



ZUOWU ZAIPEI JISHU CONGSHU

作物栽培技术丛书

小麦良种选择 与丰产栽培技术

■ 王法宏 等编著



化学工业出版社



ZUOWU ZAIPEI JISHU CONGSHU

作物栽培技术丛书

小麦良种选择 与丰产栽培技术

■ 王法宏 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍了小麦的生物学特征、生长发育及其对外界环境的要求,介绍了我国小麦生产现状及供需状况,着重介绍了生产上推广应用的主要小麦品种及相关高产栽培技术,分析了当前小麦生产中的主要限制因素,对主要小麦病虫草害及其防治技术也进行了介绍。本书可供种植户、农村技术员、技术推广站等相关科研人员、农产品生产者等参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦良种选择与丰产栽培技术/王法宏等编著.
北京:化学工业出版社,2014.7
(作物栽培技术丛书)
ISBN 978-7-122-20800-2

I. ①小… II. ①王… III. ①小麦-良种繁育
②小麦-高产栽培 IV. ①S512.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 110303 号

责任编辑:李 丽
责任校对:王素芹

文字编辑:王新辉
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 179 千字
2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00 元

版权所有 违者必究

本书编著人员

王法宏 司纪升 张 宾 李升东
李华伟 冯 波 孔令安

前言

小麦是我国主要的粮食作物，在人民生活消费中占有重要的地位。随着种粮大户、家庭农场、种植业合作社等新经营主体的出现和发展，经济效益已成为小麦生产考虑的首要因素，高产优质小麦新品种和高产高效新技术也因此备受新型经营主体的青睐。如何在适当减少生产投入的情况下，稳定和提高小麦的产量和品质，实现小麦增产、增效和增收，成为广大生产者追求的目标。

近年来，农村劳动力结构、小麦生产方式和经营方式的变化，以及大中型粮食企业的出现，推动了小麦产业的健康和迅速发展。小麦生产中不再唯产量确定品种，而更加注重小麦地区适应性以及小麦市场需求和消费者的喜好，并通过标准化栽培技术实现高产与优质的统一，获得小麦生产效益的最大化。鉴于此，配合农家书屋工程活动的开展，笔者编撰了本书。本书从小麦的生物学特征、生产发育对外界环境的要求、我国小麦生产及供需现状、限制小麦产量潜力的因素、当前生产小麦品种的特点及栽培技术、小麦病虫害防治等方面进行了系统而简要的阐述，使读者对小麦生产有一个较为系统和完整的认识。

限于小麦区域适应性问题，在品种介绍方面，主要对品种来源、特征特性、产量表现及适宜种植范围等作简要介绍，而未对其

生产表现和栽培技术作详细叙述。希望读者在大致了解某一品种的情况下，结合当地生态和生产条件加以分析和应用。由于当前各地生产中小麦品种众多，本书仅选择了当前全国种植面积较大的主推小麦品种以及部分产量和品种表现较突出的小麦品种，而未一一列举。

由于编著者水平所限，书中定有不当之处，敬请广大读者批评指正。

编著者
2014年5月

目录

■ 第一章 小麦的生物学特征

1

第一节 小麦的生长发育 1

第二节 小麦产量构成因素 23

第三节 小麦品质与用途 27

■ 第二章 小麦生长发育及其对外界环境的要求

32

第一节 小麦生长发育与温度的关系 32

第二节 小麦生长发育与光照的关系 35

第三节 小麦生长发育与水分的关系 37

第四节 小麦生长发育与土壤的关系 40

■ 第三章 我国小麦生产及供需现状

44

第一节 我国小麦种植区域分布 44

第二节 小麦在国民经济中的地位及发展前景 51

第三节 小麦生产的结构性变化及产业化发展 53

■ 第四章 小麦的产量潜力及影响小麦产量的关键因素

60

第一节 小麦的产量潜力 60

第二节 制约小麦产量潜力发挥的关键因素	66
---------------------------	----

■ 第五章 水浇地小麦品种的选择及栽培技术	79
-----------------------	----

第一节 水浇地小麦品种介绍	79
第二节 小麦精播半精播栽培技术	126
第三节 小麦垄作高效节水栽培技术	132

■ 第六章 旱地小麦品种的选择及高产栽培技术	139
------------------------	-----

第一节 旱地小麦品种介绍	139
第二节 旱地小麦丰产栽培技术	151
第三节 保护性耕作栽培技术	154

■ 第七章 小麦病虫草害防治技术	164
------------------	-----

第一节 小麦主要病害及其防治	164
第二节 小麦主要害虫及其防治	185
第三节 小麦主要草害及其防治	202

■ 参考文献	211
--------	-----

第一章

小麦的生物学特征

第一节 小麦的生长发育

小麦是世界性的重要粮食作物，是人类食物的重要来源，世界上有 35%~40% 的人以小麦为主食。小麦属于禾本科 (Poaceae) 小麦族 (Triticeae dumort.) 小麦属 (*Triticum* L.)。在生产上利用的主要是普通小麦 (*Triticum aestivum*)，约占小麦总面积的 98%，其次是硬粒小麦、密穗小麦和圆锥小麦。

