



小麦田间调查

李 煥 章 編 著

山西人民出版社

内 容 提 要

本书根据我省小麦的主要特性以及采取的农业技术措施，系统地阐述了小麦田间调查的科学方法。全书分为小麦栽培的生物学基础和田间调查的步骤和方法两大部分。其中详细介绍了调查访问、田间观测和室内分析等方法。

本书可供农业干部和农业院校师生的参考。

小 麦 田 間 調 查

李 煥 章 編 著

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)

山西省书刊出版业营业许可证晋出字第二号

山西省新华书店发行 各地新华书店经售

太原印刷厂印刷

★ 开本: 297×1092 毫米 $1/32 \cdot 3 \frac{1}{8}$ 印张 · 69,000 字

一九六二年六月第一版

一九六二年六月太原第一次印刷

印数: 1—1,620册

统一书号: 16088 · 97

定 价: 0.33 元

前 言

深入生产实际，認真地总结群众的生产經驗，是发展农业科学，提高作物产量的重要方法之一。要掌握群众中长期积累下来的生产經驗，就必须进行系統地整理、分析和提炼，从科学理論上来認識經驗的實質，从而正确地指导生产。要完成这项任务，首先应进行田間調查工作，系統地观察作物的生长过程，深入細致地了解自然条件、栽培技术措施与作物生长发育的关系，掌握作物的生活規律，为总结經驗提供系統、全面的資料，然后正确地判断出在不同的自然条件下，应采取的技术措施，以达到增产的目的。因此，作物田間調查工作，是一项掌握作物的生长发育規律，进一步提高产量的基本工作。

作物田間調查是一项新工作，如何把这项工作做好，还有待于不断地探索。这里介紹的只是有关小麦田間調查应掌握的基本知識和工作方法，仅作为小麦田間調查时的参考。

目 录

前 言

小麦栽培的生物学基础.....	(1)
小麦产量形成的因素.....	(2)
增株增产, 合理密植.....	(4)
增穗增产, 促进有效分蘖.....	(7)
在增株、增穗的前提下, 争取增粒、重粒.....	(12)
田间调查的步骤和方法.....	(16)
制定田间调查计划书.....	(16)
根据目的选定对比田块.....	(20)
调查访问、田间观测记载和室内分析.....	(23)
一、基本情况的调查.....	(23)
二、田间管理措施的记载.....	(28)
三、物候期的记载.....	(31)
四、生长情况的记载.....	(39)
五、土壤理化性质和养分变化情况的记载.....	(69)
六、田间小气候的测定.....	(73)
七、主要生理指标的测定.....	(76)
八、观察记载应注意的事项.....	(82)
整理与分析资料.....	(84)
编写调查报告.....	(96)

小麦栽培的生物学基础

小麦田间调查的主要目的之一，就是要总结小麦的生产经验，也就是要在具体环境条件下，找出不同的栽培技术措施对于小麦生长发育的作用，总结出在什么样的情况下，采取哪些技术措施便能获得增产，而采取另外一些措施便会导致减产。

栽培技术就是人们用自己的劳动，控制与改变自然条件，掌握作物生长发育的规律，从而获得增产。小麦从播种出苗到成熟收获的整个一生中，要求有一定的环境条件，既要恰到好处地满足它的要求，又要有节制地供应。不能满足需要或者过多地供应，都不利于小麦的生长发育，因而不可能得到较高的产量。例如小麦的种子，需要一定的水分才能发芽，如果土壤干旱，就要采取灌水、保墒等措施来改变土壤中水分状况，满足小麦对水分的需要；如果在秋涝积水的洼地上，就要采取排水、晒土等措施，减少土壤中的水分，以免水分过多，土壤中的空气被排挤，氧气减少而影响种子发芽。究竟小麦在整个一生中需要些什么样的环境条件呢？有些是已经知道的，并且已经掌握；有些是还不知道的，有待于进一步观察研究。由于环境条件是多种多样的，各项因

