

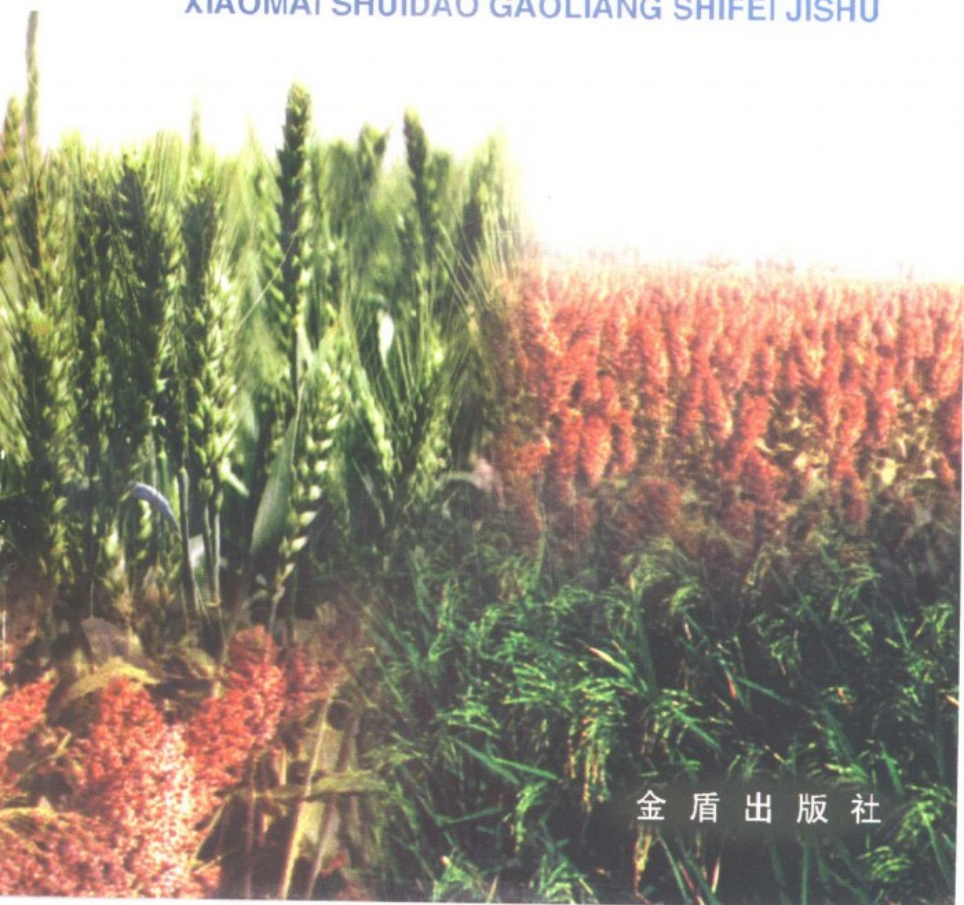


科学施肥新技术丛书

主编：杨先芬 梅家训 苏桂林

# 小麦水稻高粱 施肥技术

XIAOMAI SHUIDAO GAOLIANG SHIFEI JISHU



金盾出版社

科学施肥新技术丛书

# 小麦 水稻 高粱施肥技术

鞠正春 编著

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书由山东省农业技术推广总站高级农艺师鞠正春编著。笔者根据自己掌握的技术资料和实践经验,从小麦、水稻和高粱的生物学特性入手,重点阐明了这些作物对土壤条件的要求,详细介绍了这些作物的实用施肥新技术、新经验和新方法。本书深入浅出,通俗易懂,适合广大农户、农业技术人员和农业院校师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

小麦 水稻 高粱施肥技术/鞠正春编著. —北京:金盾出版社,2000. 9

(科学施肥新技术丛书/杨先芬等主编)

ISBN 7-5082-1262-2

I. 小… II. 鞠… III. ①小麦-施肥②水稻-施肥③高粱-施肥 IV. S510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 26666 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 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:北京 3209 工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:4.25 字数:92 千字

2000 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:4.00 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)

## “科学施肥新技术丛书”编委会

主任 董昭和 耿文清

委员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁习武 | 于国合 | 王 勇 | 王恩逊 | 孙淑珍 |
| 苏月明 | 苏桂林 | 李少泉 | 张少英 | 张永清 |
| 杨先芬 | 郑华美 | 俞立达 | 赵洪亮 | 段家祥 |
| 郝 静 | 高文胜 | 高中强 | 耿文清 | 柴兰高 |
| 常 红 | 梅家训 | 黄家祥 | 鲁 杨 | 曾英松 |
| 董昭和 | 漆智平 | 鞠正春 |     |     |