小麦是一种温带长日照植物，在我国分布广泛，自北部寒冷地带黑龙江省，南至热带海南省，西至天山脚下，冬至沿海各省及台湾地区，从平原到海拔约 4000m 的高原（如中国西藏）均有种植。根据对温度的要求不同，可分冬小麦和春小麦两个生理型，不同地区种植不同类型。在中国黑龙江、内蒙古和西北种植春小麦，于春天 3~4 月播种，7~8 月成熟，生育期短，约 100 天；在辽东、华北、新疆南部、陕西、长江流域各省及华南一带栽种冬小麦，秋季 10~11 月播种，翌年 5~6 月成熟，生育期长达 230~270 天。

小麦的一生是指从种子萌发到产生新的种子。自出苗到成熟称为小麦的全生育期。在小麦的生长发育过程中，可将小麦的一生划分为出苗、分蘖、越冬、返青、起身、拔节、挑旗、抽穗、开花、灌浆和成熟等生育阶段。

一、小麦的阶段发育

小麦从种子萌发到成熟的生活周期内，须经过几个循序渐进的

质变阶段才能由营养生长转向生殖生长，完成生活周期。这种阶段性的质变过程称为小麦的阶段发育。每个发育阶段都需要一定综合的外界条件，如水分、温度、光照、养分等因素的满足，而其中有一个或两个主导因素。在小麦的一生中，已经研究得比较清楚的有春化阶段和光照阶段。

（一）春化阶段（感温阶段）

萌动的种子胚或幼苗的生长点在适宜的外界综合条件下就可以通过春化阶段。在春化阶段所需要的综合外界条件中，起主导作用的是适宜的温度条件，并要经历一定的时间。根据不同品种通过春化阶段对温度要求的高低和时间长短的不同可将小麦划分为以下几种类型。

1. 春性品种

北方春播品种在 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，秋播地区品种在 $0\sim 12^{\circ}\text{C}$ 的条件下，经过 $5\sim 15$ 天可完成春化阶段的发育。未经春化处理的种子在春天播种也能正常抽穗结实。

2. 半冬性品种

在 $0\sim 7^{\circ}\text{C}$ 条件下，经过 $15\sim 35$ 天即可通过春化阶段。未经春化处理的种子春播，不能抽穗或延迟抽穗，抽穗极不整齐。

3. 冬性品种

对温度要求极为敏感，在 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ 条件下，经过 35 天左右才能完成春化阶段发育。未经春化处理的种子春播，不能抽穗结实。

（二）光照阶段（感光阶段）

小麦在完成春化阶段后，在适宜条件下就进入光照阶段。这一阶段对光照时间反应特别敏感。小麦是长日照作物，一些小麦品种如果每日只给 8h 的光照，则不能抽穗结实；给予连续光照，抽穗期则大为提前。根据小麦对光照长短的反应，可分为三种类型。

1. 反应迟钝型

在每日 8~12h 的光照条件下, 经 16 天以上就能顺利通过光照阶段而抽穗结实, 不因日照长短而有明显差异。这类小麦多属于原产低纬度的春性小麦品种。

2. 反应中等型

在每日 8h 的光照条件下不能通过光照阶段, 但在 12h 的光照条件下, 经 24 天以上可以通过光照阶段。一般半冬性类型的小麦品种属于此类。

3. 反应敏感型

在每日 8~12h 的光照条件下不能通过光照阶段, 每日光照 12h 以上, 经过 30~40 天才能通过光照阶段而正常抽穗。冬性品种和高纬度地区春性品种多属此类。

