

新型职业农民培育系列教材

小麦**高产** 优质生产应用技术

李国阳 陈景梅 王顺领 主编



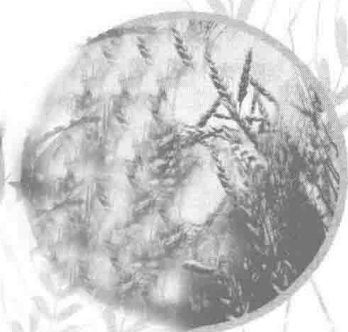
中国农业科学技术出版社

新型职业农民培育系列教材

S512.1
106

小麦 **高产** 优质生产应用技术

李国阳 陈景梅 王顺领 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦高产优质生产应用技术 / 李国阳, 陈景梅, 王顺领主编. —
北京: 中国农业科学技术出版社, 2015. 11

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2312 - 6

I. ①小… II. ①李…②陈…③王… III. ①小麦 - 高产栽培 -
栽培技术 IV. ①S512.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 247085 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109194(编辑室) (010)82109702(发行部)

(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 9.625

字 数 250 千字

版 次 2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《小麦高产优质生产应用技术》

编 委 会

主 编 李国阳 陈景梅 王顺领

副主编 马学军 杨歌华 刘卫民 潘学军

戴 娟 马艳彬 穆长安

编 者 (按姓氏笔画排序)

王洪建 朱红霞 刘 宇 刘 辉

孙爱新 苏艳华 杜美华 李丰魁

李红丽 李国场 沈红丽 张 冲

张向华 张跃飞 陈少华 陈建东

赵风合 娄春生 班亚伟 樊彦民

校 稿 陈景梅 张卫标 谷志恒

目 录

第一章 小麦生长发育与生态条件的关系	(1)
第一节 根系生长及其与生态条件的关系	(1)
第二节 茎秆生长及其与生态条件的关系	(9)
第三节 叶片生长及其与生态条件的关系	(13)
第四节 分蘖成穗及其与生态条件的关系	(17)
第五节 小麦幼穗分化及其与生态条件的关系	(27)
第六节 子粒形成和灌浆及其与生态条件的关系	(37)
第二章 冬小麦生长发育与气象条件	(48)
第一节 冬小麦生长发育	(48)
第二节 冬小麦主要农业气象灾害与防御措施	(53)
第三章 黄淮麦区小麦病害及防治	(64)
第一节 小麦根腐病	(65)
第二节 小麦白粉病	(69)
第三节 小麦纹枯病	(73)
第四节 小麦全蚀病	(76)
第五节 小麦赤霉病	(79)
第六节 小麦条锈病	(83)
第七节 小麦黄矮病	(87)
第八节 小麦黑穗病	(89)
第九节 小麦秆黑粉病	(94)
第十节 孢囊线虫病	(96)
第十一节 黄斑叶枯病	(99)

第四章 小麦主要害虫及防治	(101)
第一节 金针虫类	(101)
第二节 蝼蛄类	(109)
第三节 蛴螬类	(114)
第四节 黏 虫	(124)
第五节 麦 蚜	(129)
第六节 小麦叶蜂	(140)
第七节 麦蜘蛛类	(143)
第五章 麦田杂草及防治	(149)
第一节 麦田主要杂草种类	(150)
第二节 麦田杂草防除方法	(190)
第三节 麦田常用除草剂	(196)
第六章 优质小麦高产栽培技术	(221)
第一节 高标准夯实麦播基础	(221)
第二节 肥水管理	(223)
第三节 病虫草害防治	(230)
第七章 小麦优良品种介绍	(232)
第一节 小麦品种介绍	(232)
第二节 如何购买放心种子	(243)
第八章 小麦种子质量管理及质量纠纷调解	(245)
第一节 小麦种子的国家标准	(245)
第二节 农作物种子标签管理办法	(245)
第三节 农作物种子质量纠纷田间现场鉴定办法	(249)
第四节 农民用种发生种子纠纷该如何处理	(253)
第九章 小麦测土配方施肥	(255)
第一节 测土配方施肥基础知识	(255)
第二节 肥料选购知识	(259)