主编 杨先芬 梅家训 苏桂林

编审 何致莹 杨振声

## 前 言

科学施肥是提高种植作物产量、品质和降低生产成本的重要因素。目前在作物种植中,盲目施肥、单一施肥、过量施肥的不合理用肥现象比较普遍。较突出的是重视施用化肥,轻视施用有机肥;重视施用氮肥,轻视施用磷、钾肥和微量元素肥料;氮磷钾大量元素之间、大量元素和微量元素之间比例失调,肥料利用率仅为30%左右。这不仅降低施肥效果,增加生产成本,而且长此下去还会导致土壤退化、酸化和盐渍化,使种植作物大幅度减产,产品品质下降,给生产造成损失。

针对种植作物在施肥方面存在的实际问题,为普及施肥知识,做到科学、合理施肥,提高肥料利用率和土地产出率,发展高产、高效、优质农业,实现农业增产、农民增收的发展目标,促进农业和农村经济持续稳定发展及提高中国加入世界贸易组织(WTO)后农产品的竞争实力,我们组织有关专家编写了“科学施肥新技术丛书”。丛书内容包括粮、棉、油、菜、麻、桑、茶、烟、糖、果、药、花等种植作物的科学施肥新技术,共19册。

该丛书从作物的生物学特性入手,说明作物生长发育所需要的环境条件,重点说明各种作物对土壤条件的要求,并以作物的需肥、吸肥特点为依据,详细介绍了施肥原理和比较成熟、实用的施肥新技术、新经验、新方法。其内容以常规施肥技术和新技术相结合,以新技术为主;以普及和提高相结合,以提高为主;以理论和实用技术相结合,以实用技术为主,深入

浅出,通俗易懂,技术要点简明扼要,便于操作,对指导农民科学施肥,合理施肥,提高施肥水平和施肥效果,将会起到积极的作用。同时,也是农业技术推广人员和教学工作者有益的参考书。

“科学施肥新技术丛书”编委会

2000年7月

# 目 录

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 第一章 小麦施肥技术.....           | ( 1 )  |
| 一、小麦的生物学特性 .....          | ( 2 )  |
| (一)小麦的生育时期 .....          | ( 2 )  |
| (二)小麦的阶段发育 .....          | ( 3 )  |
| (三)小麦根的特性及生长发育 .....      | ( 6 )  |
| (四)小麦茎的特性及生长发育 .....      | ( 8 )  |
| (五)小麦叶的特性及生长发育 .....      | ( 10 ) |
| (六)小麦穗的特性及影响穗分化的因素 .....  | ( 12 ) |
| (七)小麦籽粒的形成与灌浆及其相关因素 ..... | ( 14 ) |
| 二、小麦生产与土肥水的关系 .....       | ( 16 ) |
| (一)小麦对土壤的要求 .....         | ( 17 ) |
| (二)小麦对水分的要求 .....         | ( 21 ) |
| (三)小麦对土壤养分的要求 .....       | ( 24 ) |
| 三、水浇地冬小麦的施肥技术 .....       | ( 36 ) |
| (一)有机肥的施用 .....           | ( 36 ) |
| (二)氮、磷、钾化肥的施用 .....       | ( 41 ) |
| 四、旱地小麦施肥技术 .....          | ( 51 ) |
| (一)旱地麦田施肥对产量及培肥地力的效应 ...  | ( 52 ) |
| (二)旱地麦田施肥应掌握的两个原则 .....   | ( 53 ) |
| (三)旱地麦田施肥的主要方法 .....      | ( 55 ) |
| 五、晚茬麦的施肥技术 .....          | ( 60 ) |
| (一)晚茬麦独秆栽培施肥技术 .....      | ( 60 ) |
| (二)晚茬麦施肥应注意的问题 .....      | ( 62 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 六、优质小麦的施肥技术 .....       | ( 63 )  |
| (一)施肥对小麦品质的影响 .....     | ( 64 )  |
| (二)优质小麦的施肥方法 .....      | ( 74 )  |
| <b>第二章 水稻施肥技术</b> ..... | ( 75 )  |
| 一、水稻的生物学特性 .....        | ( 77 )  |
| (一)水稻的生育过程 .....        | ( 77 )  |
| (二)水稻种子发芽和幼苗生长 .....    | ( 77 )  |
| (三)水稻叶的生长 .....         | ( 78 )  |
| (四)水稻根的生长 .....         | ( 79 )  |
| (五)水稻分蘖的生长 .....        | ( 80 )  |
| (六)水稻茎的生长 .....         | ( 81 )  |
| (七)水稻穗的结构与开花结实 .....    | ( 82 )  |
| 二、稻田对土壤条件的要求 .....      | ( 83 )  |
| (一)稻田土壤的特点 .....        | ( 83 )  |
| (二)高产稻田的土壤特点 .....      | ( 84 )  |
| (三)稻田整地 .....           | ( 85 )  |
| 三、水稻的需肥吸肥特点 .....       | ( 85 )  |
| (一)水稻对矿质元素的吸收利用 .....   | ( 85 )  |
| (二)水稻施肥量的确定 .....       | ( 89 )  |
| (三)稻田施用化肥应注意的问题 .....   | ( 90 )  |
| 四、水稻育秧的施肥技术 .....       | ( 93 )  |
| (一)湿润育秧的施肥 .....        | ( 94 )  |
| (二)旱育秧的施肥 .....         | ( 95 )  |
| (三)软盘育秧的施肥 .....        | ( 96 )  |
| 五、水稻大田的施肥技术 .....       | ( 98 )  |
| (一)施足基肥 .....           | ( 98 )  |
| (二)追肥 .....             | ( 103 ) |



