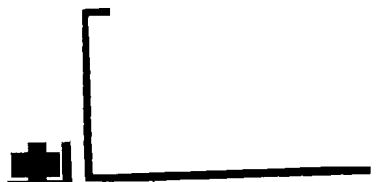


小麦玉米一体化栽培技术

■ 张桂荣 著

科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

小麦玉米一体化栽培技术/张桂荣著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 7

ISBN 978 - 7 - 80233 - 958 - 3

I. 小… II. 张… III. ①小麦 - 栽培②玉米 - 栽培 IV. S51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 115218 号

责任编辑 刘 建

责任校对 贾晓红

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) 82106638 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82109709

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 889 mm × 1 194 mm 1/32

印 张 9.5

字 数 200 千字

版 次 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

❖ 版权所有 · 翻印必究 ❖

前 言

冬小麦—夏玉米一年两作，是我国北方包括黄淮海粮食生产区最普遍的种植方式。近几年来，出现了一些新的特点：一是投入增加，地力提高，生产条件有了较大改善；二是品种实现了更新换代，推广普及了一大批小麦、玉米高产优质品种；三是机械化作业基本普及，耕作质量大幅提高；四是气候变化较快，无霜期延长；五是小麦、玉米单产水平大幅提高，涌现出了一大批大面积高产、超高产典型。其中山东、河南等省份部分地区已开始由中产变高产阶段跨入高产向超高产发展阶段。农业生产中出现的这些新情况和新的发展阶段，对栽培理论和技术提出了新的更高要求。这正是编写本书的原因和目的。

本书共分六大部分：第一、二部分主要介绍了小麦、玉米高产栽培的生物学基础和基本理论；第三部分系统讲述了小麦—玉米一年两作一体化栽培技术；第四部分介绍了小麦—玉米主要病虫害综合防治技术；第五部分介绍了小麦、玉米高产、超高产栽培研究的新成果和新技术；第六部分介绍了小麦、玉米高产、超高产栽培的技术规程。

本书在总结大量小麦、玉米高产、超高产实践的基础上，吸收了小麦、玉米研究的最新成果，统筹考虑小麦、玉米一年两作双高产栽培，理论系统、技术先进、实践指导性强，可以作为农技人员开展小麦、玉米高产创建和攻关的指导用书，也可作为农业院校师生教学和学习参考用书。

本书在编写过程中得到许多同志的大力支持和帮助。任兰

花、闫传胜、许卫东、李怀存同志参与审稿，并提出了宝贵意见。特在此一并表示感谢！由于作者水平所限，出书难免有不妥和错误之处，恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2009 年 5 月

目 录

1 小麦高产栽培的理论基础	(1)
1.1 冬小麦的一生	(1)
1.1.1 生育阶段的划分	(1)
1.1.2 不同阶段的生育特点	(2)
1.2 冬小麦的器官建成	(6)
1.2.1 种子萌发和幼苗建成	(6)
1.2.2 根的生长和功能	(8)
1.2.3 叶片的生长	(9)
1.2.4 分蘖	(11)
1.2.5 茎秆的作用及其生长	(15)
1.2.6 小花分化和发育	(16)
1.2.7 籽粒生长	(19)
1.3 冬小麦器官生长的相互关系	(21)
1.3.1 “同伸”关系	(22)
1.3.2 对应关系	(22)
1.3.3 营养生长与生殖生长关系	(25)
1.3.4 叶片长相、叶面积与产量关系	(27)
1.4 小麦生长与环境条件的关系	(32)
1.4.1 不同土壤肥力对小麦苗期生长和分蘖力的影响	(32)
1.4.2 不同年度气候对小麦生长进程的影响	(33)
1.4.3 不同栽培措施对个体发育和群体发育的影响	(33)
1.5 光合产物的形成、积累及其调节	(34)