第三节 小麦测土配方施肥	(264)
第十章 小麦生产中常用生长调节剂	(267)
附录一 常用杀菌剂表	(289)
附录二 常用杀虫剂、杀螨剂表	(293)
参考文献	(298)

第一章 小麦生长发育与生态条件的关系

第一节 根系生长及其与生态条件的关系

一、根的发生及其作用

(一) 初生根的发生

麦粒吸水后，种子内营养物质逐渐转化，胚即吸收胚乳的养分，胚根和胚芽生长点细胞迅速分裂，细胞数目增加，同时细胞体积增大，整个胚体长大，使子实胚部皮层发生纵裂。首先露出的是胚根鞘，胚芽也相继露出。由于胚根继续生长，进一步突破胚根鞘，以后形成初生根。当胚根长约 0.4 厘米时，从胚轴基部两侧生出第一对侧生幼根，各有其本身的根鞘。随后出现第二、第三对侧根，但相隔时间较长。

在田间条件下，多数只发生第一对侧根，第三对侧根出现的机会则较少。因为这些侧根（包括胚根在内）的生长主要依靠种子中储藏的养分，同时为便于与分蘖节处发生的根相区别，故在生产上统称为初生根或种子根。第一对初生根发生在盾片节上，第二对在外子叶节上，第三对在胚芽鞘节上，3 对初生根与胚根呈一个平面。在第二对初生根出现的同时，紧接外子叶正上方，也常常会发生一条侧根，与其他初生根相垂直。所以初生根在条件很好的情况下，可以出现 8 条而不是 7 条。

从胚根发生到分蘖期，每天生长 3.0 厘米左右，就河南中部地区气象条件来说，一般到 11 月下旬以后，根的生长速度有明显减慢的趋势。在正常条件下，主胚根生长较快，但是不论哪条初生根受阻或受伤时，则其他几条根生长相应加快，即各条根之

间有互补作用。

主胚根在分蘖以前生长基本与地面垂直，向周围扩展范围很小。到分蘖期，摆动也只有 10 厘米左右。同期，侧生胚根向周围扩展幅度较大，多为 20 ~ 30 厘米。胚根的入土深度，出苗期已达 20 厘米左右，分蘖期能达到 30 厘米左右，而且已出现较多的分枝，所以，21 厘米行距播种的小麦，到分蘖期，根就已经互相交织布满耕层了。

（二）次生根的发生

生长初期次生根发生与分蘖有相关性。随着节位不同，发根条数也有相应变化。在发生分蘖初期，相应节上发生 1 ~ 2 条次生根，随后在分蘖节中部，次根数即增多到 3 条左右。到春季，分蘖节上部未生分蘖的次生根发生较多。条件适宜时，大量发生的新根主要是在未生分蘖的节上，一般为 4 ~ 7 条，多的可达 10 条。不少已拔节而未出地面的节上都有次生根，若土壤湿度较大，近地面的节上也能生根 2 ~ 10 条。拔节以后，每次灌水或降雨，又常会发生一定数量的新根，一直到抽穗期（少数壮株蜡熟期还生新根）。所以分蘖多时，次生根多，停止分蘖后，只要土壤条件适宜，仍能产生大量次生根。根据这一生长特点，在起身期停止分蘖时进行施肥灌水，对控制群体，促进多发根、促大穗是个有利的时机。至于分蘖上次生根的发生过程与主茎基本相同，只是开始较晚，条数较少而已。

一般属于主茎的次生根数有 12 ~ 27 条，多为 15 条左右，薄地 10 条左右。分蘖性强的多穗型品种，次生根数的增加主要在各级分蘖的基部节上，属于主茎的根增加不多。由于生根与分蘖有时并不一定相关，所以单株独穗而从未分蘖的植株，也有一定数量的次生根。不过还要看到另一方面，茎节上生根数量变化较大，这是小麦的一种生存竞争能力，也是一种适应性的表现，若条件不利时，未生分蘖的茎节上又常常不发生新根，甚至在分蘖的过程中，根数的比例也相应下降。