|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 六、稻体的营养诊断 .....          | (108) |
| (一)氮素营养诊断 .....          | (108) |
| (二)磷素营养诊断 .....          | (109) |
| (三)钾素营养诊断 .....          | (110) |
| <b>第三章 高粱施肥技术</b> .....  | (110) |
| 一、高粱的生物学特性 .....         | (111) |
| (一)高粱种子的萌发与出苗 .....      | (111) |
| (二)高粱根、茎、叶的形态与生长 .....   | (112) |
| (三)高粱穗的构造及幼穗分化 .....     | (113) |
| (四)高粱开花授粉与灌浆成熟 .....     | (115) |
| 二、高粱生长发育对外界环境条件的要求 ..... | (116) |
| (一)温度 .....              | (116) |
| (二)日照 .....              | (116) |
| (三)水分 .....              | (116) |
| (四)养分 .....              | (117) |
| 三、高粱的施肥技术 .....          | (117) |
| (一)施足基肥 .....            | (117) |
| (二)追肥 .....              | (121) |

## 第一章 小麦施肥技术

小麦在我国是仅次于水稻的主要粮食作物,尤其在北方地区是食用最广的细粮作物。小麦籽粒中含有人体所必需的营养物质,其中碳水化合物占 60%~80%,蛋白质占 11%~15%,脂肪占 1.5%~2%,无机盐占 1.5%~2%,同时还含有人体所必需的各种维生素。小麦面粉可加工成多种松软可口、易于消化的食品。麦麸是畜禽的良好饲料。麦糠、麦秸既是较好的粗饲料,也是造纸、编织等工业的重要原料。

我国的小麦类型和品种繁多,适应性较广,不仅在平原、丘陵,而且在高原、山区、旱地,甚至低洼盐碱等地都可种植。

新中国成立以来,小麦生产得到了较快的发展。1949 年全国小麦播种面积 2 144.4 万公顷,平均每 667 平方米(亩)产量 42.8 千克,总产量 1 381 万吨;至 1975 年,全国小麦播种面积、每 667 平方米产量和总产量分别为 2 144.4 万公顷,93.4 千克和 3 540 万吨;1984 年分别为 3 000 万公顷,194.5 千克和 8 600.2 万吨;1993 年分别为 3 267 万公顷,234.6 千克和 10 639 万吨。从小麦产量增长的因素来看,扩大面积和提高单产都起到了重要作用。由单产提高而增加的产量部分约占 2/3 (67.3%),由扩大面积所增加的产量部分约占 1/3 (32.7%)。但不同年代的趋势不同。20 世纪 50 年代面积扩大和单产提高的作用分别为 52.7% 和 47.3%,60 年代分别为 21.1% 和 78.9%,70 年代分别为 19.8% 和 80.2%,80 年代则进一步改变为 3.3% 和 96.7%。单产在提高总产量增长中的作用比重加大,表明我国小麦生产技术的不断提高。