1.5.1	光合作用是小麦产量的来源	(35)
1.5.2	改善光合性能是小麦增产的根本途径	(36)
2	夏玉米高产栽培的理论基础	(39)
2.1	夏玉米的生长发育特点	(39)
2.1.1	夏玉米生长发育的三个阶段	(39)
2.1.2	玉米各器官的生长发育特点及同伸关系	(41)
2.2	夏玉米群体光合作用特性	(46)
2.2.1	密度、株型与光分布的关系	(47)
2.2.2	夏玉米各生育时期的光合性能	(48)
2.3	夏玉米需肥需水特点	(52)
2.3.1	夏玉米需肥特点	(52)
2.3.2	夏玉米的需水特点	(55)
3	小麦玉米一体化栽培技术	(59)
3.1	小麦玉米一体化栽培年历	(59)
3.2	小麦栽培技术	(59)
3.2.1	小麦的播种	(59)
3.2.2	冬小麦的田间管理	(72)
3.3	夏播玉米栽培技术	(79)
3.3.1	玉米的播种前准备与播种	(80)
3.3.2	玉米的合理密植技术	(86)
3.3.3	玉米的施肥技术	(90)
3.3.4	玉米的灌溉技术	(93)
3.3.5	夏播玉米田间管理	(95)
4	小麦夏玉米病虫害综合防治技术	(107)
4.1	小麦主要病虫害综合防治技术	(107)
4.1.1	小麦病害	(107)
4.1.2	小麦虫害	(122)
4.1.3	麦田草害	(132)
4.2	玉米病虫害综合防治技术	(137)

4.2.1	玉米病害	(137)
4.2.2	玉米虫害	(153)
4.2.3	玉米田杂草及其防除	(164)
5	小麦玉米栽培新技术	(173)
5.1	小麦测土配方施肥技术	(173)
5.1.1	概念	(173)
5.1.2	小麦测土配方施肥技术	(173)
5.2	小麦精量半精量播种高产栽培技术	(177)
5.2.1	小麦传统高产栽培存在的问题	(178)
5.2.2	冬小麦精播高产栽培的理论基础	(178)
5.2.3	冬小麦精播高产栽培技术	(187)
5.2.4	冬小麦半精播高产栽培技术	(189)
5.3	小麦超高产栽培技术	(191)
5.3.1	培肥地力, 提高土壤生产力	(191)
5.3.2	配方施肥、氮肥后移	(192)
5.3.3	选用良种, 发挥良种增产潜力	(194)
5.3.4	亩产 600kg 以上小麦超高产栽培技术	(195)
5.3.5	小麦壮株抗倒延衰综合增产技术	(198)
5.4	小麦氮肥后移栽培技术	(200)
5.4.1	氮肥后移高产优质栽培的特点	(200)
5.4.2	氮肥后移高产优质栽培的理论基础	(202)
5.4.3	氮肥后移高产优质栽培技术	(211)
5.5	晚播小麦应变栽培技术	(215)
5.5.1	晚播小麦的成因	(215)
5.5.2	晚播小麦的生育特点	(216)
5.5.3	晚播小麦栽培技术	(217)
5.6	小麦防冻害高产栽培技术	(220)
5.6.1	冬季冻害	(220)
5.6.2	早春冻害 (倒春寒)	(223)

5.6.3	低温冷害	(225)
5.6.4	黄淮海麦区遭受冻害的启示	(226)
5.7	专用小麦高产优质栽培技术	(227)
5.7.1	强筋小麦氮肥后移高产优质栽培技术	(227)
5.7.2	弱筋小麦高产优质栽培技术	(227)
5.8	旱地小麦高产节水栽培技术	(235)
5.8.1	发展旱地小麦生产意义	(235)
5.8.2	旱地小麦高产原理	(236)
5.8.3	旱地小麦高产栽培技术	(239)
5.9	小麦玉米两晚栽培技术	(246)
5.9.1	玉米适当晚收	(246)
5.9.2	小麦适当晚播	(249)
5.10	夏玉米超高产栽培技术	(249)
5.10.1	精细播种	(249)
5.10.2	平衡施肥	(250)
5.10.3	田间管理	(251)
5.10.4	适当晚收	(252)
5.11	夏玉米直播晚收高产栽培技术	(252)
5.11.1	直播晚收高产的理论依据	(252)
5.11.2	直播晚收增粒重高产栽培技术	(253)
5.12	玉米“一增四改”栽培技术	(255)
5.12.1	合理增加种植密度	(255)
5.12.2	改种耐密型品种	(257)
5.12.3	改套种为直播	(258)
5.12.4	改粗放用肥为配方施肥	(260)
5.12.5	改人工种植为机械化作业	(261)
5.13	优质专用玉米栽培技术	(262)
5.13.1	高油玉米	(262)
5.13.2	糯玉米	(264)