次生根发生的数量除了与土壤营养和湿度有关外，与播种期的关系也很密切，播种期适当偏早的，年前发根时间长、数量多。据在河南中部地区试验，采用半冬性品种，10月5日播种，次生根在10月底开始发生，年前发根8~10条，10月15日播种，次生根开始发生在11月上、中旬，年前发根5~7条，若播种迟于10月25日，年前次生根只有2~3条，而且从发根到越冬仅有15天左右的时间，所以次生根的长度多数都不超过13.2厘米。

（三）初生根与次生根的作用

小麦根系有初生根与次生根之分。对初生根起作用时间的长短和大小过去有不同的认识。经过这些年有关方面的研究，有些问题已经澄清，经试验，初生根在小麦一生中起着非常重要的作用，不论什么时候截去初生根，都对小麦生长发育造成严重影响。对次生根，若在小麦生长过程中截除一次影响不明显，若连续截除（15天左右截除一次），则引起单株分蘖数增加，单株有效穗数减少，并且严重影响单穗粒数和单株产量。开始截除的时间越晚影响产量越严重。由此说明在小麦一生中，次生根与初生根都是很重要的。若从全面分析，初生根与次生根的作用是相辅相成的，初生根前期作用大，次生根后期作用大，初生根的生长较次生根稳定，在环境条件不利的情况下，也能维持小麦生长的最低要求，小麦的稳产性显然与初生根的特性有关，但次生根的发根时间长，根量大，在条件适宜时，对大幅度增产起重要作用。

二、根系生长的基本特征

（一）根量的变化与增长速度

据试验结果表明，小麦在冬前由于根的条数少，分枝数不多，即总的根生长点数目少，所以不论在单株根的重量或长度方

面，增长量都不大，单株根生长每天增加不足 30 厘米，在冬季根量增加也不多。

春季是根系大量增加的时期。据测验一株小麦：返青到拔节的 24 天内，总长增长近 40 米，每天增长 1.68 米；从拔节到孕穗的 32 天内总长增长 94.8 米，每天增长 2.96 米。小麦根的长度和重量在返青以前处在一个缓慢增长阶段，从返青或者起身到孕穗期是一个很重要的增长时期，假若春季生长条件优越，将会大大促进根的生长，扩大根的吸收范围，孕穗以后，又变为缓慢增长阶段，由于营养中心转向穗部，根的主要作用是吸收与供应，本身增重不多。

（二）根系与地上部生长的关系

小麦根系的生长有一定规律，也与地上部有密切关系。返青前根系的重量稍高于地上部重量，越冬期地上部与根重之比值为 0.811，返青期为 0.89，返青以后地上部增加速度大大超过地下部，到孕穗期地上部与根系重量之比变为 5.96。冬前地上部生长快于地下部，上部与下部之比为 1.7~2.3，到冬季地上部分直接受气候条件的影响，生长速度明显下降，使根的比重增大，两者比值下降为 1.5 左右。从春季到起身孕穗或灌浆期是地上地下生物产量积累的主要时期，地上部与地下部都有相当大的增加；但是根的增长量显著比地上部慢。所以地上部重与根重之比值明显增大，灌浆以后地上部继续增加，而根的重量增加不多或有部分死亡。经过越冬期，地上部重与根重的比值降低，并不表示在这期间根的生长速度加快，甚至生长速度比冬前有所减慢。根的生长速度最快时期仍然是春季，起身到孕穗期根重的增长速度都在越冬期的 10 倍以上，根系生长主要在前中期（起身期以前为前期），前期根重占根重的 11.7%~23.7%，中期占 66.8%~91.0%。从植株上部与根的一系列生长过程的比较中，很明显地表现出两者是相辅相成的。

年前地上部生长较快，是由于光合作用较强，有光合产物的

供应,使根的重量增加也较快。到越冬期虽然有分蘖节储藏物质的存在,但毕竟还是有所限制,根的增长量并不大;到春季由于地上部叶片的增大,对根的光合产物供应充足,根的生长速度又迅速增快,同时由于根的活动性增强,地上部也增长更快。一般所说的冬季小麦生长是“上闲下忙”,只是相对的并带有推测性的提法,实际上小麦生长的中期才是根系生长的最快时期。

