

KEXUE ZHONGDAO XINJISHU

科学 种稻新技术

● 蒋彭炎 编著 (第2版)

金盾出版社

内 容 提 要

本书由浙江省农业科学院蒋彭炎研究员编著,自出版以来受到广大读者喜爱,至今已重印8次,总印数达7万余册。作者针对近年来稻作生产上出现的优质稻米产量偏低的问题增补了相关内容,并对原有的内容做了修订。

本书主要包括:高产水稻的基本生物学原理与栽培对策,科学种稻的新经验、新理论及其应用,科学种稻的新技术与操作方法,省工节水高效稻作技术的新发展与实际应用,优质稻米及其优质高产栽培技术。本书内容深入浅出,文字通俗易懂,知识、技术与实际结合紧密,适合广大稻农、农业技术人员、部队农副业生产人员及农业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

科学种稻新技术/蒋彭炎编著.—2版.—北京:金盾出版社, 2009.9

ISBN 978-7-5082-5912-3

I. 科… II. 蒋… III. 水稻—栽培 IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 123233 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩色印刷有限公司

彩页正文印刷:北京凌奇印刷有限责任公司

装订:科达装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:6.125 彩页:4 字数:150千字

2009年9月第2版第8次印刷

印数:64 001~74 000册 定价:10.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

我国具有 7 000 余年的种稻历史,在世界上堪称稻米生产的大国,种质资源的富国,栽培育种的强国。

稻米是广大人民群众喜爱的主食,水稻生产在我国粮食生产中具有举足轻重的战略地位。据统计,全国水稻播种面积约占粮食作物总播种面积的 29.1%;稻谷产量占粮食作物总产量的 43.7%。

历史经验证明,由于我国耕地有限,提高稻米单位面积产量,是增加稻米总产,解决我国粮食问题的重要途径。科学技术是第一生产力。提高稻米单产,关键在于提高稻作的科技含量,普及科学种稻的新知识、新技术。由于不断增加科技投入,目前我国水稻平均 667 米² 产量已稳定在 330 千克左右。连作稻产量比较高的浙江、湖南等省,双季稻平均 667 米² 产量已达 750~800 千克;一季稻产量比较高的江苏省平均 667 米² 产量达到 450~500 千克。平均 667 米² 产量 600 千克以上的村,700 千克以上的丰产连片田块,更是不胜枚举;各地还陆续出现许多小面积 667 米² 产量 1 000 千克左右的高产田。事实表明,我国水稻生产已具有较高的科学技术水平,进一步提高稻米单产存在着巨大的潜力。

要提高稻米单产和全国稻谷总产量,必须在强化稻作科研工作的同时,大力提高稻农的素质,普及水稻生产的科学技术,使广大稻农掌握稻作科学知识,全面实行科学种稻。从而,才能将小面积的、少数地区的高产技术经验,在全国范围内加以扩大推广,不断把水稻生产提高到新水平。基于以上认识,本书综合收集了近 10 余年来国内外水稻高产栽培的最新科研成果,分为 5 个部分,

深入浅出地向广大稻农系统介绍科学种稻的新知识、新技术。

本书第一版自出版至今已 10 年有余,承蒙广大读者抬爱,10 年中已重印了 8 次。近 10 年来,深感明显的变化有二:一是随着人们生活水平的提高,讲究米饭质量的人越来越多。可是优质米品种往往产量偏低,稻农多种优质米品种得不到实惠,使优质米在市场上供不应求。二是关于优质稻米品种的生理和栽培方面的研究报告增多了起来,但未见有系统的材料问世,而生产上却很需要这方面的理论和技术,以期优质与高产的同步发展。再说这些也正是原书所欠缺的。故借再版的机会,在对前 4 章稍做修正的同时,补写了第五章——优质稻米及其优质高产栽培技术。笔者先后参阅了同行们于近年发表的数十篇有关文章,斗胆地就优质食用稻米的概念,影响米质形成的环境因素,主要营养品质性状——蛋白质含量和主要食味品质性状——直链淀粉含量,以及稻米优质高产栽培对策等方面分 5 节做了尽可能系统的归纳和介绍,企望对发展优质稻米生产有所帮助。限于笔者的水平,第五章内容必然存在许多不足之处,还望同行和广大读者批评指正;又限于种种原因,在书中未能将所引原报告的研究者一一列出,在此谨向他们表示深深的歉意,并向数十篇被引文章的作者表示衷心的感谢!

