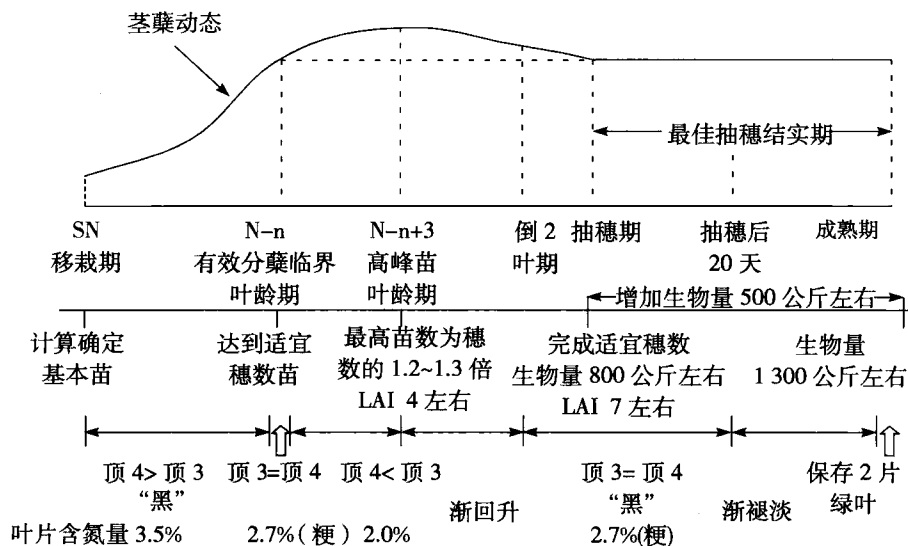


图 1-3 亩产 700 公斤群体发展动态的形态生理指标

3 栽培技术的精确定量

3.1 总思路

(1) 以高产定型群体的各项指标值为目标,按高产群体发展动态的形态生理指标(图1-3)为依据,通过叶龄诊断,对水稻各器官的生长做定时、定向、定量调控,保证高产群体的最终形成。

(2) 用壮大个体去发展群体,走“小(群体)、壮(个体)、高(积累)”的栽培途径。着力在培育适龄壮秧、合理控制基本苗、扩大行距、尽可能通过提高单株成穗数方面攻取足穗和大穗。

(3) 促进有效生长,控制无效和低效生长。采取稳定适宜穗数,控制高峰苗,提高成穗率(80%~90%)攻取大穗的策略,这就要求在控制合理基本苗的基础上,减少基肥和分蘖肥中氮素的用量,加大穗肥的用量(必须配合扩大行距),并提早搁田控制无效分蘖,实施提高根系活力、防倒、防衰的湿润节水灌溉技术。

3.2 关键栽培技术的定量

3.2.1 适宜播期的确定

单季稻根据当地最佳抽穗结实期的播种—抽穗的天数来确定。在江苏,最有利于开花结实的日均温,粳稻为25℃左右,抽穗—成熟的日均温粳稻为21℃左右,日温差10℃左右。籼稻抽穗结实的适宜温度较粳稻高2℃左右(图1-4,图1-5)。

适宜于粳稻抽穗(包括以后的结实)的常年时间,江苏北部在8月25日至8月底,江苏南部在8月底至9月上旬。籼稻则分别在8月15日至8月底。不遵循最佳抽穗结实期原理过早播种移栽的,会造成高温不孕(粳稻)严重减产,并影响品质;过迟也会严重减产。依此决定适宜播期(图1-6)。

3.2.2 培育壮秧的注意事项

(1) 肥床早秧移栽后根系爆发力强,缓苗期短,对高产群体的培育调控有利。

(2) 掌握适宜秧龄:机插秧适龄为4叶期(3叶1心),手插秧宜掌握在5~6叶期(4叶1心至5叶1心),最大不超过7叶期(6叶1心)。如到8叶期(7叶1心)移栽,很难塑造高产群体(图1-7)。

