

农作物生理知识丛书

# 小麦应用生理



河南科学技术出版社

农作物生理知识丛书

韩锦峰主编

# 小麦应用生理

吴 丁 袁剑平 林学梧编著

河南科学技术出版社

农作物生理知识丛书  
**小麦应用生理**

韩锦峰主编

吴丁 袁剑平 林学梧编著

责任编辑 曹力献

河南科学技术出版社出版

郑州解东印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米32开本 8印张 156千字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数 1—3,530册

统一书号16245.182 定价1.25元

## 内 容 提 要

本书的主要内容为：小麦的生活原理；小麦的矿物质营养；小麦的光合作用与产量；小麦的生长发育，小麦的逆境生理，以及小麦生理的实验方法等。

## 《丛书》前言

自觉的十一届三中全会以来，由于党在农村各项政策的贯彻落实，特别是实行生产责任制后，极大地调动了广大农民的生产积极性，出现了千家万户学科学、用科学、实行科学种田的大好局面。为了适应这一形势发展的需要，省植物生理学会特组织有关植物生理和作物栽培工作者一起，编写了这套《农作物生理知识丛书》，旨在从作物生理的基本理论上提高农村基层干部、农民技术员、回乡知识青年和有文化的农民的农业科学技术水平，发展农业生产，使农业科学理论更好地为农业现代化服务。

《丛书》的编写是以我省主要农作物（共为十二种）为对象，着重用植物生理学的基本原理，紧扣各作物从种到收全过程的生长发育特点，阐明其增产关键措施的理论依据，以及如何适应情况的变化而具体运用。与生产关系不甚密切的内容，一般只作简要叙述，或略而不提。各本书还根据各作物特点，介绍了一些简单的植物生理实验方法，以促进农村科学实验的开展。在理论阐述上，力求做到深入浅出；在文字上则要求达到通俗易懂，文图并茂，生动形象。

为了编写好本《丛书》，在学会的领导下由吴丁、韩锦峰、苗叔陶、郭省三、袁剑平等五同志组成编辑委员会，以加强《丛书》的组织领导和编审工作。《丛书》在组编过程中，曾得到河南省农林科学院、河南农学院、河南师范大学、新乡师范学院、中国农科院棉花研究所等单位的大力支持，特此致以谢意。

由于水平所限，书中错误和不妥之处，敬希读者多予批评指正，以便及时修订补正。

河南省植物生理学会

1982年8月

# 目 录

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| <b>第一章 小麦的种子生理</b> ..... | ( 1 )  |
| 第一节 小麦种子的构造及化学成分.....    | ( 1 )  |
| 第二节 种子的休眠.....           | ( 5 )  |
| 第三节 种子的发芽.....           | ( 6 )  |
| <b>第二章 小麦的水分生理</b> ..... | ( 12 ) |
| 第一节 小麦与水分的关系.....        | ( 12 ) |
| 第二节 小麦对水分的吸收.....        | ( 15 ) |
| 第三节 水分的散失——蒸腾作用.....     | ( 22 ) |
| 第四节 小麦的需水规律和合理灌溉.....    | ( 28 ) |
| <b>第三章 小麦的矿质营养</b> ..... | ( 35 ) |
| 第一节 小麦必需的矿质元素.....       | ( 35 ) |
| 第二节 小麦对矿质元素的吸收.....      | ( 40 ) |
| 第三节 小麦的营养诊断及其应用.....     | ( 50 ) |
| 第四节 小麦的需肥规律和合理施肥.....    | ( 55 ) |
| <b>第四章 小麦的光合作用</b> ..... | ( 63 ) |
| 第一节 光合作用的一般概念.....       | ( 63 ) |
| 第二节 光合作用的器官——叶子.....     | ( 65 ) |
| 第三节 光合作用的过程和光呼吸.....     | ( 72 ) |