5. 13. 3	甜玉米	(266)
5. 13. 4	爆裂玉米	(268)
5. 13. 5	青饲青贮玉米	(269)
5. 13. 6	优质蛋白玉米	(271)
5. 13. 7	高淀粉玉米	(273)
5. 13. 8	笋玉米	(274)
6	小麦玉米高产栽培技术规程	(277)
6. 1	小麦高产栽培技术规程	(277)
6. 1. 1	山东省小麦亩产 500kg 栽培技术规程	(277)
6. 1. 2	山东省小麦亩产 600kg 栽培技术规程	(280)
6. 1. 3	山东省小麦亩产 700kg 栽培技术规程	(283)
6. 2	玉米高产栽培技术规程	(287)
6. 2. 1	品种选择	(287)
6. 2. 2	播种	(287)
6. 2. 3	群体控制	(288)
6. 2. 4	施肥技术	(288)
6. 2. 5	灌溉	(289)
6. 2. 6	病虫草综合防治	(289)
6. 2. 7	适时收获	(290)
6. 2. 8	秸秆还田	(290)
6. 2. 9	其他灾害应变措施	(290)
参考文献		(291)

1 小麦高产栽培的理论基础

1.1 冬小麦的一生

小麦的一生就是从种子萌发长成幼苗到产生下一代种子的整个周期。小麦的一生需要经历几个不同的生育阶段，在这个过程中，陆续形成小麦的根、叶、茎、分蘖、穗、小花和籽粒等各部分器官。这一系列器官的形成、发育是小麦植株内部生理变化在外部形态上的反映。这些器官的形成有一定的顺序。器官生长相互之间及其与环境条件的关系构成了小麦不同生育期的生育特点，通过个体发育和群体发展，最后形成产量。冬小麦一般在秋季播种，随着温度下降，幼苗生长速度逐渐放慢，甚至完全停止。越冬以后，再随着温度回升，恢复正常生长。所以，冬小麦的全生育期较长。

1.1.1 生育阶段的划分

小麦的生育期一般都是根据形态学变化来划分的。按照中国的传统习惯，大致可分为：出苗、三叶期、分蘖（越冬、返青）、起身（生物学拔节）、拔节（农艺拔节）、孕穗、抽穗、开花、籽粒（坐脐、多半仁、顶满仓）、成熟期（乳熟、蜡熟、完熟）。这样划分在中国基本上是统一的。

青岛农业大学根据冬小麦的“起身期与小穗期基本一致，拔节期在雄蕊原基分化期和药隔形成期之间，挑旗期与四分子期基本一致”（图1-1）的对应关系，强调指出掌握这三期的相应关系，在栽培管理上的重要意义。

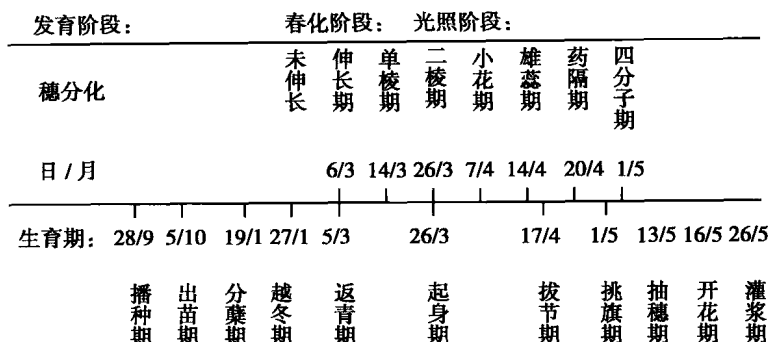


图 1-1 发育阶段与穗器官形成期、生育期的关系

(品种: 灿包, 青岛农业大学, 1972)