随着生产条件的不断改善和科学种田水平的不断提高,我国在小麦低、中产田开发方面取得了飞跃发展,中、高产麦田面积不断扩大,高产典型层出不穷。西藏自治区江孜县农业试验场,1977年875.4平方米冬小麦,平均每667平方米产836.5千克。青海省香日德农场,1978年2608平方米春小麦,平均每667平方米产1013千克。山东省龙口市北马镇前诸留村,1997年1.162公顷冬小麦,平均每667平方米产707.3千克,其中有1400.1平方米平均每667平方米产731.73千克,创我国北方冬小麦单产最高纪录。山东省桓台县,1996年2.6万公顷小麦,平均每667平方米产达504千克。广东省揭西县,1989年全县8666.6公顷小麦,平均每667平方米产达214千克,这一南一北的两个典型,展示了我国小麦生产发展的美好前景。

但是,由于我国幅员辽阔,各地自然和生产条件相差很大,不同地区小麦生产发展很不平衡,全国平均单产仍然不高,而且年度间不稳定。其原因主要是南涝北旱,抗御自然灾害能力差;土壤肥力低,肥源不足;科技成果推广普及率低等。所以,认真解决这些影响我国小麦生产的主要问题,对促进今后小麦生产的发展具有重要的意义。

## 一、小麦的生物学特性

### (一) 小麦的生育时期

小麦的生育期是指小麦从出苗到成熟所经历的天数。它的长短,常随生态条件、品种特性与播期早晚而变化。山东省冬小麦的全生育期一般为230~270天,春小麦为110~130天。人们为了便于栽培和研究,根据器官形成的顺序和外部形态特征的变化,把小麦的一生划分为11个生育时期。通常以

麦田中 10% 的植株达到某一个生育期的标准,作为群体进入这一生育期的始期;以 50% 的植株达到这一生育期,作为群体进入这一生育期的盛期。各生育时期的划分标准如下。

1. 出苗期 幼苗的第一片真叶露出胚芽鞘 1.5 厘米的日期。

2. 分蘖期 植株的第一个分蘖露出叶鞘 1.5 厘米以上的日期。

3. 越冬期 冬前日平均气温下降到  $2\sim 0^{\circ}\text{C}$  及以下,植株基本上停止生长的时期。

4. 返青期 翌年春,天气回暖,植株开始生长,心叶新生部分露出叶鞘达 1.5 厘米左右。

5. 起身期 麦苗由匍匐状开始向上生长,植株的春生第一片叶叶鞘明显拉长,与年前最后一片叶的叶耳距大于 1.5 厘米左右,春生第二片叶接近定长的日期。幼穗分化处于二棱期。

6. 拔节期 植株主茎第一茎节离开地面 1.5~2 厘米的日期。穗分化到雌雄蕊原基分化期。

7. 挑旗期 植株的旗叶展开,叶耳可见,旗叶叶鞘包着的幼穗明显膨大。穗分化进入四分体期。

8. 抽穗期 麦穗露出叶鞘  $1/2$  的日期。

9. 开花期 麦穗中上部小花开放的日期。

10. 灌浆期 每一穗的中部籽粒已达正常大小,籽粒内含物为白色汁液时即进入灌浆期。一般在开花后 10 天左右。

11. 成熟期 有蜡熟期和完熟期之分。籽粒变黄,胚乳呈蜡状的日期,称为蜡熟期。此时粒重最高,是最适宜的收获期。籽粒变硬,不易被指甲切断的日期,称为完熟期。

## (二) 小麦的阶段发育

小麦在一生中,必须经过几个内部质变阶段,才能由营养

生长转向生殖生长,完成生活周期。小麦内部的这种阶段性的质变过程,称做小麦的阶段发育。小麦在通过每个质变阶段时,都需要温、光、肥、水等综合外界条件,但其中有一二个条件起主导作用。若起主导作用的条件能满足小麦的要求,即使其他条件较差,也能完成内部质变而开花结实;若起主导作用的条件不能满足小麦的要求,即使其他条件再好,小麦也不能完成内部质变而开花结实。目前对小麦阶段发育了解比较清楚的有春化阶段和光照阶段。