素之間又是相互影响着的，小麦本身，随着环境条件的变化，也不断的改变，因此就不能机械地看待小麦所需要的条件。我国农民的經驗是：根据“看天、看地、看庄稼”来采取不同的技术措施，正是这个道理。但是，这不等于說人們就不能掌握小麦的生长发育的規律，小麦的基本生物学特性，还是相对稳定的。因此，要总结小麦生产經驗，就必须具备小麦的生物学特性的基本知識。

总结小麦生产經驗的主要方法，是进行田間調查。就是要詳細了解麦田在耕作、管理等方面所采取的措施，并且在生长过程中进行系統地观察記載。这样才能确切地分析各项措施对于小麦生长发育的影响。为了做好观察記載和分析研究工作，也需要具备小麦生物学特性的基本知識。

所以学习有关小麦生物学特性的基本知識，是作好小麦田間調查工作的基础。

小麦产量形成的因素

小麦产量的高低，决定于每亩內的株数，每株上长成的穗数，每穗上所具有的粒数和子粒的重量。这些因素，叫做小麦产量形成因素。

每亩株数的多少，取决于播种量的多少，种子发芽率的高低以及有关保証种子发芽出苗的各种技术措施。在实际生产中，播种量以每亩播种的斤数来計算。由于子粒有大有小，有輕有重，每斤子粒的数目也就有多有少，为了便于进行試驗研究工作，播种量便采用每亩以若干万粒来計算。計

算方法为：

每亩应出苗的株数 = 播种粒数 × 种子发芽率

计算出来的苗数是以“万”为单位表示之，例如每亩播种20斤，每斤有1.5万粒，种子的发芽率是95%，则每亩应有的株数是：

$$20 \times 1.5 \times 95\% = 28.5 \text{ (万株)}$$

这个计算出来的应有株数，又称为播种密度。

播下去的种子，不可能每一粒都出苗，所以出苗之后，还应当田间调查实有的株数。调查方法是选择五个一平方米的小田块，数出实有的株数，算出每方米内平均的株数，由于每亩面积等于666.7方米，所以再乘以666.7，即得每亩实有的株数。这个根据实地调查而推算出来的株数，叫做实有密度，简称密度。也是以万为单位表示之。实有密度与播种密度的比例，以百分数表示之，称为出苗百分率。

$$\frac{\text{实有密度}}{\text{播种密度}} \times 100 = \text{出苗百分率}$$

出苗百分率愈高，表示播种技术愈好。

每株所具有的穗数叫做每株有效穗数，其中包括一个主茎上的穗，称为主穗和几个分蘖上的穗，称为分蘖穗。每株小麦分蘖的多少，叫做分蘖力。在许多分蘖中仅有1~2个分蘖长出穗子来，这种成穗的分蘖叫做有效分蘖，未成穗的分蘖叫做无效分蘖。每个小麦穗子上一般具有20~40个子粒，技术水平高的田块上，每个穗子也可以有50~60粒。每一穗上的子粒数目叫做穗粒数，简称穗粒。习惯上小麦子粒的重量以1,000粒来计算，用“克”来表示重量的单位。

产量的计算方法：在小麦收获之前，有经验的老农，可

以用目测的方法，估計出大致上的产量。也可以在田內选取5~10个一米見方的、生长較為整齐的小田块，叫做样段，用样段內的麦株計算出产量因素中的各項数目，然后按下列公式算出測产的产量来：

$$\text{产量(斤/亩)} = \frac{\text{每亩株数} \times \text{每株有效穗数} \times \text{每穗粒数} \times \text{千粒重(克)}}{1,000 \times 500}$$

公式中的子粒重量是千粒的重量，所以用1,000除，得出每粒的重量。又因为子粒重量是以克为单位，每斤等于500克，所以用500除，得出每亩的斤数。用这种方法求得的产量，叫做生物学产量，以区别于实际产量。这样求出的結果，往往比实产的数字要大一些。生物学产量表示在这块地上，用这样的措施，应该得到这样的产量，而实际产量少于生物学产量，是因为整个田块管理操作还有不一致的地方，以及在收获过程中受到一定的損失。