编著者

第一章 高产水稻的基本生物学原理与栽培对策	(1)
第一节 大个体组成的群体优于小个体组成的 群体,通过增大个体提高群体生 长总量有利于稻谷高产.....	(2)
第二节 分蘖穗比例大的群体穗型较大,增大 分蘖穗比例有利于大穗高产.....	(5)
第三节 增密增蘖增穗是中低产田增产的重要 途径,高成穗率和稳穗增粒是高产 更高产的重要对策.....	(9)
第四节 抽穗后尽可能提高光合作用效率, 对高产起着决定性的作用	(14)
第五节 在水稻生育后期保持强大根系和适当 增加施氮量,使抽穗后仍能从土壤 吸收较多氮素,有利于稻谷高产.....	(18)
第六节 在成熟后期保持稻株的根系活力 和光合能力,可使茎鞘物质出现 明显的再累积而达到高产	(21)
第二章 科学种稻新经验、新理论及其应用	(27)
第一节 有效地改善水稻的光合特性,可加速光合 产物的积累而达到高产	(27)
第二节 水稻的叶龄模式及应用	(36)
第三节 水稻分蘖的发生规律与控制时机	(41)
第四节 水稻个体间同化物的运转与分配	(48)

第五节	水稻发生贪青的原因与调控措施	(53)
第六节	水稻茎秆大维管束数的变化规律 及调控途径	(59)
第七节	水稻高产群体的演进规律与调控 对策	(63)
第八节	高产水稻群体数量与质量的关系 及同步提高的栽培途径	(68)
第九节	移栽效应及其在生产实践中的应用	(72)
第十节	水稻品种栽培类型的划分与应用	(77)
第三章	科学种稻新技术与操作方法	(83)
第一节	水稻育秧技术的新发展和实际应用	(83)
第二节	水稻少本栽插技术的形成原理和 实际应用	(89)
第三节	水稻氮肥施用技术的新发展 和实际应用	(95)
第四节	水稻搁田控蘖技术的新发展 和实际应用	(102)
第五节	水稻生长发育的化学调控新技术	(109)
第六节	稻作技术的综合组装及其整体功能 与应用	(114)
第四章	省工、节水、高效稻作技术的新发展 与实际应用	(121)
第一节	直播稻的生育特性和增产对策	(121)
第二节	抛秧稻的生育特性和栽培技术	(128)
第三节	再生稻的生育特性与栽培技术	(135)
第四节	水稻节水高效增产栽培技术	(142)
第五章	优质稻米及其优质高产栽培技术	(147)
第一节	优质稻米的一般概念	(147)

目 录

第二节	影响稻米品质的因素.....	(151)
第三节	影响稻米蛋白质含量的因素与栽培 对策.....	(162)
第四节	影响稻米直链淀粉含量的因素与栽培 对策.....	(167)
第五节	把握优质高产栽培技术原则,搞好 优质米基地建设.....	(174)
主要参考文献.....		(179)

第一章 高产水稻的基本生物学 原理与栽培对策

水稻从种子发芽、成苗到分蘖、长茎以至抽穗、结实的整个一生,有它自身的许许多多生长发育规律。水稻总是在自然条件下生长发育的,它与各种环境因素,如水、光、温、养分等,会发生多种关系和变化。人们栽种水稻,主要目的是为了获取大量稻谷,希望通过栽培技术的调节,使水稻能按照人们的要求向着稻谷高产的方向生长发育。因此,科学种稻的全过程,至少要把握好三层关系:即水稻本身各器官之间的关系,水稻与环境的关系,人和水稻及环境的关系。可想而知,这三层关系是十分复杂的。我们经过几十年的科学试验和生产实践,从错综复杂的这三层关系中,总结归纳出水稻高产的6个方面的科学种植规律:即大个体组成的群体优于小个体组成的群体;分蘖穗比例大的群体有利于高产;要有相当高的茎蘖成穗率;新同化的光合产物在产量物质中的比重要大;抽穗后要能从土壤中继续吸收较多氮素;成熟后期茎鞘物质要有明显的再累积现象。这6个方面的科学种稻规律,实际上是高产水稻的基本生物学原理。深刻认识和正确掌握这6项基本原理,并采取相应的栽培对策,可以有效地夺取水稻高产。为此,现分节予以一一介绍。