1. 春化阶段 小麦种子萌动以后,其生长点除要求一定的综合条件外,还必须通过一个以低温为主导因素的影响时期,才能抽穗结实。这段低温影响时期,叫做小麦的春化阶段。如果小麦种子萌动以后,得不到一定的低温条件,一直在高温条件下生长,植株就不能形成结实器官抽穗结实,而只能停留在扎根、长叶与分蘖状态。根据小麦春化阶段要求低温的程度与持续时间的长短,可将小麦不同品种划分为以下3种类型。

(1)冬性品种 通过春化阶段的适宜温度为 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ ,需要的时间为35天以上。这类品种苗期匍匐,耐寒性强,对温度反应敏感,未经春化处理的种子,春播一般不能抽穗。如鲁麦2号、鲁麦5号、昌乐5号等。

(2)半冬性品种 通过春化阶段的适宜温度为 $0\sim 7^{\circ}\text{C}$ ,需要的时间为15~35天。这类品种苗期半匍匐,耐寒性较强,种子未经春化处理,春播一般不能抽穗或延迟抽穗。如鲁麦1号、鲁麦15号等。

(3)春性品种 通过春化阶段的温度为 $0\sim 12^{\circ}\text{C}$ ,需要的时间为5~15天。这类品种苗期直立,耐寒性差,对温度反应不敏感,种子未经春化处理,春播可以正常抽穗结实。如京引1号、郑引1号、扬麦3号等。

2. 光照阶段 小麦在完成春化阶段后,在适宜条件下就进入光照阶段。通过光照阶段的主导因素是日照的长短。小麦是长日照作物,一些品种如果每日只有8小时的光照,则不能抽穗结实;如给予连续光照,则可以提早抽穗。根据小麦对光照长短的反应,可分为以下3种类型。

(1)反应敏感型 在每日12小时以上的日照条件下,经过30~40天才能通过光照阶段而抽穗结实。一般冬性品种多属这种类型。

(2)反应中等型 在每日12小时日照条件下,约经过24天即可通过光照阶段而抽穗结实。一般半冬性品种属此类型。

(3)反应迟钝型 在每日8~12小时日照条件下,经16天便可通过光照阶段而抽穗结实。春性品种属此类型。

小麦的阶段发育是器官形成的基础,不同的阶段形成不同的器官。在通过春化阶段之前,小麦的茎生长锥主要分化根、茎、叶、蘖等营养器官。一般认为茎生长锥伸长期是小麦通过春化阶段的标志。小麦完成春化阶段接着转入光照阶段,光照阶段结束于雌雄蕊原基分化期。

了解小麦的阶段发育特性,有助于正确地引种,确定适宜的播期、播量,合理运筹肥水等。引种时,如果南种北引,由于北方温度低,日照较长,一般表现早熟,但抗寒性差,冬季容易造成冻害死苗。相反,若北种南引,多表现为发育延迟,成熟晚,甚至不能抽穗。一般从纬度相同或相近的地区引种较容易成功。小麦播种时,由于冬性强的品种春化阶段时间长,耐寒性、分蘖力较强,可适当早播,且播种量可适当少些。春性强的品种春化阶段时间短,幼苗初期生长发育较快,在适期范围内可适当晚播,并适当增加播种量。就肥水管理而言,由于小麦穗器官的分化与光照阶段同时进行,因此,在光照阶段供给必

要的氮素和水分,具有延缓光照阶段发育过程和延长生殖器官分化时间的作用,对培育大穗有一定效果。

### (三) 小麦根的特性及生长发育

根系在小麦生命活动中,不仅是吸收养分和水分、起固定作用的器官,也参与物质合成和转化过程。所以,对根系生物学和生态条件的研究越来越被人们重视。壮苗先壮根,发根早、扎根深、根系活力强是小麦获得高产的基础。

1. 根系的形成与分布 小麦的根系属须根系,由初生根(种子根)和次生根(节根、不定根)组成。种子萌发后,首先伸出的是主胚根,经过2~3天,从胚轴基部长出第一对和第二对侧根,有时还可能在外子叶内侧与第二对侧根同一平面上长出第六条种子根和位于其上方的1~2条初生不定根。这几条根统称为初生根。当第一片绿叶出土后,初生根的数目就不再增加了。因此,小麦的初生根一般为5条,饱满的种子在适宜条件下可达7~8条,秕瘦的种子常常只有3条。初生根细而坚韧,呈垂直分布,向下伸长的速度比较快,每昼夜可长2~3厘米。在适宜的条件下,冬小麦分蘖时初生根下扎深度可达50~60厘米,越冬时深达1米以上。冬小麦初生根的最大入土深度一般可达2米左右,深的可达3米以上。春小麦由于根系形成时间短,入土深度不及冬小麦,一般为1.5~2米。