(三) 根中营养物质的积累

对分蘖节和茎叶中营养物质的变化,曾有人作过很多研究,并且认为分蘖节,叶鞘和茎有储存营养物质的作用,生长后期茎叶和叶鞘中的物质将有相当一部分向穗部转移。那么根的作用如何呢?根据我们对不同品种和在不同土壤条件下的试验,各生育时期对根系的全氮量和可溶性糖类进行系统测定结果表明:一是几个小麦品种都是前期根中的可溶性糖和全氮含量高,孕穗期以后大幅度降低;前期可溶性糖含量多数为 20% ~ 23%,全氮为 2.92% ~ 2.99%,到成熟期可溶性糖和含氮量相应降到 0.58% ~ 4.60% 和 1.02% ~ 1.40%。二是可溶性糖含量的变化幅度大于氮,从可溶性糖和氮的比值看得更清楚,越冬期与起身期两者的比值为 7 左右,孕穗期为 4.0 ~ 5.7,到成熟期下降为 0.6 ~ 3.5。说明在前期碳水化合物以不同形式在根中积累,到后期随着根的呼吸作用消耗和种子中淀粉的积累,根中糖类便相应减少。可见小麦根中物质的积累转移,与地上部茎叶有相同的趋势。三是糖类到后期的转运情况,品种之间有些差别。

三、不同生态条件下根系生长特点

(一) 西部丘陵旱作生态类型麦区小麦根系生长特点

豫西丘陵区的绝大部分都是黄土丘陵,又是国内西北黄土区的一部分。土层深厚,土质均匀,对根系生长的干扰性较小。所以黄土区根系生长的动态变化基本上能代表小麦根系的一般生长

过程。

在适期播种情况下，冬前尚有一段时间温度较高，根系很快穿过耕层，越冬期根下扎已超过 100 厘米。越冬期间生长不停止，到返青期达地 120 厘米，拔节期超过 160 厘米，孕穗期 180 厘米。根向下扎达一定深度以后，再继续延伸就比较缓慢，特别是孕穗期后，生长中心已经转移，向深处增加不多。到成熟期剖面观察，根的深度达 190 厘米，侧面扩展的过程与深度的变化基本一致，只是数值不同，也表现前期快后期慢。小麦根从发生约经 15 天即产生较多的分支。由于初生根的分支和次生根的发生，冬前侧向扩展也较快，越冬期半径即已接近 30 厘米，到返青期超过 40 厘米，拔节期 45 厘米，孕穗以后宽度增加不多，成熟时麦根向周围伸展半径为 55 厘米。

由于不同土壤深度内温度和通气性的不同使得不同深度的根量具有一定差异。小麦在返青期以前初生根生长较慢，次生根的数量不多，表层 0 ~ 5 厘米的根量较少，返青以后表层根增加较快，在土壤湿度正常情况下，反而比 5 ~ 10 厘米层的根量为多。若从根的总体分析，根的大部分都分布在耕作层，一般占总根量的 2/3。黄土丘陵区麦根主要分布在 0 ~ 20 厘米或 0 ~ 30 厘米深度；但是由于黄土区上下土层的质地比较一致，而且根下扎的较深，所以耕作层以下相邻两层之间的根量差别较小。根据黄土区小麦根系入土深，下层根量相对比重大而分布均匀的特点，故很有利于对土壤深层水的利用。

（二）平原灌溉生态类型麦区根系生长特点

在平原灌区，由于耕作层营养充足，结构较好，根生长较顺利，但超过耕作层以后，速度迅即缓慢。越冬期根系下扎深度只有 45 厘米，以后向深处发展很慢，起身期接近 60 厘米，成熟期深度才达到 80 厘米左右；从剖面中观察，还常会看到沿着蝼蛄洞或腐烂根形成的根孔向下延伸。待根系向下发展受阻时，侧向生长有所增强。所以根系向周围发展较远，冬前半径已超过 30



厘米，起身期超过 40 厘米，孕穗期达到 60 厘米。从根系在土壤中分布范围特点，说明在冲积平原壤土区，应充分利用地下水资源发展灌溉，促进根的发育，以保证小麦大幅度增产。

