

XIAO MAI SAN GAO ZAI PEI SHI YONG JI SHU

小麦三高栽培实用技术

马永良 吕润海 郭玉海 编著



. 1

中国农业大学出版社

前 言

小麦是我国主要的粮食作物之一。特别是我国北方地区,小麦是人们食用的主要细粮作物。小麦子粒中含有人类所必需的多种营养物质,而且适应性强,分布范围广,在我国从东到西,从南到北全国各省的平原、山区都有小麦种植。

解放后,随着农业生产条件的不断改善,种植面积逐渐扩大,特别是党的十一届三中全会以后,农村实行了联产承包责任制,小麦单产迅速提高,但由于自然环境、气候、土质及经济等条件不同,各地小麦栽培技术和产量水平有很大差异。许多地区小麦亩产量一直徘徊在 200~300 千克的中低产水平。而高产地区的亩产已达 400 千克以上,也不乏有大面积 500 千克的高产田涌现。

对各地的高产经验进行总结分析后发现,有相当部分的高产田是通过大量增加物质投入来实现的,缺乏科学性,造成很大浪费,经济效益不高,出现高产低效的现象。在目前市场经济条件下,这种高产是不能持续发展的。为此,在国家“七五”、“八五”计划期间,广大农业科技工作者,进行了大量科研工作,提出了许多高产、高效、优质、低耗的小麦生产新技术。笔者总结各地经验,结合自己的科研和生产实践,编写了这本《小麦三高栽培实用

技术》。

本书简述了小麦生长发育的基本规律,分析了小麦各器官的生长发育过程及其与产量形成的关系。详细介绍了小麦合理肥水促控、土壤培肥、节水栽培、晚播小麦丰产栽培技术、间套复种高效技术措施。此外,还对盐碱地改造及盐碱地小麦丰产栽培技术和小麦病虫害防除技术做了详细介绍。在文字上力求通俗易懂,技术上尽量切合生产实际。本书适合广大农民和基层农业科技工作者阅读参考。

编 者

1998. 5. 30

目 录

第一章 小麦生长基础知识	(1)
第一节 小麦营养器官的生长	(1)
一、根的发生与生长	(1)
二、茎秆的形成与生长	(4)
三、分蘖的发生与生长	(5)
四、叶片的生长	(8)
第二节 小麦生殖器官的生长发育	(9)
一、穗的构造与形成.....	(10)
二、开花与受粉.....	(11)
三、种子形成与子粒灌浆.....	(12)
第三节 小麦生长发育的光温反应(阶段发育)	(14)
一、春化阶段(感温反应).....	(14)
二、光照阶段.....	(15)
三、阶段发育与器官形成的关系.....	(16)
四、阶段发育理论的实践意义.....	(17)
第四节 小麦的群体结构与产量	(18)
一、群体结构.....	(18)
二、群体结构控制与提高小麦产量.....	(20)
第二章 小麦高产的土壤基础	(21)
第一节 不同土壤的主要理化特性和肥力特点	(21)
一、黑土.....	(21)
二、棕黄土.....	(22)

三、潮土·····	(22)
四、褐土·····	(23)
五、红黄壤土·····	(23)
第二节 土壤质地与耕作技术·····	(24)
一、壤质土(二合土)·····	(25)
二、粘土(胶泥土)·····	(25)
三、砂土·····	(26)
第三节 土壤盐碱与改良技术·····	(26)
一、盐碱土的形成与分布·····	(26)
二、土壤盐分的运动规律·····	(27)
三、盐碱地的综合治理·····	(27)
第四节 土壤肥力及培肥技术·····	(31)
一、肥力指标·····	(31)
二、培肥技术·····	(32)
第三章 小麦高产栽培肥水促控技术·····	(36)
第一节 氮、磷、钾三大要素对小麦的作用与施肥技术·····	(36)
一、氮、磷、钾对小麦生长发育的作用·····	(36)
二、小麦的需肥量和施肥量·····	(37)
三、小麦在不同生育时期的需肥规律·····	(39)
四、“三促一控”合理施肥·····	(41)
第二节 主要微量元素对小麦生长发育的作用 及施用技术·····	(42)
一、各元素在小麦生长中的作用及缺素症状表现·····	(42)
二、微肥施用技术·····	(44)
三、施用微肥对小麦的增产效果·····	(45)
第三节 小麦需水规律与灌溉技术·····	(46)
一、小麦的需水量·····	(46)
二、小麦不同生育时期的需水规律·····	(47)