在国际上, 小麦生育阶段的划分多以禾谷类作物提出 10 级标准的费氏表为基础。有些学者指出, 费氏表划分的生育阶段建立在微小的形态学变化的基础上, 而这不是很容易弄清楚的, 除小麦育种工作者和研究人员外, 还没有被农民和其他人接受。同时指出, 由于气候变化, 对每个阶段出现的日期和每个阶段的持续长度是有影响的, 不可能把生育阶段和植株的年龄联系起来, 因为它们随环境条件和播种时间而有很大的变化。

为了把小麦生育阶段划分得更准确, 更能全面地反映小麦一生中各个不同时期的生长发育特点及各部分器官相互之间的关系, 北京市农林科学院根据 1972 年以来在北京地区连续地对小麦生长发育全过程进行系统观察的结果, 把生育阶段与叶龄紧密联系起来, 找出鉴定生育阶段的更明确、具体而又容易掌握的外部形态指标, 并参考前人的研究, 提出把冬小麦的一生划分为幼苗建成、分蘖建成、结实器官和茎秆建成、籽粒建成 4 个生育阶段及其划分时期鉴定标准、生长特点和主攻方向 (图 1-2)。

1.1.2 不同阶段的生育特点

把冬小麦的一生按照器官形成和产量形成的对应关系, 将小

小麦高产栽培的理论基础

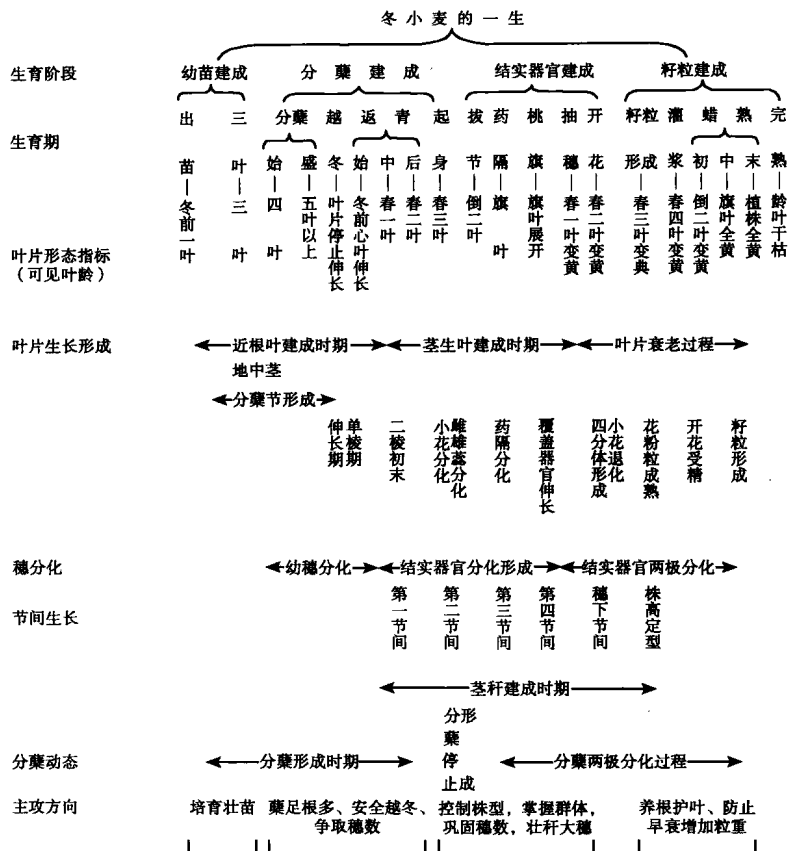


图 1-2 冬小麦生育阶段的划分

(北京市农林科学院)

麦的全生育期分成4个生育阶段，目的在于从栽培角度出发，便于人们在不同的条件下进一步掌握小麦不同生育阶段及其外部形态的变化规律，为正确地应用“看天、看地、看苗管理”原则提供可靠的依据。具体说明如下：

