



水稻高产新技术

稀少平栽培法的原理与应用

SHUIDAO

水稻高产新技术

——稀少平栽培法的原理与应用

蒋彭炎 姚长溪 著

浙江科学技术出版社

责任编辑：祝纪光

封面设计：潘孝忠

水稻高产新技术

——稀少平栽培法的原理与应用

蒋彭炎 姚长溪 著

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

*

开本787×1092 1/32 印张10.25 字数224,000

1989年7月第一版

1989年7月第一次印刷

印数：1—6,500

ISBN 7-5341-0199-9/S·30

定 价：3.30 元

前 言

水稻是我国重要的粮食作物，常年播种面积约占粮食作物总面积的40%左右，稻谷产量占粮食总产量的50%以上。稻米是我国人民的重要口粮，特别是我国南方16个省市的人民，口粮中几乎80%以上是稻米。

我国水稻单产按播种面积算，为每亩234.5公斤，虽然高于世界平均亩产163.5公斤的水平，但与一些高产国家相比，还有很大差距。小面积的高产纪录，国内外都有一季亩产超1000公斤的典型。可见提高水稻产量还有很大潜力。

“六五”期间，我们承担了农业部和浙江省科委下达的“水稻高产栽培研究”课题，进行了多年、多点、大量的试验研究工作。水稻稀少平高产栽培法就是我们在总结前人的科研成果和群众的高产经验的基础上，根据试验研究结果，应循发展的生产技术条件提出来的一种新的高产栽培技术体系。稀少平栽培法的“稀”就是大幅度降低秧田播种量，培育稀播分蘖秧；“少”就是大幅度减少本田用种量，实行少本栽插；“平”就是在水稻整个生育过程中采用平稳促进的肥水管理技术。经过6年的试验、示范和推广，1986年南方稻区9省1市的许多地县已有1680多万亩水稻应用了这一栽培法，近几年北方稻区也已普遍应用。多年大面积的生产实践证明，该栽培法不仅年度间比较高产稳产，可比当地的一般栽培技术增产9~15%，而且还表现省种、省肥、省农药，有良好的经济效益，先后获浙江省优秀科技成果二等奖和农牧渔业部科技进步奖。

不少单位和个人来函来访，希望能把稀少平栽培法的理论和实践作全面系统的介绍。为此，我们以自己在实践中积累的科研资料为基础，撰写了这本《水稻高产新技术——稀少平栽培法的原理与应用》。

在这本书中，我们通过对各种高产栽培法的比较研究，揭示了水稻器官的建成和高产形成的规律性，阐明了水稻高产的栽培途径、技术原则和发展趋向。全书共分4部分，第1部分概述了水稻高产栽培的发展过程，分析了稀少平栽培法的形成和发展的必然趋势；第2部分通过对茎、叶、穗等器官建成规律的揭示和高光效群体形成规律的探索，比较详细地阐述了水稻稀少平栽培法的基本原理和生物学基础，为各地因地制宜地应用该栽培法提供理论依据；第3部分通过讲解育秧、密植、施肥、灌水、品种安排等几个主要环节的原理和技术原则，比较具体地介绍了稀少平栽培法的综合配套技术；最后一部分在概述稀少平栽培法示范推广情况的同时，着重分析了该法的经济效益和适用范围，并对各种稻作制度中的不同水稻品种提出了相应的栽培技术模式，供各地推广应用时参考。

本书的特点是：在写法上力求理论与技术并重，以理论指导技术；在内容上，一般的高产规律与稀少平栽培法的原理兼顾，力求通过稀少平栽培法原理的阐述，揭示水稻高产的规律性；在深度上，普及与提高相结合，尽力将文字通俗化，以照顾更广泛的读者。本书可供农业科技工作者和大专院校师生参考，也可供经过一定时间培训的农民技术员阅读。如果本书能对读者有所启发，我们就深感万幸了。

在本书的撰写过程中，我们得到了吴本忠研究员、沈学年教授的指导和鼓励，杨守仁教授、陆定志研究员等老一辈

专家和许多同行也经常鼓励我们尽快将资料整理出来。浙江省水稻高产栽培研究协作组和南方稻区7省1市推广应用稀少平栽培法协作组的有关单位和同志为本书提供了不少有益的素材，冯来定、任正龙等同志为本书的试验材料做了大量的观察记载和整理工作，我们表示真诚的感谢。