温度对光照阶段的进程也有较大影响。据研究, 4℃ 以下时光照阶段不能进行; 20℃ 左右为最适温度; 高于 25℃ 或低于 10℃ 光照阶段的发育速度缓慢。

研究证明, 小麦接受光照阶段发育的部位是小麦的叶片, 叶片接受小麦光照的刺激后, 把这种刺激传送到茎生长锥, 而生长锥开始小穗的分化。小麦光照阶段的发育, 只能在春花阶段完成后才能开始。因此, 并不是所有的叶片都能够接受这种光的刺激, 只有完成春化阶段发育的叶片, 才能接受这种刺激。同时研究还证明, 新生叶片接受刺激的能力较小, 老龄叶片没有这种反应, 以功能叶接受能力最强。

(三) 阶段发育特性在生产上的应用

了解小麦品种的阶段发育特性, 有助于正确地引种和运用栽培措施。如果南方引用北方品种, 因南方温度高, 日照时间短, 常因春化和光照阶段发育迟缓而引起晚熟; 南方品种北移, 由于北方温度低日照时间长, 常因阶段发育过快而招致冻害。因此, 最好能从纬度、海拔和气候条件都比较接近的地区引种。另外, 在栽培上除

了应根据品种的阶段发育特性进行品种的合理布局外，还可以利用阶段发育理论确定合理的播期和播量，例如，山东省种植的小麦品种以冬性品种为宜。冬性品种春化阶段时间长，抗寒性强，半冬性品种通过春化时间短，一般也能安全越冬。冬性类型品种因其春化阶段时间长，播种期较早些，越冬前也不致通过春化阶段。半冬性品种则应适当晚播，以免越冬前通过春化阶段，而遭受冻害。另外，因为冬性品种通过春化阶段的时间长，播种期早，分蘖多，群体大，播种量应适当少些；半冬性品种通过春化时间短，适宜的播种期较晚，分蘖少，为使单位叶面积达到足够的成穗数，播种量应适当多些。

二、小麦营养器官的生长发育

小麦一生器官的建成过程可以分为营养生长、营养和生殖生长并进以及生殖生长三个阶段。从种子萌发到幼穗开始分化之前为营养生长阶段，是以生根、长叶、分蘖为中心；从幼穗分化开始到抽穗为营养和生殖生长并进的阶段，该阶段一方面根、叶、蘖和茎秆继续生长，另一方面进行穗分化和发育；抽穗以后至成熟为生殖生长阶段，该阶段根、茎、叶的生长基本停止，是开花结实、灌浆成熟的过程。

（一）种子萌发及出苗

小麦种子包括胚和胚乳两部分。胚即为小麦的幼小植株，由胚芽、胚轴和胚根组成；胚乳为种子的萌发和出苗贮藏了充足的营养物质。种子在小麦生产中占有重要的地位。苗全苗壮是小麦高产的基础，为了使种子顺利萌发、出苗、长成壮苗，必须了解它的萌发和出苗过程。

1. 种子萌发

小麦种子在经过后熟渡过休眠期后，在适宜的外界条件下就可

以萌发。生产中通常把种子萌发作为小麦生长发育的起点。小麦种子萌发的内、外部变化可以划分为三个连续的阶段。

(1) 吸涨阶段 干燥的种子，没有自由水，生命活动极微弱，细胞核不规则，原生质呈凝胶状态。当供给水分时，很快被种子吸收，使原生质由凝胶状态转变为溶胶状态，于是种子吸水膨胀，体积增大。

(2) 物质转化阶段 随着种子继续吸水，细胞含水量剧增，亲水胶体网膜之间产生游离水分，呼吸作用逐渐增强，各种酶类开始活动。一方面将胚乳中贮藏的营养物质转化为可溶性的简单物质，另一方面胚吸收了这些物质，进一步合称为新的复杂的有机质，或将它们用于呼吸，释放能量，供细胞的分裂和生长。

(3) 发芽阶段 当种子吸水达到自身重量的 45%~50% 时开始萌发。首先胚根突破种皮，称为露白。接着胚芽鞘也破皮而出。一般情况下，胚根的生长比胚芽快，当胚根伸出种皮长达种子长，胚芽达种子长度一半时，称为“发芽”。通常以此作为种子发芽标准。

2. 出苗与幼苗生长

种子发芽后，胚芽鞘向上生长，伸出地面称为“出土”。胚芽鞘见光后即停止生长，接着从胚芽鞘中长出第一片绿叶，当第一片叶伸出胚芽鞘 2cm 时称为“出苗”。田间有 50% 的出苗达到上述标准，称为出苗期。

小麦第一片绿叶上下宽窄相近，顶端较钝，叶片较小而厚，叶脉明显，叶鞘较短，在形态上不同于其他叶片。第一片叶的大小与胚乳的大小有关，因为它的形成与生长主要依靠胚乳中的营养物质。种子越大，第一片绿叶就越大。因此选用饱满的大粒种子是一项重要的农业措施。第一片绿叶出土后进行光合作用，逐渐转入自养。