三、“三大一小”灌水法·····	(48)
第四节 高产高效综合技术体系·····	(49)
一、小麦单产发展的三个阶段·····	(49)
二、综合目标的优化方案·····	(50)
三、小麦高产栽培的措施效应及决策·····	(53)
四、小麦高产栽培技术体系的示范结果和特点·····	(61)
第四章 晚播小麦高产栽培技术·····	(63)
第一节 晚播小麦的生育特点·····	(63)
一、晚播对小麦生育进程的影响·····	(63)
二、晚播对小麦营养生长的影响·····	(64)
三、晚播对小麦生殖生长的影响·····	(65)
四、晚播对产量及产量构成因素的影响·····	(66)
第二节 晚播小麦高产栽培技术体系·····	(67)
一、选用耐晚播生态型品种·····	(67)
二、选择适宜播期,晚中求早·····	(69)
三、根据播期选配适宜密度·····	(69)
四、培肥地力、重施磷肥、轻配氮肥·····	(70)
五、主攻拔节肥水,补浇灌浆水·····	(70)
第三节 独秆栽培法·····	(71)
一、独秆栽培小麦的生育特点·····	(71)
二、独秆栽培的主要技术措施·····	(75)
第五章 盐碱地小麦高产栽培技术·····	(78)
第一节 盐碱土壤对小麦生长发育的影响·····	(78)
一、对生育期的影响·····	(78)
二、对营养器官的影响·····	(79)
三、对生殖生长的影响·····	(79)
第二节 小麦盐害的形态诊断和耐盐能力·····	(79)
一、盐害症状·····	(79)

二、耐盐能力·····	(80)
第三节 高产栽培技术(四盐栽培法)·····	(81)
一、平地抑盐·····	(83)
二、大水压盐·····	(83)
三、施肥抗盐·····	(83)
四、品种耐盐·····	(86)
第六章 节水高产栽培技术·····	(87)
第一节 小麦节水高产的理论基础·····	(87)
一、土壤水分的周年变化与平衡·····	(87)
二、麦田耗水分析·····	(88)
三、土壤供水的时空规律·····	(89)
四、不同时期灌水对小麦产量构成因素的影响·····	(90)
第二节 节水高产栽培主要技术措施·····	(91)
一、灌足底墒水,保证土壤贮水量·····	(91)
二、选用早熟、耐旱、容穗量大的品种·····	(92)
三、集中施用磷肥·····	(93)
四、适当晚播·····	(94)
五、增加基本苗,确保播种质量·····	(94)
六、松土保墒技术·····	(95)
七、适宜灌水时期·····	(96)
八、适宜的土壤类型·····	(97)
第七章 间套复种高产高效栽培技术·····	(98)
一、小麦—玉米套种·····	(98)
二、小麦—棉花套种·····	(99)
三、小麦—油料作物套种·····	(103)
四、小麦与其它经济作物的间套技术·····	(108)
五、间套复种多熟制对小麦生产的影响及对策·····	(110)
第八章 小麦病虫害防治技术·····	(112)

第一节 主要病害及其防治·····	(112)
一、锈病·····	(113)
二、白粉病·····	(116)
三、赤霉病·····	(118)
四、纹枯病·····	(121)
五、病毒病·····	(123)
六、根腐病·····	(126)
七、全蚀病·····	(128)
八、黑粉病·····	(130)
九、线虫病·····	(133)
第二节 麦田主要害虫及其防治·····	(134)
一、蚜虫·····	(134)
二、红蜘蛛·····	(135)
三、粘虫·····	(136)
四、棉铃虫·····	(137)
五、吸浆虫·····	(140)
六、麦秆蝇·····	(141)
七、蝼蛄·····	(142)
八、麦茎叶甲·····	(143)
九、冬麦地老虎·····	(144)
第三节 麦田杂草及化学防除·····	(145)
一、麦田杂草的种类与危害·····	(145)
二、麦田杂草的分布·····	(147)
三、麦田化学除草·····	(149)
四、化学除草应注意的事项·····	(150)
第九章 品种繁育与利用技术·····	(151)
第一节 品种的繁育程序·····	(151)
一、区域试验·····	(151)