|     |                   |         |
|-----|-------------------|---------|
| 第四节 | 影响光合作用的外界条件和内部因素  | ( 80 )  |
| 第五节 | 光合作用与小麦产量         | ( 92 )  |
| 第五章 | 小麦的呼吸作用           | ( 103 ) |
| 第一节 | 呼吸作用及其生理意义        | ( 103 ) |
| 第二节 | 小麦呼吸作用的途径         | ( 106 ) |
| 第三节 | 呼吸作用与光合作用的关系      | ( 111 ) |
| 第四节 | 影响呼吸作用的条件         | ( 113 ) |
| 第五节 | 呼吸作用与小麦生产         | ( 120 ) |
| 第六章 | 小麦的生长发育           | ( 123 ) |
| 第一节 | 生长和发育的一般规律        | ( 124 ) |
| 第二节 | 营养器官的生长           | ( 136 ) |
| 第三节 | 繁殖器官的生长           | ( 165 ) |
| 第四节 | 生长发育的化学控制         | ( 185 ) |
| 第七章 | 小麦的逆境生理           | ( 195 ) |
| 第一节 | 低温对小麦的影响          | ( 196 ) |
| 第二节 | 干旱对小麦的影响          | ( 200 ) |
| 第三节 | 水分过多对小麦的影响        | ( 207 ) |
| 第四节 | 盐渍对小麦的影响          | ( 213 ) |
| 第五节 | 干热风对小麦的影响         | ( 217 ) |
| 附录: | 小麦生理实验方法          | ( 222 ) |
| 一、  | 种子发芽率的快速测定        | ( 224 ) |
| 二、  | 根系活力的测定           | ( 225 ) |
| 三、  | 叶面积系数的测定          | ( 228 ) |
| 四、  | 用改良半叶法测定大田小麦的光合强度 | ( 232 ) |

|    |                       |         |
|----|-----------------------|---------|
| 五、 | 光合生产率和光合势的测定 .....    | ( 234 ) |
| 六、 | 叶绿素含量的测定 .....        | ( 235 ) |
| 七、 | 株间二氧化碳含量的测定 .....     | ( 238 ) |
| 八、 | 广口瓶法测定小麦的呼吸强度 .....   | ( 239 ) |
| 九、 | 小麦田间试验记载项目和记载标准 ..... | ( 242 ) |

# 第一章 小麦的种子生理

小麦的正常生活史，是从受精卵的第一次分裂开始的，然后在母体上逐渐形成种子。收获后的种子，离开了母体，称之为延存器官。小麦生产，开始于种子的精选与播种，最终为的是获得较多的优质子粒。可见发展小麦生产，必须了解种子生理。在介绍小麦种子生理之前，先应弄清种子构造及其化学成分。

## 第一节 小麦种子的构造及化学成分

### 一、小麦的种子构造

种子是一个成熟的胚珠。小麦子粒实际是含有一粒种子的果实。在果实发育的过程中，果皮和种皮连在一起不易分离。这种果实在植物学上称为颖果，在生产上称为种子。

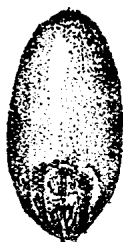
小麦种子的顶端生有茸毛，称为冠毛。种子背面称腹背，基部为胚（图1—1）。从构造上看，种子由皮层、胚乳和胚所组成。

皮层包被着整个种子。通常说的麸皮，就是种子的皮层，

其重量约占种子重量的 7—7.5%。

皮层厚薄因品种和栽培条件而异。皮层越厚，出粉率越低。

皮层包括果皮和种皮，果皮在外，厚度约为 40—50 微米（一微米等于百万分之一米）；种皮在内，又分内外两层，外层透明，内层含有色素，使种子显有颜色。种



背面



腹面

图 1—1 小麦种子的外形

子色泽可细分为白黄色、金黄色、赤黄色、黄赤色和褐赤色等五种。一般称白黄色的为白粒，余四种颜色的统称为红粒。白粒品种比红粒品种的休眠期短，收获前后遇到阴雨，容易在穗上或麦场里发芽，影响产量和品质。子粒的种皮是一种保护组织，能使胚和胚乳避免不良条件的影响，特别在免受真菌侵害方面有重要作用。种皮内有一层外胚乳（由珠心发育而成）。在种皮与外胚乳之间，夹着一层拟脂性沉淀。

胚乳约占种子重量的 90—93%，可分为糊粉层和淀粉胚乳两部分，它们是种子发芽和幼苗生长所需养分的来源。糊粉层是

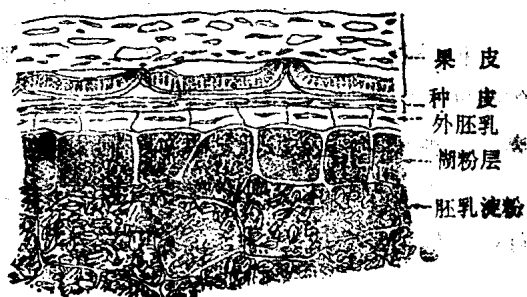


图 1—2 小麦种子的横切面

由一层薄壁细胞所构成，它紧贴种皮，包围着全部淀粉胚乳。糊粉层中有二分之一是纤维素，有四分之一是含氮物质，还有矿质和脂肪，营养价值很高。磨粉时，糊粉层连同外边的皮层一起留在麸皮里。精粉中这些含氮物质较少。淀粉胚乳由薄壁细胞所组成，其中充满淀粉粒。淀粉胚乳约占胚乳总重的四分之三，其它含氮物质仅占十分之一。淀粉胚乳含纤维素极少，是面粉的主要成分（图1—2）。