(二) 根系的生长发育

小麦的根能从土壤中吸收水分和矿质元素，供给植株生长，还

能合成重要的有机物质，对地上部分的生长发育有重要影响。因此，小麦发根早、扎根深，根多而壮是高产的基础。

1. 根系的形成及其分布

小麦根系属须根系，由种子根（初生根）和次生根组成。小麦种子的胚在萌发时，首先是胚根破皮而出，经过2~3天后，从胚轴的基部又出现第一对和第二对侧胚根，饱满的种子在适宜的环境下，还在外子叶节内侧长出第六条种子根，或位于其上方再长出1~2条初生不定根。这几条根称为种子根或初生根。当幼苗第一片叶出土后，初生根的数量不再增加。一般认为小麦的初生根为3~5条，饱满的种子在适宜条件下初生根多达7~8条，秕瘦或小粒种子常常只有3条初生根。

初生根细而坚韧，倾向于垂直分布，向下伸张的速度比较快，冬前每昼夜可长2~3cm。在适宜的条件下，冬小麦到分蘖时初生根下扎深度可达50~60cm，越冬时深达1m以下，向四周扩展幅度可达30cm。越冬期间初生根生长缓慢，返青后继续加速伸长。到拔节时初生根入土深度可达2m或更长，以后不再生长。

次生根着生于分蘖节上，小麦进入三叶期后自下而上陆续发生，直至小麦开花或灌浆期。次生根的发生与分蘖互有联系，在适宜的条件下，一般每长一个分蘖，就在该分蘖节上长出1~2条次生根。主茎靠近地表的节，每节可形成4~6条次生根，具有3个叶的分蘖其基部分蘖节上也能发生次生根。

次生根的生长有两个旺盛期：一是冬前分蘖期，次生根与冬前分蘖相伴而生，单株次生根数与单株分蘖数呈正相关；二是春季分蘖期，从返青到拔节是次生根发根力最旺盛的时期，新生次生根数占总次生根数的40%~50%，其发根的特点是次生根不仅伴随春季分蘖而发生，当分蘖出现两极分化后，次生根不因分蘖死亡而消亡，而继续增加。拔节后，随着地上部茎和穗的生长发育，次生根生长开始变慢，但在高产田中次生根伴随节间伸长仍可继续发生。拔节至开花期发根量可占总次生根数的25%或更多，也是次生根

生长较多的时期。一般麦田孕穗至开花期次生根达到最大值。

根系主要分布在 0~40cm 土层中。在 0~20cm 内占 70%~80%；20~40cm 占 10%~15%；40cm 以下占 10%~15%。

小麦根量的垂直分布因产量水平、土壤条件而不同：浅耕根系分布在 0~15cm 内，不能利用根层的下肥力，产量越高，中下层根量所占比例越高（在耕作层中绝对根量高于低产田）。

2. 根系的功能

(1) 吸收功能 小麦根系能从土壤中吸收大量的水和无机盐，根从土壤中吸水主要靠根压和蒸腾拉力。根压是根本身产生的主动吸水力量，将水送至茎、叶各部，如小麦早晨的吐水现象。小麦分蘖以前主要靠种子根，分蘖后次生根渐次发生，对麦株生长发育起着越来越重要的作用，但种子根的功能是能延续到成熟期的。种子根吸收磷的能力较强，次生根对氮的利用率较高，但就全株而言，种子根的吸收量仍不如次生根。如抽穗期，种子根吸收的磷仅为全株根的 8% 左右。根系吸收的营养物质主要输向地上部生长中心。

(2) 代谢功能 地上部叶片光合产物输送到根部，经有氧呼吸转变成有机养分。根系从土壤中吸收的磷酸、铵盐等物质，绝大部分直接输送到地上部分，供应植株以合成氨基酸、蛋白质等，建成新的器官，但有少量铵盐留在根部，和地上部输送而来的光合产物在根部合成氨基酸和蛋白质，以后再送至地上部或留在根部。

小麦根系的干物质积累比地上部早，绝大部分在拔节以前进行，而地上部主要在拔节至灌浆期间积累，根系和地上部生长有密切关系。地上部生长的好坏，往往取决于根系的发育状况。根系与叶的寿命和生理活动亦有密切关系。有试验表明：根系是影响叶片中蛋白质含量的主要因素，根系发育不良或受损时，叶片蛋白质含量就减少，降低光合强度。

