

专题1 小麦育种发展现状

小麦育种两个趋势：单产提高、种植面积扩大

中国小麦育种发展阶段

第一阶段：抗病稳产的阶段—北条锈 碧蚂1号（碧玉麦、蚂蚱麦）、南赤霉 南大2419

第二阶段：矮化高产阶段—我国重要种质：“繁六”和“矮孟牛”

第三阶段：高产和优质并进的阶段

现代小麦生产上所用的小麦品种有三种类型：

家系品种：DUS、育种家育成、自花授粉；

杂种品种：利用杂种F₁的杂种优势；

多系品种：近等基因系—遗传背景相同而在个别位点上标记基因各不相同

来源于日本的两个矮源：赤小麦(矮秆基因 Rht₈ 和 Rht₉)和农林10号(矮秆基因 Rht₁ 和 Rht₂)

专题2 小麦育种目标

1. 制定育种目标的原则

- 1) 要适应当地生态环境条件（气候、土壤因子）和社会经济条件，解决存在的问题。
- 2) 要有可行性，在综合改进基础上，突出重点。育成品种综合性状优良。
- 3) 要立足当下，展望未来。
- 4) 要设计出品种性状的具体指标。

影响小麦种植区域形成的因素：以气候（温度与雨量）、土壤与品种特性为主线

全国麦区：3个麦区，即北方冬麦区、南方冬麦区和春麦区，10个生态区和相应的10个小麦生态类型。

江苏横跨两个麦区：黄淮冬（秋播）麦区、长江中下游冬（秋播）麦区（界—苏北灌溉总渠）

主要育种目标

北方冬麦区：干旱和干热风为害，条锈病为主要病害

南方冬麦区：收获逢雨季，穗发芽。赤霉病和白粉病为主要病害

春麦区：复杂

黄淮冬麦区：最适宜、暖温带、低温长日照。最主要的小麦产区，河南、山东是种植面积最大、总产最高的省份。

长江中下游冬麦区：拔节孕穗期，倒春寒，小麦应具有一定的抗寒性，春性太强前期发育过快，易遭冻害或冷害

育种的主攻方向：高产、优质、多抗、高效

专题3 小麦产量性状的遗传与选育

小麦育种最基本的育种目标：提高单位面积产量

潜在产量：俗称光合生产潜力，即在理想气候条件下作物可能达到的最高产量水平。

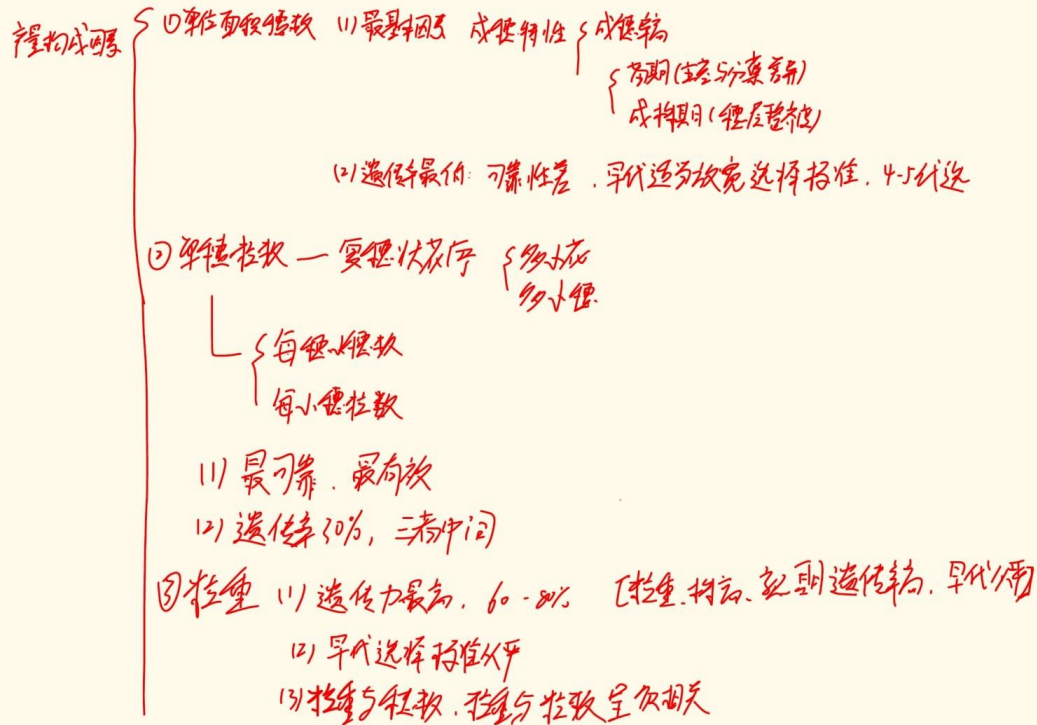
气候产量：在某地区现有气候条件下，采取适宜的农业技术措施作物可能达到的产量水平。