了解小麦产量形成因素之后，便可以理解爭取小麦增产的途径应该从增加每亩株数、每株的穗数、每穗的粒数以及子粒的重量着手。下面就分別說明与增株、增穗、增粒、增重等有关的小麦生物学特性和农业技术措施。

增株增产，合理密植

每亩株数的多少，首先取决于播种量，播种量高，播下的粒数多，則苗数也多。与此有密切关系的是种子的发芽率，如果播下去的种子每一粒都能发芽，則发芽率是100%。发芽率的高低，又与种子的品質有密切关系：子粒飽滿，充

分成熟，保存完好无損，則发芽率高；反之，如果收获过早，或者原来长得不好，再加上保存期間受潮发霉，或被虫蛀等，則发芽率降低。一般好的种子，发芽率在95%以上。

所以在調查麦田的播种量时，必須查清种子的質量。仅从播种量多少，不能較准确地推算出应有苗数。最好是既有播种量的粒数，又有发芽的百分率。田間实际的出苗数，与根据播种量和发芽率所計算出来的苗数，两者是有差异的，因为整地的精細程度，土壤中水分的多少，播种时天气的冷暖，复土的深淺，以及有无地下害虫等，都影响田間出苗的多少。因此，实际出苗的苗数与計算出来的应有的苗数之間差异的大小，就反映整地和播种工作質量的高低。两者之間的差异愈小，則表示播种工作做得愈好。

保証小麦种子发芽的三个条件是：水、溫度和氧气。在干燥的小麦种子中，大約含有10~15%的水分。小麦种子必須吸收相当于其自身重量45~50%的水分时，才能露嘴。露嘴是指小麦吸水膨胀后，胚根鞘突破种皮，而露出来白色的胚根。如果水分充足，小麦发芽最低的溫度是5°C，最适宜的溫度是15°~22°C，最高的溫度是30°~35°C。小麦吸水达到其自身重量17%以后，呼吸作用开始增加，同时，随着吸水增加，胚內的酵素活动逐渐旺盛，呼吸作用也相应的增加，因而必須有足够的氧气才能順利地发芽。保証小麦发芽需水的措施是深耕、保墒和灌底墒水。保証发芽有适宜溫度的主要措施是掌握适期播种。保証供給足够的氧气和提高地溫的重要措施是精細整地，使土壤上虛下实。

小麦胚芽鞘露出地面不久，即从其中长出第一片綠叶，

当第一片綠叶达到2~3厘米时，即認為出苗。田間有50%以上的播种面积出苗的日期，就算做这块麦田的出苗期。小麦从露嘴到长出第一个叶片，这个期間，同时长出了3~5个种子根（又叫做胚根或初生根），第一个叶片出現后，种子根即不再增加。第一个叶片展开后，小麦从依靠母体（种子）生长，轉入到自身独立生活的一个轉变时期，所以第一个叶片的大小，对以后生长的好坏，有密切关系，而第一个叶片的大小，又与种子的大小有关。大粒的种子，貯存着养分多，第一个叶片就大。所以种子应当选用大粒的。

增株增产，是以田間大量的麦苗当作一个整体来看待的。增产是要在每一亩地里多打粮食，栽培技术的对象不是一株小麦，而是一群小麦。一块地上同时长着許許多多的植株，称为群体。群体是由大量个体組成的。增加株数，就是增加群体內的成員数目。当株数增加之后，田間接近地面的小气候条件，如通风、透光、地表溫度和株間溫度等都要相应的改变，而小气候的改变，又影响着每一顆麦苗的生长发育。所以增株增产就必须合理調整群体与个体之間的关系，既要保証群体能够充分的发展，又要照顧个体得到良好的生长。株数不足，不能充分發揮群体的作用；株数过多，群体与个体之間发生矛盾，影响个体的生长。所以，无论株数不足，或者株数过多，都不可能增产。

一个地区合理的播种密度是根据土、肥、水、种、保、管等条件而定的，其中土、肥、水是基本条件。总结小麦的栽培技术經驗的重要内容之一，就是要找出增株与单株之間的矛盾所在，以及解决这些矛盾的技术措施。例如，根据