第一节 大个体组成的群体优于小个体 组成的群体,通过增大个体提高 群体生长总量有利于稻谷高产

大田生产是在群体条件下进行的,人们在田间考察水稻生长的优劣时,主要看整块田的群体生长总量和其均匀程度。生长的均匀程度,通过四周踏勘,即可知晓十之八九。群体生长总量一般用地上部分干重来表示,可通过取样测得。然而,群体是由许多个体所组成,相同的群体生长总量,可以由个体数量相对较少的大个体组成,也可由个体数量较多的小个体组成。群体构成不同,产量必然各异。本节就是要弄清为什么大个体组成的群体的稻谷产量高于小个体组成的群体,怎样采取调控对策,通过增大个体提高群体生长总量,从而达到水稻高产。

一、稻谷产量决定于群体生长总量和经济系数

栽种水稻的目的,主要是为了获取稻谷,而水稻生长的大量时间却在长茎、长叶和长根。只有抽穗后,才能长出稻谷。水稻没有足够的茎、叶、根生长,固然不可能有高额稻谷产量;但若茎叶生长过于繁茂,虽能抽穗,却很少结实,亦不会有稻谷的高产。这里存在一个光合产物的积累和运转问题。水稻的茎叶生长繁茂,只能说营养器官有较多的积累;要稻谷高产,还要看积累在茎叶中的光合产物有多大比例运转到穗中而变成稻谷(经济器官的积累),即稻谷产量在群体生长总量中所占的份额,通称经济系数。可见,要获得高额的稻谷产量,既要设法增大群体生长总量,又要尽力提高经济系数,两者绝不能偏废。

二、大个体组成的群体,经济系数大

大田群体由许多个体(主茎、分蘖)所组成,在群体生长总量大致等同的条件下,由数量较少的大个体组成的群体优于数量较多的小个体组成的群体。这是因为每一个体从长叶、长茎到长出稻谷,都存在着临界个体重,也就是能产生经济器官的起码个体重。当水稻品种一定时,其值是不变的。根据我们的测定,一般品种的临界个体重为 0.4~0.6 克,秆高茎粗的杂交稻偏重些,秆矮茎细的常规品种偏轻些。现设某水稻品种的临界个体重为 0.4 克,并将大小等级不同的个体可能获得的稻谷产量、稻草产量和经济系数图解如下(图 1-1)。

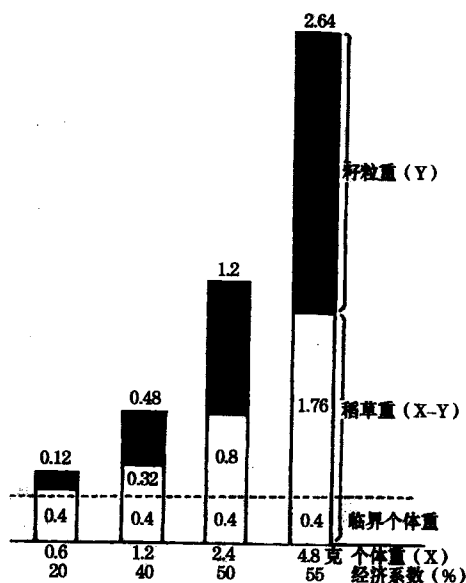


图 1-1 个体大小不同,其经济系数很不相同

[图中柱子高低,代表个体重(X),虚线以下皆为临界个体重,柱中黑色部分为籽粒重(Y),白色部分为稻草重(X-Y)]

现将图 1-1 中的一个最大个体和一个最小个体作为例子加以说明。最小的个体重(x)为 0.6 克,先减临界个体重 0.4 克,再乘折算系数 60%,得籽粒重(y)为 0.12 克(图中黑色部分);而最大的个体重 4.8 克,同样先减去临界个体重 0.4 克,再乘折算系数 60%,其籽粒重为 2.64 克。经济系数按下式计算:

$$\text{经济系数}(\%) = \frac{\text{个体籽粒产量}}{\text{个体生物产量}} \times 100\%$$

按式即可算得小个体的经济系数为 20%,大个体的经济系数为 55%。可见,当群体的干物生产量相等时,由大个体组成的群体,因经济系数高,籽粒产量必然较高;由小个体组成的群体,因经济系数低,籽粒产量也必然较低。