蒋彭炎 姚长溪

1988年3月

目 录

前 言

I、水稻高产栽培的历史与展望	1
一、作物栽培学的一般概念	1
二、水稻高产栽培的类别	3
(一) 结构栽培	4
(二) 株型栽培	6
(三) 协调栽培	11
三、60年代来水稻栽培技术的发展过程与稀少平栽培法 的形成	14
(一) 栽培技术的发展过程	14
(二) 稀少平栽培法的形成	16
II、稀少平栽培法的生物学基础	23
一、分蘖的发生与成穗	23
(一) 分蘖发生的一般规律	23
(二) 影响分蘖的因素	26
(三) 分蘖发生的特殊规律及其利用	35
(四) 分蘖成穗的一般规律与特殊规律	39
(五) 影响分蘖成穗的因素	42
二、叶的建成与功能	46
(一) 叶建成的一般规律	46
(二) 叶片的光合特性与光合作用	57
(三) 影响叶片光合特性的因素	65
三、穗的建成与灌浆	78

(一) 生育转换及影响转换的栽培因素	78
(二) 穗建成的一般规律	89
(三) 影响颖花退化的因素	102
(四) 籽粒灌浆的一般规律	107
(五) 影响籽粒灌浆的因素	111
四、群体的形成与发展	119
(一) 群体的一般概念	119
(二) 最适群体的含义	126
(三) 最适群体的构成与发展	135
(四) 影响构成最适群体的因素	142
(五) 考察群体大小的方法	150
五、结论—水稻稀少平栽培法高产稳产原因概述	158
(一) 个体生育健壮	159
(二) 群体发展平稳	162
(三) 抽穗后植株能继续向土壤吸收较多氮素	166
(四) 群体的茎叶立体分布合理	168
(五) 物质生产速度快, 运转效率高	172
(六) 抗逆性和适应性强	175
Ⅱ、稀少平栽培法的综合配套技术	190
一、育秧技术	190
(一) 原理	190
(二) 秧田播种量	202
(三) 秧田施肥技术	211
(四) 秧田杂草防治	216
(五) 早稻地膜育秧	220
(六) 春花田早稻“双株摆寄”秧的培育及其应用	223
二、密植技术	226

(一) 原理	226
(二) 高产田的苗、茎、穗、粒结构模式	230
(三) 适宜的插秧本数	232
(四) 推行“东西行向，宽行狭株”栽插方式	236
三、施肥技术	240
(一) 施肥原理	240
(二) 减少基面肥用量	244
(三) 早施紧施促蘖肥	247
(四) 酌施促花肥	249
(五) 施好保花肥	251
(六) 适施粒肥	256
四、管水技术	259
(一) 原理	260
(二) 前期(移栽~穗分化)	262
(三) 中期(穗分化~齐穗)	263
(四) 后期(齐穗~成熟)	272
五、其他技术措施	274
(一) 选用适宜品种	274
(二) 改进稻田耕作方法	279
(三) 主要病虫害发生规律及其防治	283
IV、稀少平栽培法的推广及其栽培模式	290
一、示范推广情况概述	290
二、各种稻作的稀少平栽培技术模式	295
(一) 早稻	295
(二) 单季粳(籼)稻	305
(三) 连作晚稻	311

I、水稻高产栽培的历史与展望

一、作物栽培学的一般概念

我国是世界上水稻栽培最古老的国家，具有极丰富的作物栽培经验。据浙江省余姚河姆渡新石器时代遗址出土的大量稻谷、稻壳、稻秆和稻叶的堆积物，以及大量的骨耜（翻土农具）表明^[1]，我国水稻栽培已有7000年左右的历史（该文化层出土的木头用 C^{14} 测定年代为 6310 ± 100 年，树轮校正年代距今 6960 ± 100 年）。经鉴定该遗址的碳化稻谷属栽培稻的籼亚种晚籼型水稻。有文献记载最早见于2000多年前的《汜胜之书》和1400多年前北魏贾思勰的《齐民要术》，以及比它稍迟些的《沈氏农书》、《农政全书》等古农书^[2,3]，都记述了历史上我国农作物栽培的宝贵经验。但作物栽培作为一门现代应用科学还是比较年轻的。随着自然科学和农业生产的发展，作物栽培经历了直观描述、经验总结、简单试验等阶段，直到19世纪才逐步发展到由专业科学研究机构和研究人员利用专门的试验设备和固定的试验场地，有计划地开展了对作物生产的研究，从而进入了农业科学研究试验阶段。从世界各国农业科学发展的情况看，自从有了专业机构、专业研究人员进行试验研究之后，科学研究所取得的成果越来越多，对推动农业生产的发展起了重大作用。如日本50年代初，水稻亩产仅265公斤，