实际产量：在特定的气候和农业技术措施条件下作物实际收获的产量水平。

小麦的产量潜力：针对某一品种而言，在适宜的气候和栽培条件下可能达到的潜在产量，由品种的遗传特性决定。

小麦品种的产量构成因素有三种类型(1)多穗型：北——盐城 (2)大穗型：南冬——扬、苏、常(3)中间型：扬

高光合生理育种：叶光合、穗光合、群体光合能力



矮秆

$$H_L = \frac{\text{籽粒产量}}{\text{生物产量}}, \text{遗传率高}$$

$$\text{谷草比} = \frac{\text{籽粒产量}}{\text{根干重}}$$

意大利品种

② 矮秆: 提高种植密度

矮秆基因 Rht 矮源 { 赤小麦
农科10号

农科10号 × Brewer

↓
Gaines (美国种)
草丛矮 红秆
独秆矮

矮秆育种应注意的问题

- 矮秆基因所在染色体, 不要与其他不利基因连锁
- 适宜的株高 ($h < 6.5m$)
 - 矮秆 $N: 70-80cm$
 - 矮秆 $S: 70cm$ (标准)

3) 新矮秆基因对农抗与聚合

专题 4、小麦抗病虫害的遗传与选育

1. 锈病——气传性

三种小麦锈病的症状共同特点: 夏孢子堆、“条锈成行、叶锈乱, 秆锈是个大红斑”

病害循环: 依靠夏孢子完成病害循环, 冬孢子不起作用。周年循环包括 越冬、秋苗侵染、越冬和春季流行等四个环节。

抗锈——以垂直抗性为主 (专化性抗性)

建国以来我国抗条锈病育种

1. 南大 2419、中农 28、矮立多三个抗条锈病品种的引种和利用。

- 2.以碧玉麦等为抗源的杂交改良：配置蚂蚱麦/碧玉麦组合，育成碧蚂一号
- 3.以胜利麦、早洋麦、钱交麦等为抗源的杂交改良
- 4.以 1B/1R 类品种为抗源的杂交改良

溶类抗源：用小麦与黑麦杂交后得到的易位系的衍生物。在 1B 染色体上易位的 1R 短臂上有 4 个抗病基因。

- 5.以多基因聚合的繁 6 为抗源的杂交改良

兴衰循环：每一次在生产上大规模推广新的抗锈品种都会对小种群产生选择压力，导致小种群组成发生改变，当适应性强的新小种逐渐壮大，成为新的流行小种时，原有的抗病品种丧失抗性。