1959年晋中和晋南各地調查結果，在亩产500斤左右的一般水地麦田內，大致每亩穗数超过50~60万穗时，便发现有些地块每穗粒数和千粒重下降。但是也有些地块，后期增加了灌水和追肥，千粒重則未見下降，从而获得較高的产量。

1959年群众性的小麦密植試驗，已基本上明确了在当前生产条件和栽培技术水平之下，不同地区的合理密度。1960年全国范围内冬小麦生产經驗的分析資料，更进一步明确在小麦不同生育期中，有其各自的合理群体密度。例如，各地亩产800~900斤的麦田，基本苗数为20~40万，单株分蘖数在冬前为2~5个，年后为4~6个，单株成穗率1.2~2.0个，冬前每亩总分蘖数为90~110万，年后每亩最高总分蘖数多为110~140万，每亩成穗多在40~70万。这就指出群体密度是一个动态过程，这个过程也正是个体与群体矛盾統一的运动过程。合理密植就是通过对于密度的掌握来統一个体与群体之間的矛盾，生长过旺，則应加以控制，使密度不要过大，以保証个体得到适当的生长发育；分蘖不良，則应大力促进，以保証群体应有的密度，使它能够充分发展。所謂看苗定措施，使“麦苗壮而不旺”，正是这个道理。

增穗增产，促进有效分蘖

在精細整地、墒情良好、播种适时的条件下，小麦出苗后大約半个月左右，就能长有三个叶片。例如，太谷县1959年9月27日播种的小麦，10月3日、4日出齐了苗，10月15日左右即长有三个叶片。当第三个叶片露出叶鞘时，10月10

日左右开始出现分蘖，并长出次生根（也叫做后生根）。此后每长出一个分蘖，就同时长出1~2条次生根。所以，每一个分蘖都有它自己的次生根。由于分蘖是在长有三个叶片之后开始的，而分蘖是增穗的条件之一，为了研究有关分蘖问题，便将小麦出现三个叶片的日期，算作一个物候期，叫做三叶期。它标志着小麦分蘖的前夕。

分蘖和次生根都是从接近地表的“分蘖节”生长出来的。分蘖节不仅长出分蘖和次生根，并且是贮存养分的重要器官。冬小麦在越冬期间，维持生命活动的能量，都是依靠分蘖节所储存的糖分来供给的。生长良好的分蘖节，既是小麦安全越冬的重要保证，也是春季恢复生长的物质基础。如果小麦的地上部分受冻死亡，只要分蘖节不受损伤，小麦仍可迅速地由分蘖节长出新的分蘖来。因此冬小麦在入冬前，应采取措施促进分蘖节生长良好，在入冬后应采取措施保护分蘖节安全越冬。

在大田中小麦入冬前，一般长有2~4个分蘖，第二年返青后，还长有新分蘖。冬前分蘖的成穗率比春季分蘖的成穗率高；春季早生的分蘖，比晚生的分蘖的成穗率高。所以为了增穗增产，应该采取措施，充分促进冬前分蘖及返青后尽早分蘖。

小麦的茎秆和穗子是怎样形成的呢？小麦的茎秆生长和穗子开始形成之前，需要经历一定的生长发育过程。如果将我省忻县冬小麦品种“和尚头”改在春季播种或引到晋南地区种植，那么小麦的植株就仅仅是分蘖长叶，而不拔节抽穗，或者很晚才能拔节抽穗。这是因为在冬小麦穗子开始形成之

前，必須經過一段低溫階段，並且低溫之後還必須要有較長時間的光照，這樣穗子才能形成。在小麥穗子形成之前對於環境條件要求的特性，叫做“階段發育”特性。這種特性正好與冬末春初的氣候條件相適應。如果過早地形成穗子，遇到春初乍寒，就有凍死的危險。所以階段發育特性是一種適應性能。