灌区多属于平原冲积土区，层次明显，各层质地变化大，使各层水分、养分和通气条件相差明显，进而影响到根的生长状态。从土壤剖面对根的观察很清楚地看到，若根由沙土层伸到黏土层，速度减慢，根尖变粗，质地过黏时，还会改变根的延伸方向；若根由较黏土层延伸到沙土层，开始速度较快，但很快减慢，土层过沙时，根生长不久就会停止。有时根还只沿着沙黏土层的交界面生长，而不向沙土层延伸（沙黏相同时，由于毛管力的关系，沙土层水分很不稳定）。根据小麦根生长对土层变化的反应，自然可以理解土层质地不同，根量也会有相应的变化。土壤质地在很大程度上决定着土壤的理化性质和生物作用，它对小麦根系发育是一个很重要的直接影响因素。

（三）豫南多湿稻茬生态类型麦区根系生长特点

淮南稻茬麦区，秋季雨涝时间长，地下水位高、收稻后必须挖好“三沟”（厢沟、腰沟、边沟），排除地面水，散墒以后才能播种。加之土壤质地黏，通气性差，所以，苗期麦根生长慢，入土浅。到冬春少雨季节随着土壤含水量减少，下层根量逐步增加。据试验，小麦越冬期（12 月下旬）根深只有 20 厘米左右，到返青期（2 月上旬）、还不足 40 厘米。返青以后小麦生长加快，土壤下层含水量也有所下降，所以根系下伸较快，到拔节期，根深增加 20 厘米，孕穗期深度超过 80 厘米，以后根深还有所增加，直到黄熟期麦根的总深度可达 90 厘米。稻茬麦区对小麦根系的深度影响较大，对根系水平分布的影响较小，越冬期根系分布的半径接近 30 厘米，返青期超过 30 厘米，拔节期 40 厘米，黄熟期根系分布半径，基本上与其他土壤中的相同，达到 50 厘米左右。

豫南多湿稻茬生态区，小麦各生育时期的土壤耕层根量占总根量的绝大多数。返青以后虽然下层水分含量降低，根的生长条

件有一定改善，但下层根的生长量仍很小。小麦苗期根量较小，单株只有 0.11 克，全部在 0~20 厘米的土层内。返青以后根量增加较快，特别是拔节到孕穗期增加最多，由 0.28 克增加到 0.67 克。经田间实地观察，稻茬麦根分布较浅的原因，还与稻田的犁底层有关，该层黏硬，不仅影响根系下扎，而且也妨碍下层土壤的透气性，不利于根的生长。

（四）豫东北低洼盐碱生态类型麦区根系生长特点

盐碱土对小麦的危害主要是损害小麦的根部。该区土中的盐分含量有季节性变化，因此对小麦的危害也表现有明显的季节性。冬前和春季危害较严重，拔节以后随着降雨量的增加和棵间蒸发量减少，再发的新根能逐渐恢复正常生长。

受碱危害的小麦，其根的发生和生长都具有很明显的特点：一是一些分蘖受盐渍死亡后，在分蘖节处再发新叶新根，显得次生根数增多；二是根的分枝有增多趋势，且生长缓慢，形态表现短、粗、弯曲多；三是根的先端显得肿胀，但刚伸长的尖端仍然较细，使根尖呈鸡爪状，因此，受盐碱危害的小麦，也易形成鸡爪根。

从根的生长量分析，盐碱地小麦根系重量普遍比非盐碱地低，一般情况下非盐碱地单株根量为 2.5 克左右，盐碱地多为 1.0~2.0 克。小麦根的生长量与土壤中盐分含量密切相关，在盐碱区取土作筒栽试验（深 80 厘米），调节 0~30 厘米土壤含盐量，孕穗前（4 月上旬）测验 0~20 厘米根的重量表明，土壤含盐 0.1%，容重 6.45 克，占总根量的 69%，与一般土壤中的比例相近。盐分含量超过 0.2%，则根的生长受到影响，若盐分达到 0.5%，则严重危害根的生长，其根量只占总根量的 44%。