二、生产试验、示范	(152)
三、建立良种繁育基地	(152)
第二节 优良品种的引进与利用	(153)
一、小麦生产的区域划分及各类型区对小麦 品种的要求	(153)
二、小麦引种的一般规律	(156)
三、种子检疫与检验	(158)
四、良种良法配套	(159)

第一章 小麦生长基础知识

小麦的一生从种子播种、出苗到种子成熟的整个生活周期中，在形态、特征、特性各方面都发生了一系列的变化。就是在这一变化过程中形成了小麦的子粒产量，如果能够掌握小麦各时期的变化特点和发生时间，即能在栽培上采取相应的促控措施，达到高产、高效、优质的目的。

小麦一生基本上可分为两大发育阶段和三大生长期：两大发育阶段是春化阶段和光照阶段；三大生长期是以根、茎、叶为主的营养生长期，以穗粒生长为主的生殖生长期及营养生长与生殖生长并进时期。

为了便于栽培管理，常把小麦的一生分为苗期、分蘖期、起身期、拔节期、孕穗期、抽穗期、开花期和成熟期八个生育时期，北方冬小麦又增加越冬和返青两个时期。如图 1-1 所示。

第一节 小麦营养器官的生长

一、根的发生与生长

小麦播种后，在适宜的水分、氧气和温度条件下，即可生根发芽。小麦种子在土中不断吸水膨胀，当其吸水量达到种子本身干重的一半时，胚根首先开始萌动，俗称“露嘴”或“露白”，接着胚芽鞘也破皮而出，称发芽。

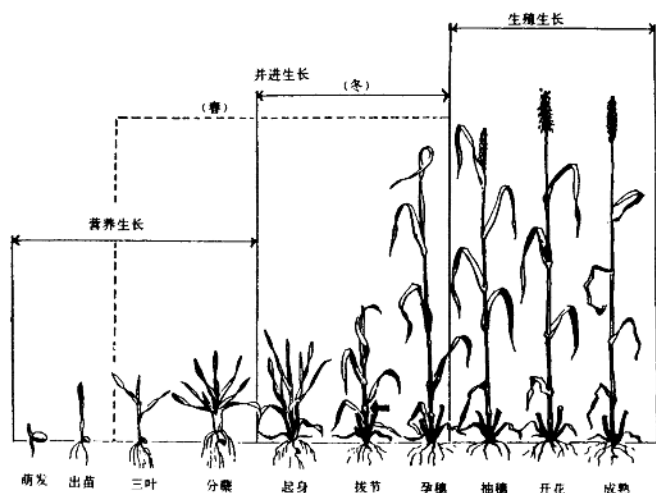


图 1-1 小麦各生育期的外部形态

种子萌动后,首先长出一条主胚根,经过 2~3 天又长出第一对和第二对侧根,有时还长出 1~2 条不定根,这些根统称为初生根。第一片叶出土后,就不再增加初生根。人们常把初生根称为种子根或胚根,一般 3~5 条,多者可达 7~8 条。初生根早期生长,主要依靠小麦胚乳的营养供应,所以,数量的多少与种子大小有关,子粒饱满的大粒种子,初生根发生多,反之则少。在小麦的生长前期,初生根生长较快,每昼夜可长 1.5~2 厘米长,至开始分蘖时,长度可达 50~60 厘米,冬小麦入冬前可伸长到 100 多厘米深的土层中,有的长达 3 米以上,且具有很强的吸收能力,可吸收到土壤深层的水分和养分。

次生根着生于小麦基部的分蘖节上,发生顺序由下而上,每节上可发根 1~3 条。当幼苗长到第四片叶子时,开始长出次生根,环

境条件合适时,可同时长出分蘖。一般主茎次生根数量为 15 条左右,多的可达 20~30 条。

次生根比初生根粗壮,根毛也密集,长出后先向四周生长,达 20 厘米左右开始向下生长,生长速度比初生根慢,返青后生长速度加快,到开花前后可达 1 米以上,直到开花后才停止生长。所以,次生根发生时间长,根量大,多集中在 20~30 厘米的耕层土壤中,与初生根相辅相成,共同从土壤中吸收、运输水分和养分,确保小麦植株正常的生长发育。