小麥的階段發育，目前已經肯定了的有春化階段和光照階段。小麥所需要的環境條件，在春化階段是以低溫起主導作用，在光照階段是以長時間日照起主導作用。

我省的冬小麥和華北區的其它省相同，在小麥入冬前已基本結束春化階段，在入冬時，外部形態上一般長有6~8個葉片，每一葉片都長在緊密相靠的莖節上。小麥就在這樣的狀態下進入冬季。在冬季，氣候較暖的地區，例如我省晉南地區，冬小麥葉片保持綠色過冬，停止生長的日期較短，或基本上不停止生長。嚴寒地區，例如晉中北部或晉北地區，則葉片枯死，次年溫度上升之後，一般在 3°C 以上開始活動， 5°C 可以微緩的生長。

入春後日照的時間加長了，小麥即進入光照階段。此時形成莖的最初的莖體，叫做“莖原始體”。在光照階段結束時期，分蘗節處的節間伸長並且加粗，好象分蘗節在生長，所以習慣上將莖的生長叫做拔節。在田間觀察時，第一節伸長達3~4厘米時，有相當大的頂芽伸出地面，可以用手在頂芽的基部摸出節的存在，這個時期認為是拔節期的開始。全田有50%以上的植株拔節，記載為拔節期。拔節可以作為小麥完成光照階段的一個形態上的標志。拔節期以後，冬小麥的

抗寒能力日漸消失，所以在拔節之後，遇到晚霜就會遭致凍害。此後溫度日益上升，莖的伸長速度也日益加快，到抽穗至開花期間，每天可生長3~4厘米。開花後生長稍慢，乳熟後完全停止生長。

春小麥由於不經過冬季，所以在有3~5個葉片時，莖才開始伸長，這個時期株高一般為20厘米左右。

了解小麥莖秆的生長規律，是採取措施防止小麥倒伏的必要的基本知識。

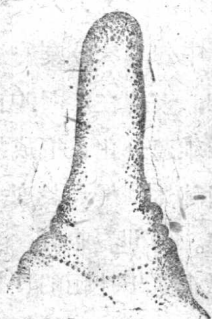
在入冬前，剝去植株外部的葉片，在放大鏡或顯微鏡下面，可以看到莖的頂端，呈現出平滑圓形的凸起形狀，叫做生長錐。入冬後，由於溫度低，生長活動停止，一直到次春進入光照階段之前，冬小麥的生長錐就停留在這樣的狀態下越冬。如圖一所示

冬小麥在第二年春季返青後再度分蘗期間，或春小麥長有3~5個葉片時期，植株進入光照階段之後，大約經過5~7天，生長錐慢慢地開始伸長，然後隨著溫度上升，其伸長速度加快，晉中地區大約在3月下旬至4月初，平均氣溫 10°C 左右時，生長錐急速地伸長，同時下部分化出三個以上的針狀突起，叫做葉原突起，這個時期叫做生長錐伸長期。如圖二所示。此後即進入小穗的分化期。

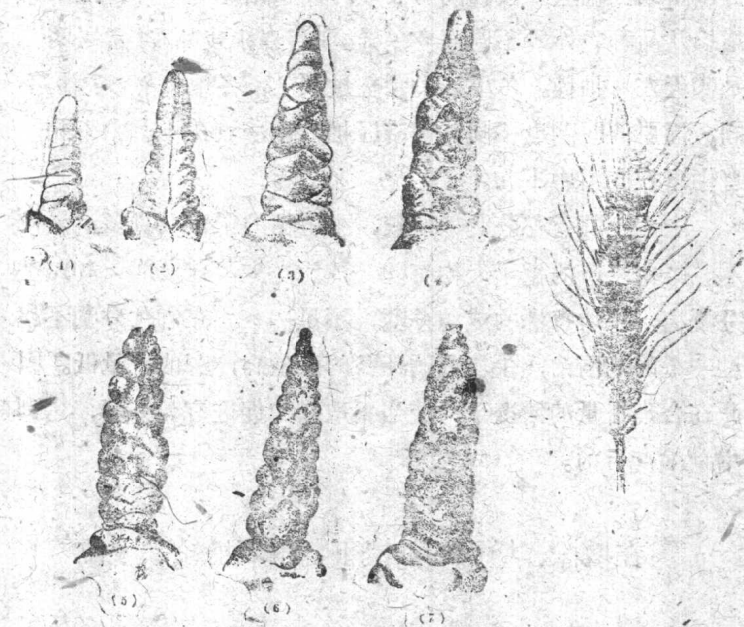
小穗和小花的形成過程，是生長錐伸長後形成小穗突起，然後小穗突起伸長，最後小花分化，形成性器官的各個組成部分。這個過程如圖三所示。