后来由于农业科学研究的发展，大量应用了现代科学的成就，促使了栽培技术的改进，如早植栽培、施肥技术、防止冷害等，60年代末水稻亩产达到了375公斤，70年代中期超过了400公斤。因此现代作物栽培科学不仅是现代化农业生产经验的总结，而且是现代科学技术飞跃发展而又互相渗透的产物，是现代科学技术大规模地、高速度地应用于农作物栽培的结果。

我国的栽培研究工作起步很迟，建国以后，广大农业科学工作者在党的领导下，深入农村，调查总结生产经验，普及农业科学知识，开展科学实验，大大提高了我国作物栽培科学的水平。50年代末，总结了陈永康、崔竹松等劳模的丰产经验^[4]，60年代初殷宏章等提出了作物群体的概念^[5,6]，开展了全国规模的作物群体动态结构和群体生理方面的广泛研究和讨论，在理论上建立和发展了作物群体的概念，大大丰富了作物栽培学的内容。这样，我国的作物栽培学科逐渐开始成为一门独立的科学。《中国水稻栽培学》、《中国小麦栽培学》，以及棉花、玉米等作物栽培方面的著作的相继出版，使栽培科学从原来的稻作学、麦作学中独立出来，标志着我国作物栽培科学发展到了一个新的阶段。但是同其他学科相比，作物栽培学还是相当年轻的。

作物产量是在自然条件下，通过作物在田间生长发育的生命活动形成的。作物的生长发育不仅由遗传特性所决定，而且受复杂多变的环境条件的强烈影响，所以作物产量形成的生物学流程与工业化的生产流程相比要复杂得多。作物栽培学是研究作物生长发育规律与产量形成规律的科学，是研究作物与环境条件相互关系规律的科学，也是研究如何遵循这些规律，通

过栽培措施，促进、控制或调节作物生长发育，使其充分适应和利用环境条件，从而获得最大生产效益的科学。

二、水稻高产栽培的类别

作物栽培学的基本目的就是提高作物产量，开展作物高产栽培的研究是作物栽培学的主要任务。根据研究工作和生产的需要，水稻高产栽培有许多类别和提法，如根据高产的主攻方向不同，可将水稻高产栽培分成多穗高产、大穗高产、兼顾型高产3类^[7]。多穗高产的各项栽培措施都是围绕如何增加单位面积的穗数进行的，主要依靠增加穗数取得高产；大穗高产的各项栽培措施都是围绕在一定穗数的基础上增加每穗粒数开展的，主要依靠增大穗形取得高产；兼顾型高产则处在上述两者之间，是一种中间类型的高产栽培，既要求有较多的穗数，又要求有不太小的穗形，从而获得高产。

又如根据研究范围的不同，可将水稻高产栽培（特别是复种指数高的稻区）分成一季高产、全年高产、全面高产3类。一季高产主要是通过对栽培措施的综合运用，提高某一季水稻的产量；全年高产则是一年种植两季水稻以上的地区，通过品种布局、育秧布局、茬口安排、肥料分配，要求各季作物都有较高的产量，主要着眼于提高全年的单位面积产量；全面高产考虑的范围更大了，不仅要求当季作物有较高的经济效益，在一年中有较好的收成，而且还要考虑到后几年的趋势，不仅考虑一块田，还要考虑到左邻右舍的田块，甚至种植业以外的其他业的关系，即着眼于提高生态效益。