2.赤霉病——禾谷镰刀菌（非专化性）、多基因控制数量性状、加性效应为主

小麦品种中并不存在对赤霉病的免疫性

抗性类型：Type1：抗侵入；Type2：抗扩展

抗赤霉病的 2 条主要技术路线：（1）抗赤性好但丰产性差的亲本与丰产性好的亲本配组
（2）用综合丰产性好、赤霉病轻的亲本间配组

专题 5 抗逆性的遗传与选育

环境胁迫（逆境灾害）：通常指将小麦生长过程中所遇到的不利气候、土壤等非生物因素的影响。

抗逆性：品种对逆境灾害的抵抗和忍耐能力。

低温对小麦的危害：冻害、冷害、寒害

冻害：零下低温，主要发生在越冬期、返青期、拔节前后。

伤害机制：对细胞膜体系的直接伤害、细胞外结冰、细胞内结冰

冷害：零上低温

小麦的越冬性：是指小麦品种对一定地区越冬和返青期内各种不利因素如冻、旱、风、雪、变温及土壤龟裂等的抵抗和适应的能力，是一个复杂的性状。

强冬性和冬性品种比弱冬性和春性的抗寒性强

（一）抗寒性的遗传与选育

抗寒性——多基因控制的数量遗传性状，遗传率较高，早代选择

近缘植物中黑麦、偃麦草和山羊草的抗寒性较强

第 5 染色体长臂上的 Vrn 12Fr1 区段对抗冻性起主要作用

耐寒的生理生化和分子机制研究主要集中在越冬前的小麦苗期

抗寒性的鉴定和选择：以在田间的直接鉴定为主+实验室鉴定

（二）抗旱性的遗传与选育

小麦品种的抗旱机制有三种类型：

避旱：在干旱来临前，已完成其生育期。通过早熟和发育的适应性。

免旱：在受旱时，通过一系列机制减少水分蒸发。

耐旱：有较强忍耐水势低的能力

抗旱性的鉴定和筛选：直接鉴定、间接鉴定

对杂种后代的选育环境条件：要在胁迫的条件下进行，更准确

专题 6 生育特性和早熟性的遗传与选育

春化作用：某些高等植物成花转变的重要环节，是植物在低温诱导下促使其相关基因的表达，从而导致生理状态转变的一种受遗传控制的生理过程。[苗期抗性强，倒春寒抗性不一定强]

在春化阶段对温度的要求的差异：春性、半冬性或弱冬性和冬性

通过光照阶段时对日照长度反应的敏感性：迟钝型、中间型和敏感型

- 从南向北，从东到西（随海拔的增高），冬性逐渐加强。
- 南方品种大多数对光照反应迟钝，光照阶段较短。
- **北方和高海拔地区**大多数品种对光照长度的反应敏感，光照阶段较长。
- **我国东北春麦区**的小麦则属春性，一般对光照长度反应敏感，光照阶段较长。

品种类型		光长反应
春性品种	南方秋播	迟钝
	北方春播	敏感
弱冬性品种		中等
冬性品种		敏感

春性对冬性为显性。不敏感性对敏感性为显性。

冬性品种有严格的出穗临界日长，抽穗日数随日长增长而缩短；

春性和半冬性品种未发现有出穗临界日长，但长日照可促进出穗，且抽穗日数随日长增长而缩短。

早熟性的选择指标：一般用抽穗期早晚作为小麦熟性的指标，观察方便。**成熟期反映成熟的早晚更准确。**

抽穗期受 多基因控制，基因效应以加性效应为主，遗传率高，早抽穗为显性

早熟与产量之间存在 负相关——丰中选早、先丰产再抗性

小麦早熟性的选育

选育早熟品种以品种间杂交为主。

采用阶段发育特性互补的亲本杂交。

冬春麦杂交

生态类型相差较大的亲本杂交

远缘杂交或辐射诱变

专题 7 品质性状的遗传与选育

籽粒品质性状

形态品质：种皮、粒色、粒形、腹沟的深浅、角质率

营养品质：糖、蛋白质等

加工品质：一次加工品质——粉色、灰分、筛理性、出粉率（第一经济指标）

二次加工品质——蒸煮品质、烘烤品质

营养品质：指小麦籽粒各种化学成分含量及组成，其中主要是蛋白质含量和蛋白质中各种氨基酸的组成，尤其是赖氨酸的含量。

蛋白含量影响：

1.环境影响；2.实验材料、测定方法（半微量凯式定氮法）的不同；多基因或少数主基因控制；3.早代选择有效

籽粒赖氨酸含量与蛋白质含量间 呈负相关

磨粉品质(一次加工品质)：指小麦品种能否在磨粉过程中满足和保证出粉率高、能耗低和成本低的要求。

出粉率取决于两个因素：一是胚乳占麦粒比例，二是胚乳与其他非胚乳部分分离的难易程度。[籽粒硬度高的品种出粉率高]

出粉率的遗传力 高而稳定：系谱 F1、5、6；混合可以用

容重：1L 容器中小麦重量。容重越高，出粉率越高。遗传率较高，同上。

- 白皮（北方）小麦比红皮（南方，雨季抗穗发芽）小麦中皮薄，且提高出粉率不会影响面粉色泽，磨粉品质较高。

- 但种皮颜色本身与加工品质并无直接关系。
- 红粒对白粒为显性，籽粒颜色受微效基因控制，表现为加性效应，遗传力高。

食品加工品质(二次加工品质)