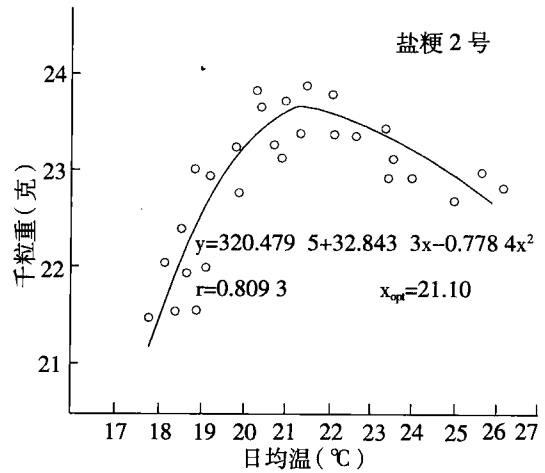
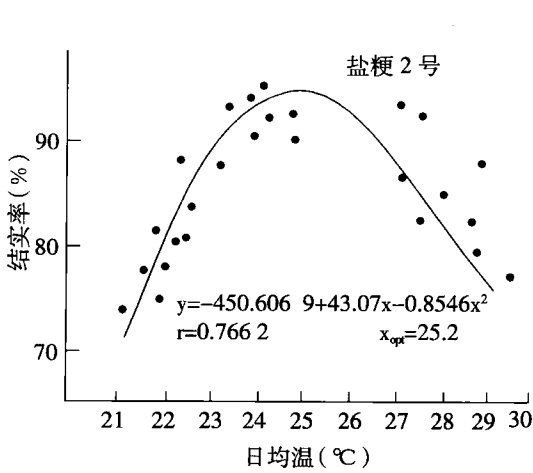


图 1-4 结实率与抽穗期日均温的关系 图 1-5 千粒重与灌浆结实期日均温的关系

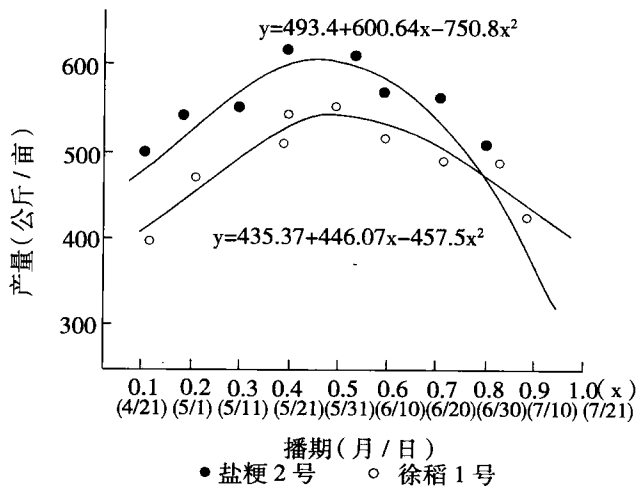


图 1-6 中梗稻不同播期与产量的关系

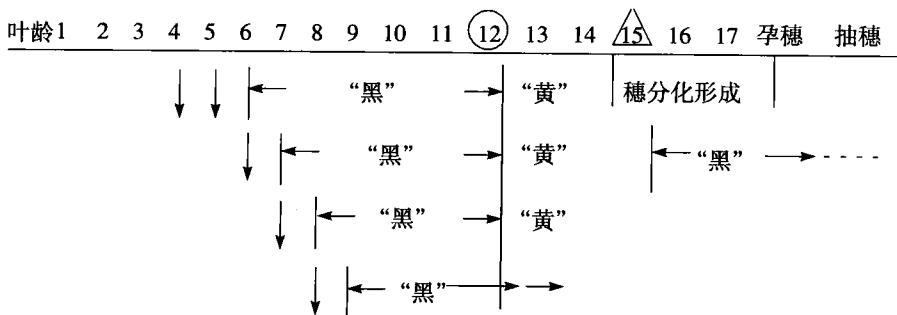


图 1-7 不同叶龄期移栽对有效分蘖叶龄数和“黑”、“黄”变化的影响