图一 越冬前的生长锥



图二 生长锥伸长期



图三 小麦穗形成的各阶段

(1) 单穗期 (2) 二穗期 (3) 小穗原基分化初期 (4) 小穗原基分化期 (5) 小花原基分化初期 (6) 小花原基分化末期 (7) 内外颖及雌蕊分化期 (8) 抽穗

在外部形态上，晋中地区小穗分化的单棱期，大约在次年4月中旬二次分蘖的盛期；二棱期是在春季分蘖将近结束的时期，大约在4月20日左右；小花分化的时期约在4月底；雌雄蕊分化及形成期是在5月上旬即孕穗至挑旗这个时期。当穗达到最大长度之后，穗便从剑叶的叶鞘中露出，叫做抽穗。田间记载时，当麦田内有50%以上的穗子，每穗有一半以上露出叶鞘的日期，即定为抽穗期。

穗的形成，一般需要半个月左右。从植株形态上观察，自出苗到抽穗这一段时间的长短，是根据环境条件、技术措施以及品种特性的不同而有差异，我省春小麦品种“定兴寨”是60天左右抽穗。冬小麦由于经过严冬，各地自然条件不同，需要的时间也不同，晋南区抽穗期一般在4月中下旬，晋中区在5月中下旬。

主茎上的穗与分蘖穗比较，主茎穗的子粒数目多，子粒重。每亩麦田的穗子大约有60~70%是主茎穗，30~40%是分蘖穗，平均每株的成穗分蘖，不足一个。在有效分蘖不超过一个的范围内，平均分蘖穗多的产量高，少的产量低。因此在合理播量的情况下，应当采取措施促进有效分蘖，达到增穗增产目的。

在增株、增穗的前提下，争取增粒、重粒

小麦抽穗后，有的当天即开花，大多数是3~5天才开始开花，也有少数延迟到十几天之后才开花。开花的迟早主要决定于气候条件，天晴而干燥，则开花早；阴天而潮湿，

則开花迟。一朵花开花时，自内外颖张开到闭合，需时8~30分鐘。全株开花时期約为3~6天。

小麦开花授粉1~2小时以后，花粉发芽，生长出花粉管，钻入柱头，經24~36小时，子房受精。

受精后的子房迅速发育，形成胚、胚乳和皮层。开花后10余天，子粒即可以形成。这个时期子粒中可以用手指挤出綠色透明的浆液。此后便进入灌浆期。

从开花到受精是决定子粒数目的最后关键时期，灌浆期是增加粒重的关键时期。开花前灌水，使空气中有适宜的湿度，有助于授粉，保证结实数目。灌浆期灌水，有助于养分向子粒輸送，从而增加粒重。

子粒的成熟过程，根据茎秆和子粒中的养分与水分的变化情况，可以分为三个时期：

一、乳熟期：小麦开花后25~30天，全株的干物质重量达到最高程度，子粒的体积最大也最重。这个时期植株下部的叶片呈黄色，开始枯死，中部叶子开始变黄，茎和穗则仍保持綠色。植株全部的营养物质，不断地向子粒集中，种子内的过量水分，发生强烈的蒸腾作用，促进可溶糖类轉化为不溶解的物质，其中淀粉积累加速，子粒中的干物质日益增加而水分相应地逐渐减少。用手指挤子粒，可以看到混浊的淀粉浆液，有如白乳，所以叫做乳熟期。一般乳熟期，大約要經過半个月，如果昼夜平均温度較低，而空气中相对湿度較高时，可以延长到20天左右。

二、蜡熟期：子粒呈琥珀色，最后显现出品种固有的紅色或白色。用指甲可以压出稠粘似蜡的物质，所以叫做蜡熟