胚由胚根、胚轴、胚芽和盾状体（盾片）所组成（图1—3），约占种子重的2%，是种子最重要的部分。胚最富于生命力，它孕育着成年植株的一些特征和特性。胚根外面包着胚根鞘，发芽后长成初生根。胚轴连着胚根和胚芽，发芽后长成地中茎（根茎）。胚芽外面包着胚芽鞘，里面有生长点。盾片（内子叶）位于胚芽的上方，与胚乳相连。种子萌发时，盾片的上皮细胞能产生水解酶，分泌到胚乳细胞里，使胚乳中贮藏状态的营养物质转化为可利用状态并加以吸收、

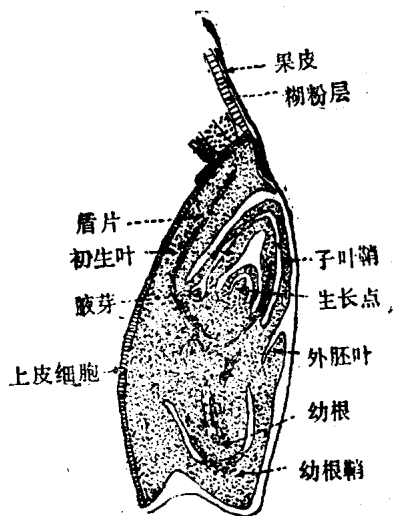


图1—3 小麦种子胚的纵切面

运转，以供种子萌发和幼苗生长的需要。

## 二、小麦种子的化学成分

小麦种子的主要化学成分是糖（约占70%）、蛋白质及其它含氮物质（约占15%）、脂肪（约占2%）、灰分（约占1.5%，主要是磷、钾、硫、镁、钙、钠、硅等）、水分（约占12%）。种子的化学成分，常依品种，栽培条件而不同。氮肥充足的麦田，种子的蛋白质含量一般较高。蛋白质的含量和赖氨酸、色氨酸的含量决定着小麦的营养品质，因为人体必须的八种氨基酸（它们是缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸和色氨酸），必须从食物中取得，人体自身不能合成。据中国农业科学院1975年分析全国231个冬小麦和春小麦品种的结果，多数品种的蛋

表1—1 小麦子粒的化学成分（%）

| 品种     | 水分    | 蛋白质   | 赖氨酸  | 淀粉   | 灰分   | 产地  |
|--------|-------|-------|------|------|------|-----|
| 新曙光1号  | 10.3  | 15.59 | 0.33 | 59.1 | 2.12 | 黑龙江 |
| 辽春5号   | 10.39 | 14.65 | 0.20 | 52.6 | 1.73 | 辽宁  |
| 甘麦8号   | 9.85  | 13.36 | 0.35 | 54.3 | 1.32 | 甘肃  |
| 石品 10号 | 10.14 | 12.67 | 0.25 | 54.3 | 1.62 | 河北  |
| 郑州721  | 9.37  | 11.61 | 0.29 | 56.4 | 1.51 | 河南  |
| 郑州745  | 9.93  | 10.40 | 0.23 | 56.2 | 1.82 | 河南  |
| 荆州1号   | 10.77 | 10.83 | 0.24 | 54.9 | 1.77 | 湖北  |
| 湘 868  | 10.27 | 10.83 | 0.22 | 56.4 | 1.97 | 湖南  |

白质含量在10—14%之间，少数含量高的超过15%。淀粉含量多数为50%左右，少数在55%以上。大多数品种的赖氨酸含量在0.19—0.37%之间，少数含量高的超过0.39%。现摘录部分测定结果（表1—1）供作参考。

胚中含有丰富的蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿质和维生素，其中蔗糖占胚干物质总重的20—24%，蛋白质占37%以上，脂肪约占15%。它们都是幼小植物细胞的组成成分，所以胚最富有生命力，也是营养价值最高的部分。

## 第二节 种子的休眠

### 一、休眠的类型和原因

小麦的种子在萌发以前处于休眠状态。种子的休眠分两种类型：一种叫做被迫休眠，另一种叫做深休眠。被迫休眠类型，主要是由于不具备发芽的环境条件而造成的。深休眠类型指的是，在已具备发芽的条件下，种子仍然不能发芽。深休眠的原因，主要是由于胚的分化未能完成，或是发芽时必须的内部营养物质尚未形成（物质转化没有完成），也有的是在种子中含有发芽的抑制物质（这种物质可以用水浸法除去），这方面还有待于进行深入研究。试验证明，长江以北的小麦品种，种子休眠期一般较短，有的品种甚至没有明显的休眠期，子粒成熟后如遇到阴雨，在穗上便可以发芽，长江以南的品种，大多有休眠期，遇到阴雨天气，收获前麦