(3) 支持功能 根系既有水平分布，又有垂直生长，可形成很好的支撑力和拉力，支持植株直立不倒。因此，要获高产，必须促进形成发达的根系，扩大根的吸收面积，提高根的吸收能力，延长

根的功能期，才能形成根深、叶茂、蘖多、秆壮、穗大、粒饱的植株。

（三）茎

小麦的茎由节与节间组成。茎的横隔着生叶的部分叫节，节与节之间的部分叫节间。小麦的茎是植物体内水分和营养物质运输的主要通道，同时具有支持及制造和贮藏养分的作用。

1. 茎的形态

成熟的茎是直立的圆柱体（少数品种为椭圆柱体），其表面光滑带有浅沟，支持着植株的地上部分。幼时为绿色，成熟时为浅黄色，少数品种带有紫色，节上长有叶，茎在节处的直径狭窄，常为实心，维管束拥挤在一起，彼此交错，在节位上形成一个坚强的横隔。节间大部分为叶鞘所包围。大多数品种节间中间形成髓腔，也有少数品种节间的上部或全部髓腔被充实，髓腔在幼嫩节间长约1.5cm时就开始形成。

小麦主茎的总节数（胚芽鞘节到穗茎节）等于主茎叶片数+2，即 $N+2$ ，如主茎11叶的品种有13个节。小麦地上部伸长节间数一般为5个，少数为4个或6个。伸长节间数的多少因品种、播期及肥水条件而稍有变化，播期推迟，伸长节间数变少。地下节间一般不伸长，缩集在一起组成分蘖节，其缩集的节数等于总节数减去伸长节间数。分蘖节是产生分蘖和次生根的器官，同时又是贮藏养分的重要器官，对麦苗生育起重要调节作用。

小麦节间长度自基部往上逐渐增长，最上一个节间（穗下节间）最长，茎的粗度是中部节间直径>基部节间直径>上部节间。穗下节间最细。伸长节间标准：长度1cm以上，上位节无根发生。

2. 茎的生长

在幼穗生长锥伸长以前（小花小穗原基以前），麦苗分化叶原基时，茎节原基也同时分化形成，叶原基分化终止时，节和节间数基本固定，这时茎上各节都密集缩生在一起，当幼穗进入护颖分

化，温度上升到 10°C 以上时，第一伸长节间才开始伸长，这时分蘖过程趋于停止。

小麦伸长节间的活动一般称为拔节。小麦节间的伸长，主要依靠节间基部的居间分生组织细胞的分裂和细胞体积的增大。节间从开始伸长至定长一般要持续 3 个叶龄期。节间的伸长开始都缓慢，后逐渐加快，再转慢。各节间的伸长有一定的顺序性和重叠性，首先是基部第一节间的伸长，当基部第一节间迅速伸长时，第二节间才开始伸长，当第一节间伸长减慢时，第二节间迅速伸长，此时第三节间开始伸长，但最上两个节间伸长的重叠时间较长，即倒数第二节间（穗下一节间）的伸长活动一直要持续到开花期才结束，即小麦的株高要到开花期才定型。

小麦各节间的伸长与叶片、叶鞘的出生存在一定的同伸关系，一般为：

n 叶叶片伸长 $\approx (n-1)$ 叶叶鞘伸长

$\approx (n-1)$ 与 $(n-2)$ 叶之间的节间伸长

n 叶抽出 $\approx n$ 叶叶鞘伸长 $\approx n$ 与 $(n-1)$ 叶之间的节间伸长。

如：小麦 9/0 叶片伸长 $\approx 8/0$ 叶叶鞘伸长 $\approx 8/0$ 叶抽出 $\approx 8/0-7/0$ 叶之间的节间伸长。

小麦基部第一节间伸长的叶龄期为 $(N-n+2)$ ，如采用倒数叶龄计，为 $(n-1)$ 叶龄期。如 11 叶、5 个伸长节间品种，基部第一节间伸长的叶龄期为 $11-5+2=8$ （倒 4 叶）。

基部第一节间开始伸长称为生物学拔节期，而全田 50% 植株基部节露出地面 2cm 左右时，称为拔节期（物候学拔节期）。在正常情况下，上一节间的长度都较相邻的下一节间长，而且生长速度也较快。茎秆的伸长速度，从拔节至抽穗，平均每日生长量一般为 1~2cm，抽穗至开花 2~3cm。

3. 茎的功能

小麦茎秆具有支持植株、输导养分、制造与贮藏营养物质的功能，但功能的大小，却因品种特性、栽培条件和茎秆的粗壮程度而