对于上面提到的几种水稻高产栽培类别，在生产实践上已

广泛应用，因此不打算在此进行详细的讨论。本章着重讨论下列类别。

根据水稻高产栽培的发展状况及其研究的侧重点不同，水稻高产栽培大致可归纳为 3 类或者说 3 个阶段。

(一) 结 构 栽 培

是一种主要依靠苗茎穗粒等群体结构的动态变化来从事高产研究并指导生产的栽培体系。水稻产量是穗、粒、重 3 个因素的乘积，最早提出这个概念的是英国剑桥大学育种学家 Engledow^[8]，1923 年他在“关于禾谷类产量的研究”这篇论文中提出把收获物分解为产量构成因素，即产量 = 穗数 × 穗重，或者产量 = 穗数 × 单穗粒数 × 单粒重量。当时他提出这个概念的目的是为了便于品种改良，所以他提出：“通过杂交育成丰产品种时，在理论上应遵循的程序，首先把产量分解为产量构成因素，由此通过适当的杂交，把这些产量构成因素的最适组合综合成为一体，以形成高产类型。”以后，又在作物栽培研究以及作物生长状况预测方面均取得巨大进展。我国早在 50 年代初期总结群众高产经验和栽培研究的实践中也已经广泛应用。但对此进行系统研究的，要首推日本的松岛省三，他在从事水稻产量的形成和高产的研究中^[9]，于 1957 年把产量构成因素发展为：产量 = 穗数 × 单穗粒数 × 结实率 × 粒重。松岛等（1964）所著的“关于预测水稻产量的作物学研究”一文中，对产量的各构成要素作了更深刻的分析^[10]。对各因素的形成时期、形成过程、影响因素、预测指标等均作了深入的探索，从而明确在水稻产量形成过程中，4 个因素并不是单独发挥作用，而是互相制约的，常常出现一个因素的作用增大，其他因素的作用反

而降低的现象。如穗数增加，每穗粒数减少；单位面积粒数增加，结实率降低等。虽然各个因素单独增长的方法已经相当明确，但产量还不能如愿增加。

为了高产，必须增加单位面积粒数，而粒数增加，结实率必将降低。过多的粒数不仅不能提高产量，甚至造成减产。松岛在试验中发现，单株稻的碳水化合物在23~25克的情况下，着生1300谷粒时，每公亩能取得42.9公斤的糙米产量；着生1690粒时，仅取得33.3公斤的产量，多着生390粒，反而减产9.6公斤。在单株稻的碳水化合物为16~19克的情况下，着生1100粒，产量为每公亩糙米33.3公斤；着生1490粒时，每公亩产量仅26.5公斤。多着生390粒，减产6.8公斤。松岛从而提出了“最适粒数”的概念，认为土壤肥力不同的田块应该有其相应的最适粒数。这对于纠正当时日本农民在水稻生育初期就无计划地盲目追求水稻旺长，造成着粒过多而减产的倾向有一定的指导意义。

生育后期的穗粒结构是由前、中期群体动态结构发展过来的，而且群体大小不仅与苗数多少有关，还与叶面积的大小密切相关。由于群体增大后，叶片相互遮荫的程度增加，虽然光合面积增大，但单位叶片的光合能力却减小了，过大的叶面积不一定能生产比较多的光合产物。因此，在60年代初期，日本有不少学者提出了“最适叶面积”的概念^[11,12]，即在一定光照强度下，净光合产物能达到最高的那个叶面积系数，就是最适叶面积。他们还根据当时的试验资料，认为在多数情况下，最适叶面积系数值约为3~6。由于粒数和叶面积之间存在着明显的正相关，因此，最适叶面积与最适粒数的基本意义是极相似的。上述这些研究工作的开展，对于指导当时的生产和推动

高产栽培的研究都起了重要作用。

但是，进一步高产却受到了最适粒数和最适叶面积的限制，单位面积的粒数增加后，结实粒数是否还能进一步提高？叶面积系数增大后，是否仍然能保持较高的净光合生产率？这些问题都是高产的关键，如果仅着眼于结构栽培，就很难解决了，于是在科学研究和生产上就提出了株型栽培的问题。

（二）株型栽培

作物株型是作物本身的形态特征与环境条件两者相互作用的统一。水稻因栽培措施的不同，其器官的形成过程必然受到不同的影响，从而在一定程度上会发生植株形态的变化。根据其变化规律，在不同的生育阶段，采取相应的措施，可使水稻株型向着有利于高产形成的方向转化，这就是株型栽培的出发点。我国劳动人民早就在生产实践中应用了株型方面的知识，如1400多年前的《齐民要术》中就有“早熟者苗短而收多，晚熟者苗长而收少”的记载。50年代江苏省陈永康晚粳稻高产栽培经验中的“三黄三黑”和“长势长相”，浙江嘉兴地区的“羊脚马尾稻”，60年代初绍兴东湖农场高产经验中提到的“拔节封行不封顶，抽穗扬花满天星”，以及目前湖南、江苏等省正在提倡的“壮个体、小群体”等等，这些都是围绕培育合理的株型进行高产栽培研究的经验积累。