粒不会在穗上发芽，这是对当地气候特点的适应性。一般白皮品种休眠期短，红皮品种休眠期长，有的长达20—50天。近年来在黄淮平原地区，有些年份小麦成熟季节常遇阴雨天气，使子粒在麦穗上萌发，以致影响产量、品质和选留种子，因此，在选用良种时，应当注意品种休眠期的问题。

## 二、打破休眠的方法

为了打破种子的休眠，晒种是常用的方法，此外还可以用1%的双氧水溶液进行浸种，在25℃下浸16小时，有促进种子发芽的效果。

## 第三节 种子的发芽

### 一、种子的活力

“活力”这个概念是1960年以后提出来的。它是表示种子质量的一种指标。科学工作者认为，单用发芽率来表示种子的好坏已很不够，因为发芽率和田间出苗率或成苗率有相当的距离。活力就是生长力，也是生长势，是一种潜在的能力，能使种子在田间快速发芽和生长。活力分两部分，即遗传性的和生理性的，后者是在种子发育生长时形成的。例如，在连续干热风条件下形成的种子，由于高温和大气干旱，在灌浆时生理生化过程受到抑制，子粒瘦小，其活力低于灌浆正常的种子。生理活力和遗传活力之间是可以相互影响和改

变的。活力大的种子一般表现为发芽快，发芽率高，幼苗生长速度较快，对不良条件抵抗力较强，这就有利于获得壮苗壮株和提高产量；而且在贮藏中物质分解较慢，有利于增强其耐贮性。因此，在生产上鉴定种子的活力有很大意义。

鉴定种子活力大小的方法可采用物理法、化学法或生理法三种。第一，根据种子大小和色泽：种子重量大和色泽鲜艳的活力大；第二，TTC法（2、3、5——苯氯化四唑法：见附录实验一）。第三，电导率法：取一定数量的种子（1—10克），浸在30毫升无离子水中，经适当搅拌，培养在30℃下，然后过滤，取滤液用电导率仪测定其电导度，电导率低的活力大。这是由于活力大的种子，细胞渗出的电解质较少的缘故。第四，根据贮藏物质用尽的苗重：将小麦种子在暗处发芽，14天后称苗重，重的活力大。

## 二、发芽需要的外界条件

种子发芽需要足够的水分、适宜的温度和充足的氧气。三者同等重要，缺一不可。

（一）水分 吸水是种子萌发的第一步。种子吸收足够的水分以后，其它生理作用才能逐渐开始。这是因为水可使种皮膨胀软化，氧容易透过种皮，增加胚的呼吸强度，也使胚易于突破种皮；水分可使凝胶状态的原生质转变为溶胶状态，加强新陈代谢，并在酶的作用下，使胚乳贮藏物质逐渐转化为可溶性物质，供胚生长需用；水分能携带可溶性物质，运输到正在生长的幼芽、幼根，供呼吸需要或形成新细

胞的结构物质。因此，种子发芽需要充足的水分。

小麦风干种子的水分极低，一般只占其总重量的 8—12%，当种子吸水达风干重的60%时，体积不再增大，如果温度、氧气适合就能发芽。

**(二) 温度** 一般认为小麦种子萌发的最低温度为0—2℃，最适温度为26℃，最高温度为40—42℃，这称为小麦种子萌发温度的三基点。当种子吸水膨胀以后，紧接着就是盾状子叶产生一些酶，分泌到胚乳细胞中去，使胚乳贮藏状态的营养物质分解为可利用的状态，供给胚细胞吸收利用。温度的高低，直接决定着种子呼吸的强弱以及有机物转变的速度。

**(三) 氧气** 氧气是种子萌发时呼吸作用不可缺少的因素。呼吸作用可以产生能量，并且使一些不能直接利用的物质，转变为可利用的状态。如果氧气不足，呼吸过程就难以顺利进行，不能产生足够的能量来促使物质转化，结果种子会进行无氧呼吸。在这种情况下，种子往往不能发芽甚至霉烂。

小麦种子在适宜的水分、温度和氧气之下，大约经过10个小时就会萌动（露白），即胚根开始冲破种皮。随后，胚芽也冲破种皮。当胚芽生长达到种子长度的二分之一时称为发芽，通常以此作为发芽的标志。当胚芽鞘伸出地表，第一片真叶伸出鞘外2—3厘米时，称为出苗。

小麦播种时，应当创造适于发芽出苗的环境条件。最适宜的土壤含水率为16—18%，它相当于田间最大持水量的