由于初生根与次生根发生的时期和分布的不同,在小麦一生中起的作用也各有特点。初生根发生早,从出苗到拔节是初生根发挥其功能的最主要时期,分蘖前,次生根还未发生,麦苗生长主要依靠初生根吸收水分和养分,次生根长出后,初期仍由初生根起主要作用,直至次生根进入旺盛功能期,初生根的功能才逐渐减弱,但仍保持其活力。据试验表明,拔节前,初生根的吸水量占整个根系吸水量的 $\frac{2}{3}$,拔节后还占到 $\frac{1}{4}$,由于初生根入土较深,在干旱年份或旱地小麦,深层的水分和养分对小麦生长至关重要,初生根的作用就更为明显。由此可见,初生根在小麦的一生中具有极其重要的意义。

小麦的根系,不仅是吸收和运输的器官,而且也是一些重要营养物质的合成器官,据有关研究,根吸收的磷酸、二氧化碳和部分无机盐类,在根部即可转化为各种有机酸,并进一步合成氨基酸等重要的有机营养,然后再转运到植株各个部位合成蛋白质。所以,植株生长的好坏,往往与根系的发育状况有关。据试验证明,根系发育不良或受损时,小麦叶片中蛋白质含量就迅速减少,从而导致叶片活力减退和衰老,大大削弱光合作用强度,缩短生育期和减少干物质积累,最后导致子粒产量降低。所以,在栽培上为小麦创造一系列有利于根系生长的条件,都是取得高产的有效措施。

二、茎秆的形成与生长

小麦的茎秆是由节及节间组成,具有支持、输导、光合和贮存的作用,通常分为地上和地下两部分。地下部分的节间不伸长,构成小麦的分蘖节,地上部分的节间伸长,一般有4~6节,比较稳定,多数5个节间,基部节间最短,往上逐节加长,穗颈节(最上一节)最长,可占到全茎长的一半。不同小麦品种,茎长也不同,矮秆品种不足30厘米,有些高秆品种可达140厘米以上。

通常茎秆基部的第一伸长节间较细,从第二、三伸长节间开始加粗,最上一节又变细,茎秆壁的厚度却自下而上逐渐变薄,以基部第一节间最厚,同一节间是基部厚,上部薄,这种结构有利于防止倒伏。

小麦茎秆表皮以下为机械组织层,机械层以下是大型基本薄壁组织,导管束就分布在这两层组织内。茎秆中心是在发育过程中解体的基本组织,形成茎秆的空腔(髓腔),髓腔的大小因品种而异,同一品种的植株上,基部两节间的髓腔最小,有的品种几乎是实心。髓腔的大小和输导组织的数量及发育程度与小麦的抗倒性有关,有关研究表明如表1-1所示,基部节间单位长度的干重与小麦抗倒性关系极为密切。如果茎秆干物质积累多,腔小壁厚,机械组织发达,则抗倒伏能力就强,如果基部节间徒长,干物质积累少,组织细胞排列疏松,秆壁薄,髓腔大,则抗倒伏能力就差。

表 1-1 倒伏植株基部一二节间形态变化和干物质积累状况

项目	第一节间					第二节间				
	长 (cm)	粗 (cm)	腔直径 (mm)	壁厚 (mm)	干重 (mg/cm)	长 (cm)	粗 (cm)	腔直径 (mm)	壁厚 (mm)	干重 (mg/cm)
倒 伏	13.05	0.25	1.64	0.45	45.9	16.8	0.28	2.15	0.30	77.1
不倒伏	3.95	0.24	0.97	0.74	177.0	10.5	0.28	1.65	0.50	128.5

三、分蘖的发生与生长

分蘖是小麦重要的生物学特性之一,但不同类型的小麦分蘖性强弱不同,一般冬小麦分蘖强,春小麦分蘖性差些,晚熟品种分蘖多,早熟品种分蘖少。但是,无论是那类小麦,其分蘖规律都是一致的。