面粉在加工成食品的过程中能否满足加工单位的要求。主要取决于小麦蛋白质含量、面筋质量、淀粉特性。

- **制作面包**一般要求面粉蛋白质含量高，吸水力强，面筋质好，强度大；

➤ **制作糕点和饼干的要求则与此相反**

- 可溶性蛋白：清蛋白；球蛋白
- 水不溶性蛋白（贮藏蛋白）：醇溶蛋白、麦谷蛋白

➤ **醇溶蛋白和麦谷蛋白可以与水结合，形成面筋，称为面筋蛋白。**

- 醇溶蛋白影响面筋的延展性（拉长而不断裂）
- 麦谷蛋白影响面筋的弹性（被压缩或拉伸后恢复原来状态）。
- **当蛋白质含量相当时，小麦的品质性状与谷蛋白/醇溶蛋白比值显著相关，越高越好**
- 谷蛋白增加，比值增大，小麦品质变优，当醇溶蛋白增加，比值减小，小麦烘烤品质变劣。

沉淀值：定量的小麦面粉（0.5g）或全麦粉，放入有水的刻度量筒中，经混合后再加进乳酸与异丙醇或 SDS（十二烷基磺酸钠）混合溶液所形成的絮状沉淀，经 5 分钟后的体积读数，用 ml 表示。微量、快速、简便、准确。是衡量**面筋数量和质量**的**综合间接指标**。

与**高分子量谷蛋白的数量、面包体积**均呈正相关；与**蛋白质含量**呈弱度正相关或无相关；在遗传上高沉淀值呈显性，遗传率较高，早代选择有效。

伯尔辛克值（P 值）：将加有酵母的全麦粉面团放入有水的杯中，保持水温 30℃，随着发酵产生 CO₂，面团比重降低，上升到水面，继续发酵，直到破裂，下面一半落入水中，从放入面团到破裂，下面一半落入水中所经历的时间称为伯尔辛克值，以 min 表示。越大越好。

我国小麦品质现状：

在品种类型上，“两头少、中间多”

在内在品质上，“强筋不强、弱筋不弱”

生产管理上，“种同质不同、种优质不优”

品质育种的方向：优质+高产

中筋品种优质化：稳定时间 2-3 分钟提高到 5-6 分钟

品质提升的途径：提高优质亚基的比例

加工品质与产量并不存在负相关

在育种过程中选用适当的测试方法对品质改良至关重要。

测试的项目因地区、目标、实验室条件、材料特点和世代的早晚而异。

总的原则是从**简单到细致、由微量到常量、由部分到全部**。

早代材料样品少、数目多，应多注意遗传力高且测试简单的性状，测定方法应简单易行，样品用量少，便于单株选择，测定结果准确。

在高世代品系，因样品数目少，种子量多，就可以对小麦的品质进行较为全面的测定。

专题 8、小麦起源、分类及种质资源

小麦分类：禾本科小麦族中小麦亚族的小麦属的一个种。与小麦属同属小麦亚族的还有山羊草属、黑麦属、偃麦草属等

分类方法：比较形态分类学（瑞典林奈——一个种具有基本一致的独特形态特征，有种内多样性，有一定的分布区）

细胞遗传学（染色体组特征）

小麦属分为三个类群：（1）一粒系小麦（一个小穗一粒种子 AA 14）（2）二粒系小麦（AABB 28）（3）普通系小麦（AABBDD 42）。

- [A—乌拉尔图小麦；B—拟斯卑尔脱山羊草；D—粗山羊草]
- 一粒系小麦：一个种 两个亚种；(AA)
- 二粒系小麦：两个种 圆锥小麦种（AABB）、提莫菲维小麦种（AAGG）
- 普通系小麦：两个种 普通小麦种（AABBDD）、茹考夫斯基小麦种（AAAAGG）。

小麦基本染色体（特征染色体）：A，只有具有 A 染色体的物种才有可能被列入小麦属。山羊草属不应并于小麦属。

我国被公认为世界小麦起源的重要次生中心[新月沃地—南喜马拉雅路线、河西走廊路线、草原路线]

我国独有：1. 云南铁壳麦（包壳、抗穗发芽、易断穗）2. 西藏半野生小麦（包壳、易断穗—世界唯一穗轴节片下节位自然脱落的断穗种质）3. 新疆稻麦

我国固有的小麦品种特性：（一）早熟性（二）多花多粒性（三）特殊抗逆性

专题 9 杂种小麦的选育

杂种小麦生产面临的问题：

杂种产量远没达到预期的水平，丰产性不足；恢复系的恢复力不够高；特别是制种产量低；增加生产成本，限制杂种推广。

目前杂种小麦应该开展的工作

开辟新的不育细胞质源的研究；扩大恢复源的研究；杂种优势的研究；

开辟产生杂种小麦新途径的研究；质核杂种的研究；

恢复系的选育方法：连续回交转育法、杂交选育法、恢复基因累加法、测交筛选法