1968年澳大利亚C. M. Donald在荷兰的Euphytica (77:386)上发表了一篇文章^[13,14,15]，提出了理想株型（原文是ideotype）这一术语；日本松岛省三在1973年出版的《稻作的改善与技术》中也明确提出理想稻一词。以后，在玉米等其他作物中也开展了理想株型的研究，使株型的含义更趋完

整。

日本研究水稻株型问题较早，角田重三郎在50年代后期曾进行了水稻、甘薯和大豆品种的耐肥性研究，注意到水稻茎叶的集散以及叶片直立性、厚度、颜色等^[10]。他认为叶片宜直立而厚，色宜深，不早衰。矮秆而分蘖率中等的类型较矮秆而分蘖多的类型更适于在重肥下栽培，而叶厚则不易早衰，叶片死亡较慢则又与灌浆期长短有关。松岛省三更密切结合水稻高产栽培的工作，在株型方面作了许多深入细致的研究，提出了6个理想株型的条件及其相应的促控技术^[11]。兹将此6条简述如下：

(1) 单位面积具有必要的充分的谷粒数。如以每10公亩产糙米900公斤(相当于亩产稻谷1480斤)为指标，以糙米千粒重23克计算，在每平方米18.2丛的栽植密度下，要求每丛27穗(相当于每亩33万穗)，每穗80粒实粒。

(2) 矮秆、多穗和短穗。从光合强度的角度考虑，同样大小的叶面积，叶长而数少的不如叶短而数多的。而要穗多必然株多，株多就必然带来叶多；同时，穗多时每穗粒数可相应减少，即穗短，二次枝梗数少，有利于提高结实率；秆矮可以防倒，三者是个统一体。

(3) 上位3叶要短、厚而直。这样，可提高群体的透光率，上下叶层受光较均衡，改善群体受光态势。图I.1表明弯曲叶群体的光饱和点低，光合强度显著降低，且日照越强，与直立叶群体的差异越明显。图I.2则说明厚叶品种的光合强度较大，尤其在两面照光的情况下(自然状态下直立叶为两面照光)更为优越。上位3叶要短、厚而直，这是理想株型的关键。

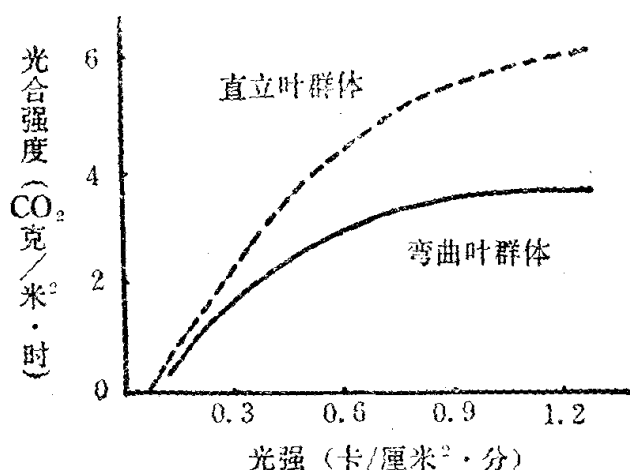


图 1.1 直立叶群体和弯曲叶群体的光—光合强度曲线

(4) 抽穗后保持叶色不褪。松岛认为高产水稻产量中的 90% 是由抽穗后的光合产物提供的，灌浆期绿叶时间保持得长是植株健康的表现，是产生大量光合产物的基础。要叶不褪色，就必须有氮素，就必须在抽穗后向土壤吸收一定数量的氮素。

(5) 每一茎蘖要有尽可能多的绿叶。每一条茎蘖上较多的绿叶数，是水稻地上部和地下部健康的表现，更可以说，绿叶数是稻根健康程度的反映。据对万两品种在抽穗后 25 天调查，土壤无渗漏的常灌水区，每茎绿叶 1.7 片，根系的 α -萘胺氧化力为 28.0 微克/克·时，呼吸强度 34.7 微克/克·时；土壤稍有渗漏区，每茎绿叶 3.0 片，根系的测定结果各为 45.7 和 44.5。

(6) 在抽穗前后有 40 天的好天气。一般将抽穗前 15 天和抽穗后 25 天，看成是对产量有明显影响的关键时期，故称为产量形成期。因为日照不足的不良影响，最危险的时期有两个，一是减数分裂期，该期缺光，使颖壳变小，促使颖花大量退