1.1.1.1 幼苗建成阶段

持续时间从播种后种子萌发开始，到主茎第三叶出现时结束。其间包括：

出苗期：第一片真叶从胚芽鞘中伸出地面，露出长度 2cm 左右。

三叶期：主茎第三叶露尖 1 ~ 2cm，地中茎停止伸长，分蘖节形成并开始膨大，幼苗建成。

1.1.1.2 分蘖形成阶段

持续时间从主茎三叶期开始，到第二年麦苗起身时结束。其间包括：

分蘖期：栽培和环境条件良好时，胚芽鞘分蘖随主茎第三叶同时出现；主茎第四叶露尖时，第一个一级分蘖从第一片真叶的叶鞘中出现，为分蘖始期；主茎第六叶露尖时，二级分蘖开始出现，进入冬前分蘖盛期。

越冬期：日平均气温稳定下降到 0℃，叶片停止伸长，麦苗进入休眠状态。

返青期：日平均气温稳定回升到 0℃，冬前心叶缓慢恢复生长，为返青初期；日平均气温达到 3 ~ 5℃，春一叶露尖，春季新生分蘖出现，茎生长锥开始伸长并随后进入单棱期，为返青中期；日平均气温 7 ~ 8℃ 时，春二叶露尖，穗分化进入二棱期，在栽培和环境条件良好的情况下，春季分蘖继续增加，为返青后期；到春三叶露尖，分蘖停止形成，苗期阶段结束。

1.1.1.3 结实器官和茎秆建成阶段

持续时间从起身开始到开花期结束。其间包括：

起身期：春三叶露尖，新生分蘖停止形成，小穗数目基本固定，随后春四叶露尖，进入护颖分化和小花分化期，基部第一节开始缓慢伸长，也叫“生物学拔节”。

拔节期：春五叶（即倒二叶）露尖，小蘖陆续退化，田间总茎数下降，雌、雄蕊已形成，基部第一节伸出地面，也叫

“形态学拔节”。

药隔期：春六叶（即旗叶）露尖，无效蘖大批死亡，大蘖继续分化，雄蕊药隔大量形成，小花分化速度渐缓，发育加强，基部第一节间定型。

挑旗期：旗叶完全展开，叶片全部建成，分蘖两极分化过程结束，穗分化到达四分子期，小花数目不再增加，第三节间基本定型。至此，结实器官分化形成阶段结束，春一叶开始变黄。

抽穗期：穗顶从旗叶的叶鞘露出。四分子期以后，无效小花大量集中退化，发育健全的小花四分体形成，花粉粒经过单核、双核、三核于抽穗达到成熟，上部两个节间迅速伸长，是结实器官向两极分化的主要过程。

开花期：麦穗中下部小穗开始扬花，穗下节间停止伸长，株高定型。至此，除籽粒外，植株上的所有器官全部建成，春二叶即最后一片近根叶开始变黄。

1.1.1.4 籽粒建成阶段

持续时间从扬花开始，到蜡熟后期结束。其间包括：

籽粒形成期：开花后 10 ~ 12 天，籽粒外形建成，春三叶即第一片茎生叶开始变黄。

灌浆期：籽粒形成后 2 个星期左右是籽粒灌浆盛期，粒重迅速增长，至乳熟期籽粒体积达到最大值，春四叶开始变黄。

蜡熟期：籽粒内含物受挤压时呈稀面团状，倒二叶变黄，茎秆上部和穗开始转色，为蜡熟初期；籽粒呈黏糊的面团状，旗叶全黄，但穗和籽粒仍带一些绿色，为蜡熟中期；籽粒全黄，体积收缩，籽粒已经充分成熟，植株只剩下上部的节仍带一些绿色，为蜡熟后期；此后进入完熟期，全株变黄，叶片干枯，茎秆发脆，籽粒容易从颖壳脱落。

以上 4 个阶段是互为因果的。前一阶段是后一阶段继续生长发育的基础，后一阶段是前一阶段生长发育的延续，前后不可截然分割。因此，需要根据小麦生长发育规律和增产的综合要求，