根系在土壤不同深度的生长随盐分的移动情况而有相应的反应。冬春季土壤表层含盐较高，根的生长量相应较少，从 3 月下旬直到 6 月初经过雨水或灌水的淋洗，耕层含盐量显著下降，根系发展比较顺利，根长由 5 394 厘米增加到 8 339 厘米，根重由

762 毫克增加到 1 095 毫克。尤其 0 ~ 10 厘米的根量增加特别显著, 根长达 3 674 厘米, 根重达 523 毫克。都比拔节期增加 1 倍以上, 可见盐碱土区在盐分减轻以后, 仍具有较好的发根条件。小麦生产的关键是前期防盐保苗, 只要保苗超过拔节期, 即可获得较好的收成。

第二节 茎秆生长及其与生态条件的关系

一、小麦茎秆的形成与伸长

(一) 茎秆的节数

小麦茎节的数目因品种、播期而异。播种早的冬性品种, 节数较多, 播种晚的春性品种节数较少, 一般从第一片真叶以上有 12 ~ 15 个节, 稻茬麦有 10 ~ 12 个节。少数晚播冬前形不成分蘖的麦只有 8 ~ 10 节。但是不论总节数有多少, 上部能伸长形成茎秆的节数比较稳定。一般为 4 ~ 6 节, 其余下部的节密集在一起, 构成分蘖节。各级分蘖的节数随蘖位的低与高, 而有多有少。成穗分蘖茎秆的节与主茎相同, 分为 4 ~ 6 节, 不过在正常情况下, 主茎的节间多为 5 个, 少部分为 6 个, 分蘖的节间多为 5 个, 少部分为 4 个。

(二) 茎秆的伸长

小麦完成一定的发育阶段, 气温达到 10℃ 以上, 茎节即开始伸长, 但就一个区域来说, 由于生态条件不同, 茎节开始伸长的时间差异较大。

茎秆生长速度变化动态呈“S”型曲线, 可分为 3 段: 缓慢生长阶段, 迅速生长阶段和第二个缓慢生长阶段。在小麦拔节期以前, 由于温度较低, 植株个体尚小, 茎秆只能缓慢生长, 长度增加较慢。随着温度不断升高, 个体不断增大, 其吸收代谢能力

逐渐增强，茎秆长度也明显加快，到抽穗期日增长量达到最大值。此时茎秆高度约为总长度的 $1/2$ 。开花以后，由于生长中心向穗部转移，日增长量逐渐下降，茎秆长度增加逐渐缓慢。

（三）各节间的伸长动态

各节间的伸长动态，因品种和春季气候的变化稍有差异。但从各节间的顺序关系进行分析，其基本规律是一致的。相邻两节间开始伸长的日期相隔 3~6 天，基本定长日期相隔 6 天左右。前几节相隔时间较长，后几节相隔时间较短。每节间从开始伸长到定长的历时天数为 20~30 天，节位越高时间越短，节数多的经历天数少，节数少的经历天数较长。

小麦各节间的伸长是由下而上依次进行的，而且是有规律的叠加过程。每节生长的动态变化，也呈“S”型，都有慢—快—慢 3 个阶段。如第一节间由缓慢进入迅速生长时，第二节间开始缓慢生长；第一节间又进入缓慢生长时，第二节间进入迅速生长，第三节间便开始缓慢生长，如此有规律的逐节进行。各节间伸长的强度随节位增高而逐步增大，特别是倒二节和穗下节更明显，生长活动最强烈，从开始伸长即进入迅速生长，迅速生长刚一结束，即达到基本定长。

二、茎秆干重的变化动态

（一）茎秆干重的变化动态

茎秆干重的增长，抽穗以前是符合生长曲线的，但到抽穗以后，由于穗部成为生长中心，光合产物向穗部大量运转，茎秆不但得不到积累，而且还会有储藏物质的部分分解向穗部转移，加之本身的呼吸消耗，其干重便有所下降。茎秆干重的增加，起初比较缓慢，随着时间的推移，干重积累加快，到抽穗前后干重日增量达到最大，以后干重日增量就开始下降，但总干重仍在不断增加，到开花后 7~8 天，茎秆干重达到高峰，随后逐渐减轻。