分蘖的多少,生长的壮弱,是决定小麦群体结构好坏和个体发育健壮程度的重要标志。为更好地促进或控制小麦群体的正常发展,培育壮苗,协调个体与群体间的矛盾,既要争取穗多,又要穗大、粒大,达到高产稳产的要求,必须了解和掌握小麦分蘖的发生和发展规律。

(一)小麦分蘖发生的位置

小麦的分蘖是从小麦的分蘖节上长出的。分蘖节是由植株地下部不伸长的节间、节、腋芽等组成的一个节群,在短时期内,分蘖节上分化成许多分蘖芽,但能否都正常发育成分蘖,需视条件而定。

一般小麦分蘖是在分蘖节上由下向上逐节发生的。从主茎分蘖上直接发生的分蘖,叫一级分蘖,从一级分蘖的基部节上长出的分蘖叫二级分蘖,从二级分蘖上长出的分蘖叫三级分蘖。每个分蘖的第一片叶是一个不完全叶,薄膜鞘状,因分蘖由此生出,特称之为蘖鞘,常用P表示。为了便于研究,常用不同的符号和数字表示各级分蘖。一般以0代表主茎,1,2,3…代表一级分蘖,胚芽鞘中长出的分蘖也属一级分蘖,用C表示。由一级分蘖中长出的分蘖叫二级分蘖,常用 1_p 、 1_1 、 1_2 、 2_1 、 2_2 、 3_1 、 3_2 ……表示,三级分蘖用 1_{1-p} 、 1_{1-1} 、 2_{1-p} 、 2_{1-1} 、 2_{1-2} ……表示,余此类推,如图1-2所示。

(二)主茎叶位与分蘖的同伸关系

小麦各级分蘖的出生与主茎叶片出生具有一定的对应关系,即所谓“同伸”关系。小麦幼苗主茎生出第三叶时(三叶龄用3/0

表示),由胚芽鞘中长出胚芽鞘分蘖,即“C”蘖,是小麦最先发生的分蘖,此蘖很不稳定,与品种特性、播种深度、当时的水温条件、土壤肥力有关。当主茎伸出第四片叶时,在主茎的第一叶鞘中长出第

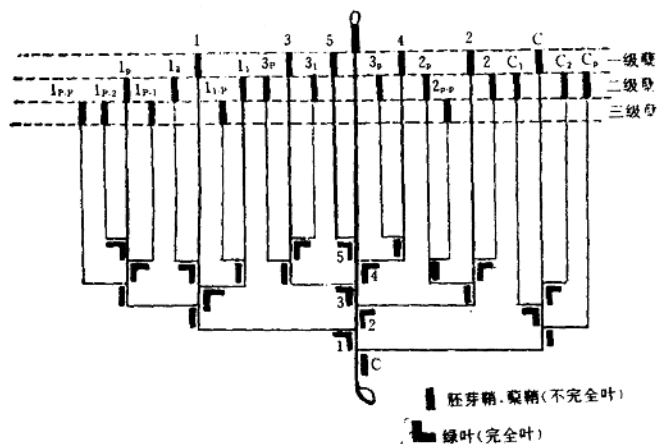


图 1-2 分蘖发生及其位置示意

一个分蘖,即“1”蘖。以后主茎每增生一片叶,即沿主茎出蘖节位由下向上相应长出一个分蘖。当主茎长出第六片叶时,主茎第三叶的叶鞘中长出第三个分蘖,即“3”蘖,同时,第一个一级分蘖即“1”蘖已达到3叶龄(用3/1表示),在其蘖鞘中生长出第一个二级分蘖,即“1_p”蘖。其余主茎各叶出生与各级分蘖的出生关系如图1-3所示。

了解了小麦分蘖与主茎叶片的同伸关系,一般情况下,知道当时主茎的叶片数即可推算出当时植株的总分蘖数。但在有些情况下,同一同伸组内的主茎叶片与同伸分蘖不是一天出现,前后相差几天,如果水肥不足,栽培技术不当时,同伸蘖不仅不能按时出现甚至不能发生,即便以后条件合适时,也不再发生,形成“空节”、