瞻前顾后，明确各个阶段的主攻方向，针对不同情况，因地制宜，采取相应措施，才能充分发挥小麦的增产潜力。

1.2 冬小麦的器官建成

1.2.1 种子萌发和幼苗建成

1.2.1.1 种子萌发和出苗的适宜条件

小麦种子的发芽，需要适宜的温度、水分和空气条件。

小麦种子一般在4~37℃都可发芽，发芽最快的温度是20~25℃，但是根据小麦生长的综合要求，日平均温度在16~18℃时播种比较合适。这可以作为不同地区的适宜播种期范围。如北京地区是“白露早、寒露迟、秋分种麦正当时”，到了河南就成为“秋分早、霜降迟、寒露种麦正当时”。如果播种太早，温度高，出苗时间短，生长快，冬前易徒长；播种太晚，出苗时间长，冬前生长积温不够，容易形成弱苗。

小麦种子吸收的水分达到种子本身重量的35%时就可发芽。但这时发芽很慢，而且很不整齐，发芽率比较低；当吸收的水分达到本身重量的45%~50%时，发芽就比较快而整齐。因此，要保证苗全、苗齐，就要注意适墒下种，土壤含水量保持在田间最大持水量的70%~80%最合适。

小麦的种子在萌发过程中，随着吸水量的增加，呼吸作用越来越旺盛。进行呼吸作用必须要有氧气，如果通气条件不好，土壤湿度太大，或播种太深，或因土质黏重、板结，都会影响通气。在这种情况下，种子萌发出苗过程中，有氧呼吸受到抑制，影响胚乳营养物质的能量转换，不能满足幼芽生长的需要，还可能形成酒精等对出苗有害的物质，造成种子腐烂或死苗。因此，要适时耕作，提高整地质量，协调水、气、温度之间的关系，掌

握适当的播种深度，一般条件下播种深度以 3 ~ 4cm 为好。播种过浅，出苗快，分蘖早，生长量小，叶片也比较短。由于分蘖节离地表近，受表土温度和湿度变化的影响大，容易受旱受冻，往往发生死苗或早衰。播种过深，胚芽鞘伸长将分蘖顶至离地表 3cm 左右深浅，需要消耗大量养分，导致形成弱苗。播种后遇雨，地表板结，结成硬壳时，松土是很重要的一项措施。在温度、水分、通气 3 个条件都具备的情况下，小麦种子播种后 3 天就可萌发。这时，胚根鞘首先突破种皮，一对侧根和胚芽鞘相继伸出，根比芽鞘生长快，随后在第一对侧根的上面长出第二对侧根，胚芽鞘继续生长，到露出地面还有少量的伸长，当第一片真叶从胚芽鞘里伸出 2cm 时叫做出苗。从播种到萌发大概需要 50℃ 积温，萌发后胚芽鞘每伸长 1cm 约需 10℃ 积温，这就可以根据播种深度计算出胚芽鞘伸到地面需要的温度，再加叶片出鞘需要的温度，合计起来就是从播种到出苗需要的积温。

播种到出苗 $\Sigma^{\circ}\text{C} =$

$$50^{\circ}\text{C} + x[\text{播深}(\text{cm})] \times 10^{\circ}\text{C} + 2[\text{叶片出鞘}(\text{cm})] \times 10^{\circ}\text{C}$$

1. 2. 1. 2 幼苗建成的物质基础

小麦种子由种皮、胚和胚乳 3 个主要部分组成。种皮起保护种子的作用，胚乳为胚的生长提供养料。在胚的周围，有一层糊粉层，胚和胚乳之间隔着一个盾片。

种子吸水萌发的时候，糊粉层和盾片这两部分细胞首先活动，向胚乳分泌淀粉酶、蛋白酶等水解酶，促使胚乳中储藏的淀粉、蛋白质等发生水解，形成可溶性糖和氮化物，把胚乳营养转化成萌发、出苗需要的能量，通过盾片的吸收供给胚的生长。胚逐渐长成幼苗，重量逐渐增加，胚乳的贮藏物质相应减少，最后胚乳全部供给胚发育成幼苗。种子大而饱满、成熟度好、贮藏的物质多，不但幼苗建成快，而且苗壮、根多、叶大；胚乳贮藏的物质少，则建成的幼苗小，不够健壮，胚根也少。在幼苗建成过程中，胚乳有一半的营养物质是用于建种子的根，胚乳提供的物