次生根着生于分蘖节上,三叶期之后自下而上陆续发生。每节发根数一般为1~3条,直至小麦开花灌浆,分蘖亦发生次生根。次生根的发生与分蘖的增加有密切关系,条件适宜时每长出一个分蘖,在同一节上长出1~2条次生根。因此,冬前分蘖数与单株次生根数相关性极显著,冬前单株分蘖数与次生根的比例为1:1左右。返青至拔节期,次生根伴随春季分蘖而发生,到拔节前后是次生根条数和增长速度最大的时期。

一般开花期次生根数达到最大值。在开花至灌浆期,条件适宜时还可发生若干条次生根,这些根弯曲向上生长,较粗且脆,表面布满根毛。所以,在地力肥沃、土壤湿润或稀播壮株条件下,单株次生根数常在灌浆期达最多。单株次生根数一般为30~70条,多者可达百条以上。

在吸收水分和养分等生理功能方面,初生根和次生根没有明显区别,但是由于各自形成的时间、数量和入土深度不同,对植株生长的作用有所差别。初生根出现早,在幼苗生长初期依靠它吸收水分和养分,对壮苗起着重要作用。初生根入土较深,可吸收深层土壤的水分和养分,使小麦增强抗旱能力,在旱地栽培中具有特殊意义。但是,初生根的数量有限,具有吸收能力的根尖多扎在深层的土壤中,仅靠初生根吸收水分和养分不能满足小麦生长的需要。次生根数量多,吸收能力强,主要分布于耕作层中,对植株的生长和产量的形成具有重要作用。据试验,根系自0~40厘米土层中吸收的养分占吸收总量的80%。

## 2. 影响根系生长的因素

(1)温度 小麦根系生长的最适温度为16~22℃,最低温度为2℃,超过30℃根系生长受到抑制。根的生长在低温下可超过地上部,但温度升高后,地上部的生长要比根部快。晚茬小麦由于温度低,次生根减少,甚至冬前不发次生根。但开始越冬时,地温下降比气温晚,当地上部停止生长时,根系仍缓慢生长。因此,加强冬前管理能促进根系生长,为春季生长打好基础。

(2)土壤水分 小麦根系对土壤水分的反应敏感,土壤水分不足,根量少,易早衰;土壤水分过多,空气不足,根系生长受抑制。在一般情况下,小麦最适宜的土壤湿度为田间持水量



的70%~80%。据观察,在干旱条件下,根系分支多而细,根冠比较大;土壤水分适宜,根系洁白粗壮;适度干旱促根系下扎,根从深层土壤中吸收氮肥的能力提高。采用小水勤浇,根系分布浅,表层根量比较大;适当加大灌水量,减少灌水次数,有助于根系下扎。

(3)土壤肥力与矿质营养 土壤肥力高的麦田不仅次生根数量比一般麦田显著增多,而且入土较深,深层根比例大。施用氮肥可促进根系生长发育,提高根系活力;但若氮肥过多,地上部分徒长,消耗大量的碳水化合物,会削弱根系的生长。所以,随着施氮肥数量的增加,根系活力加强,根冠比减少。磷能促进根系的生长点细胞分裂和生长,有利于根的伸长和分支。土壤缺磷,次生根少,生长慢。氮肥和磷肥配合施用,能显著促进根系的生长,增产效果良好。土壤缺钾引起根系变小,皮层组织过早瓦解,输导组织退化,因而,在缺钾土壤中必须施用钾肥。

(4)深耕 耕层深厚、肥水充足、通气良好时,根系发育良好;耕层浅薄或有犁底层,小麦根系生长受阻,影响下扎。

(5)密度 密度对根系的影响主要表现在同化产物的生产和分配上。密度过大,群体内光照不足,光合速率降低,光合产物不足,使根系的形成和干物质积累受阻。因此,建立合理的群体结构,改善群体内的通风透光条件,是调节根系生长的重要措施。

#### (四)小麦茎的特性及生长发育

1. 茎的形态与生长 小麦的茎秆由节和节间组成,具有支持、输导、光合和贮藏的作用,一般有12~14节和相应的节间,分为地上和地下两部分。地下部分的节间一般不伸长,形成蘖节。分蘖是小麦的重要生物学特性之一,它的发生是有