三、通过增大个体来提高群体生长总量的对策

培育大个体,要贯穿于从种到收整个栽培过程的始终。

第一,要从秧田抓起。培育稀播分蘖壮秧。在秧田期,要稀播、足肥、适水,为个体生育提供较好的空间条件和营养条件,打好大个体的基础。

第二,要促使秧苗栽后早发。提高本田耕整质量,适量施用基肥和分蘖肥,减少每丛栽插本数,提高栽插质量,使水稻早分蘖,分大蘖,使各个体生长均衡健壮。

第三,要控制无效分蘖。适量施用基肥和分蘖肥,为既能早发,又能少长或不长无效分蘖创造条件,并紧紧抓住提早搁田和多次轻搁而控制无效分蘖的重要技术环节,从而提高成穗率。

第四,要施好保花肥。在倒 2 叶露尖时,施用适量的氮肥,同时还可再施少量钾肥,达到既能使某些处在动摇中的分蘖持续生长,抽出穗子;又能减少颖花退化,增加每穗粒数。

通过以上几项技术措施,可使大田水稻个体增大而健壮,个体

间生长均匀,达到群体生长总量大、经济系数高的目的,从而夺取稻谷高产。

第二节 分蘖穗比例大的群体穗型较大, 增大分蘖穗比例有利于大穗高产

单位面积土地上有多少穗数,是决定产量高低的一个重要因素。生长在大田中的稻穗有两大类,一为主茎穗(简称主穗),二为分蘖穗。这两类穗子,在总穗数中所占的比例,因栽培技术不同而有所不同。主穗多些好,还是分蘖穗多些好? 历来就有不同的看法。本节根据近年来各地的生产实践和科研成果,来回答这一问题。

一、单位面积穗数多少,只是产量 构成中的一个要素

水稻产量由单位面积穗数、每穗粒数、结实率和千粒重 4 个要素构成,一般可用下式表示:

$$\text{产量(千克/667 米}^2\text{)} = \text{穗数(万/667 米}^2\text{)} \times \text{粒数(粒/穗)} \times \\ \text{结实率(\%)} \times \text{千粒重(克/1000 粒)}$$

式中每穗粒数和结实率相乘,等于每穗实粒数,因此也可以说产量是由穗数、每穗实粒数和千粒重 3 个要素构成。

由于产量构成 3 要素之间,同时存在着相互促进和相互制约两个方面的关系,因此就不可能出现一个要素无限地增加,而其他要素不受影响的情况。如穗数多了,往往穗型变小;穗型要大一些,就得设法使穗数适当减少一些;如穗数不减,有时也可使穗型增大,但却导致结实率下降和粒重减轻。生产上大量存在着“穗多

粒就少、粒多谷就轻”的情况，就是这个道理。当然，栽培措施得当，也可在一定范围内使3个要素都有所增加，或稳住一个要素，使其他要素增大，这一点留待下文讨论。通常情况下，单位面积穗数多少，只是构成产量的要素之一，而不是唯一的要素。

二、穗数组成中，分蘖穗所占比例大的群体， 往往穗型较大

稻穗总是由主茎穗和分蘖穗组成，但究竟是主茎穗多些好，还是分蘖穗多些好？20世纪60年代，学术界曾有过长期的争论。有的认为，在一株稻中主茎穗总是比分蘖穗大，因此一块田中主穗比例高些，其每穗平均粒数就可增加。有的甚至极端地认为，一块田如果全是主穗，其穗型会更大。于是，就主张多栽苗数，依靠主穗，争取高产。同时，另有一些人认为，主穗与分蘖穗之大小，是相对立而存在的，主穗优势只有在分蘖穗同时存在的情况下，才会显示出来。如果都是主穗或大多数是主穗的群体，势必有一部分稻株只有主穗，没有分蘖穗，在这种情况下，主穗也就不可能大了。况且，在不少情况下，某些优势分蘖穗的每穗粒数也有超过主穗的。因此，有些人主张少插一些基本苗，充分发挥水稻能发生分蘖的特性，主要依靠分蘖穗来夺取高产。通过近20年的科学研究和生产实践，目前对这个问题的看法已渐趋统一。其基本结论是：在单位面积的穗数大致相同的条件下，主茎穗较少，分蘖穗比重较大的群体，往往穗型较大，籽粒产量较高。