“缺位”现象。如播种过深，主茎第一蘖常不出现，而到第二蘖发生时才长出分蘖。

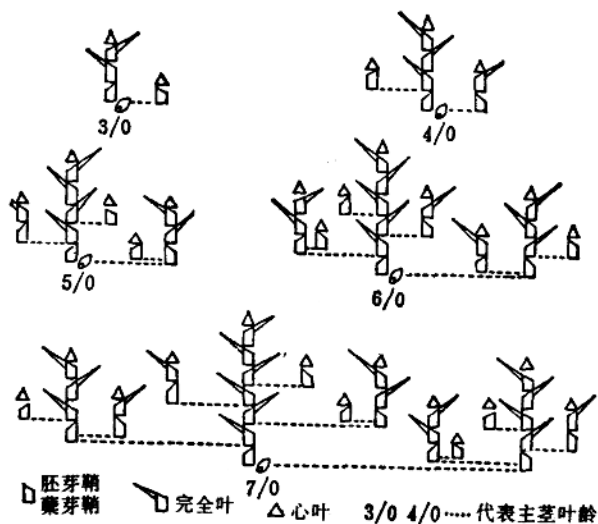


图 1-3 小麦分蘖与主茎叶片的同伸关系示意

(三)分蘖的消长成穗

小麦的分蘖自开始以后，随着发育进程的延伸，数量越来越多，一般冬小麦播种后 7 天左右出苗，出苗后 15~20 天开始出现分蘖，一个月内随麦株叶片增多，根系扩大，分蘖数急剧增加，成为冬前分蘖高峰期，到 12 月份进入越冬期后，分蘖基本停止，春季气温回升，小麦开始返青后，分蘖又继冬前蘖位向上顺序产生新的春生蘖，气温回升到 10℃ 以上时，小麦生长速度加快，新蘖也大量发生，为春季分蘖高峰期。到拔节期时，小麦分蘖总量达到最大，以后由于茎叶的旺盛生长和幼穗的进一步分化，生长和营养中心转移，进入营养生长和生殖生长并进时期，新分蘖发生减少直至停止。同

时,因受发育时期和营养物质分配的限制,分蘖开始发生两极分化,高位小蘖开始死亡,成为无效分蘖,低位大蘖逐渐发育成穗,成为有效分蘖。分蘖的这种消长规律及两极分化现象是小麦生长发育与外界条件相适应的结果。所以,在栽培上可采取一定措施尽量减少无效分蘖,增加有效分蘖,以降低无为的消耗,而增加小麦产量。

四、叶片的生长

小麦的叶片包括变态叶(颖壳)、退化叶(盾片)、不完全叶(胚芽鞘、分蘖鞘)和发育完全的绿叶。完全叶具有叶片、叶鞘、叶耳、叶舌及叶片与叶鞘连接处的叶枕几部分组成。叶片的生长分三个时期。即分化期、细胞分裂期和伸长期。叶芽原基在茎生长锥基部不断分化,分化出的原始叶细胞,再不断分裂,增加叶细胞数目。叶片的伸长自叶片顶端开始,在同一叶片上,同时可以看到两个生长过程,即在顶端细胞已完成分裂期而进入伸长期,叶片基部尚处在细胞分裂期。叶片大小促控的关键时期是在叶片生长的前期,即细胞分裂期,分裂结束后,只能影响细胞的伸长,不能影响叶细胞数目的多少,因而只对叶长有作用,对叶宽的作用甚小。

叶片的数目因品种、阶段发育特性、播种期、气候及栽培条件有所不同,在一定地区的生态条件下,都有其最适的主茎叶片数,而且相对比较稳定。一般适宜播期的冬小麦品种,主茎叶片数大都在12~13片,有些晚熟品种也可达到14~15片。春性小麦或半冬性晚播小麦,主茎叶片数为8~12片,叶片数多少的变化,主要在于冬前叶片数,播种早的叶片多,播种晚的叶片少,春生叶片数目比较稳定,一般6~7片。叶片的大小,不论主茎或分蘖,通常发生晚的叶面积较大。一般品种都是以倒数第一叶(旗叶)和第二叶面积最大。

小麦叶片从展开到枯黄的持续时间为叶片的功能期。在功能期内,叶片吸收太阳光能,利用空气中的二氧化碳和从土壤中吸收