现在先考察主、蘖穗比例与穗型大小的关系。综合有关试验资料，不同主、蘖穗比例的群体，与其平均每穗粒数的关系可用模式图表示(图1-2)。由图中的虚线(穗型大小)可见，穗型以全是主穗的1:0最小，随着分蘖穗比例的增加，穗型增大。穗型增大最快的比例为1:2至1:4，直至1:5。此后，穗型增大的速度就减缓了。因此可以说，大多数水稻品种，在主、蘖穗之比为

1:6的范围内,分蘖穗的比例增加,群体的平均穗型都有一定程度的增大。

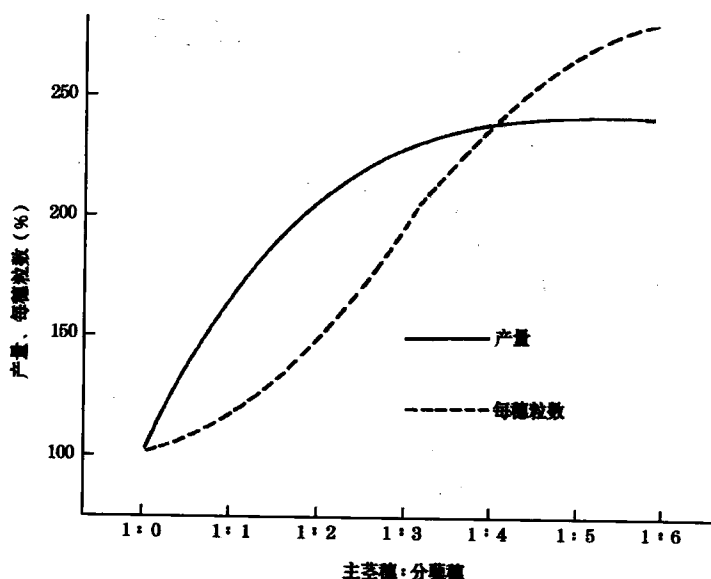


图 1-2 不同主茎穗：分蘖穗的产量和每穗粒数比较(模式图,以 1:0 为 100)

三、同等穗数条件下,增大分蘖穗比例,有利于大穗高产

接着再考察单位面积产量与主、蘖穗比例的关系。由图 1-2 中的实线可知,最低产量是 1:0 区;主茎穗与分蘖穗之比增加到 1:2 和 1:3,增产作用十分明显;增至 1:4 之后,产量就不再明显增加了。分析其原因,主要是在现有品种条件下,主、蘖穗比例超过 1:4 之后,单位面积穗数开始减少,穗形增大和穗数减少的数值大致相抵,因此产量也就不再增加了。由此可见,我们只要采用适当的栽培技术,在减少栽插苗数后,还能使单位面积穗数保持

较高的水平,这就意味着增加了分蘖穗的比例,便可获得大穗高产。

四、增大分蘖穗比例,达到大穗高产的措施

单纯增大分蘖穗比例是容易办到的,只要减少栽插苗数,增施前期肥料,促进早分蘖、多分蘖,从而分蘖穗的比例便可大大增加。但是,这样最后不一定高产。关键问题在于,要找到总穗数减少和穗形增大的平衡点,也就是前面说过的要掌握好在“同等穗数条件下,增大分蘖穗比例”这个平衡点。究竟分蘖穗比例以多少为好?如何才能达到大穗高产的要求?需要考虑以下几个方面:

(一) 摸清品种特性 一般分蘖力强的品种,分蘖穗比例可以高些,如籼型杂交稻,主蘖穗之比甚至可以超过 1:6;而分蘖力弱的品种,分蘖穗比例宜适当低些。

(二) 适应不同茬口 在 1 年多熟制的南方稻区,在前后期作物的茬口分配上要求甚为严格。就以双季早稻来说,有 3 种前期作物茬口:绿肥、大麦、油菜。以绿肥为前期作物的茬口,可以短秧龄早栽;以油菜为前期作物的茬口,只能长秧龄迟栽;大麦茬口介于两者之间。短秧龄早栽的,本田有充裕的发生分蘖时间,基本苗可少插些,分蘖穗比例就大些;长秧龄迟栽的,本田分蘖时间很短,只有多插些基本苗,才能有足够的穗数,获得较高的产量,因此分蘖穗比例就不可能很大。

(三) 掌握地区的差别 同样一个品种,在日照充足(阴雨天少)的地区,单位面积可以容纳比较多的穗数,能够增穗增粒高产。如云南省的大理地区,就具备这种条件,汕优 63 每 667 米² 可达 30 万穗,产量可以超过 1 000 千克。在阴雨天比较多的地区,穗数太多,田间湿度过高,易诱发病虫害,适当减少穗数,反而稳产。如湖南省种植汕优 63,穗数难以上去,一般每 667 米² 有 20 万穗,

每 667 米² 产量能达到 600 千克,就已经很不错了。由于各地区气候和日照条件不同,单位面积稻田可以容纳的穗数不同,适宜分蘖穗的比例也就有很大的不同。

(四) 采取相应的技术措施 在充分搞清某个品种在某一地区、不同茬口获得高产的适宜穗数后,即可采取相应的栽培技术,达到大穗高产。如适当减少栽插苗数,调整群体起点,适量施用前期肥料,既能实现早分蘖、发足蘖,又不至于使分蘖的总量过多,影响成穗率;浅、湿、干交替灌水,为发生分蘖创造良好的土壤条件等。综合运用这些技术措施,即可获取大穗高产。

第三节 增密增蘖增穗是中低产田增产的重要途径,高成穗率和稳穗增粒是 高产更高产的重要对策

在江南农村中流行着这样一句话:“会种田的人长稻,不会种田的人长草。”这意思是说,科学种田水平高的农民,稻苗并不长得特别旺,稻草并不多,但稻谷产量却较高;科学种田水平低的农民,前期苗很旺,后期则草多谷少。这里的苗旺草多,是指分蘖数过多,发生的分蘖大多不能成穗,看上去一大蓬,穗子却没有几个,群众把这样的稻叫“大脚稻”。用科学的语言来说,就是茎蘖成穗率不高。而茎蘖成穗率较高的稻,下面的棵脚不大,上面的穗子不少,而且穗型很大,群众称它为“羊脚马尾稻”。讲究科学种稻,当然要设法种出茎蘖成穗率高的“羊脚马尾稻”来。本节将从分蘖消长过程入手,分析和阐明为什么要提高茎蘖成穗率,以及提高成穗率的措施。

一、群体的最高茎蘖数与茎蘖成穗率

人们从便于操作考虑,常用单位面积上的茎蘖数来表示群体的大小。刚移栽成活的稻苗数,叫基本苗。在秧龄短、播种密度大或秧田期气温低的情况下,栽前很少发生分蘖,其基本苗多为主茎苗,如浙江一带的两熟制早稻就是这种类型。在稀播、秧龄长或秧田期气温高的情况下,秧田中就会发生许多分蘖,移栽成活后的基本苗中,既有主茎苗,也有分蘖苗,如南方稻区的连作晚稻就属于这种类型。无论哪种类型,本田茎蘖数的增加(新分蘖的发生),都是以此为基础的,因此基本苗数也就是群体的起点苗数。秧苗移栽后,随着本田分蘖的发生,茎蘖数陆续增加,群体也就随着增大。如图 1-3 所示:基本苗为 10 万/667 米²,开始分蘖后,大田茎蘖数增加,曲线随之上升;到最高茎蘖期,大田茎蘖数达到高峰,图中的最高茎蘖数为 50 万/667 米²。接着,部分弱小分蘖开始死亡,曲线开始下滑,直至齐穗期,最后的茎蘖数就是穗数。该图中的穗数为 30 万/667 米²。茎蘖成穗率就是最后的穗数占其最高茎蘖数的百分率,可用下列公式计算:

$$\text{茎蘖成穗率}(\%) = \frac{\text{穗数}}{\text{最高茎蘖数}} \times 100$$

若将图 1-3 所示的数据代入公式,即可得成穗率为 60%。

二、“增密、增蘖、增穗”是中低产田增产的重要途径

20 世纪 80 年代以前,当时水稻产量水平普遍较低,目前的一些中低产地区产量也不高。从产量构成的角度考察其产量不高的原因,主要是单位面积穗数不足。因此,只要有利于增加穗数的措施,都能使产量有所提高。最常用的措施就是缩小行株距,增加栽