

外籍学者讲学材料之二十

小麦育种

美国俄勒岗州立大学农学院 W.E. 克劳斯坦德教授

(1981.10.17—10.22)

农业部教育局
山东农学院

1981.12

说 明

应中央农业部教育局的邀请，美国俄勒岗州立大学农学院教授克劳斯坦德博士（Dr. Warren Ervind Kronstad）于1981年10月17日—22日来我院讲学，讲学内容为小麦遗传育种。

克劳斯坦德博士在小麦育种教学和研究方面均有较深的造诣，是俄勒岗大学和洛克菲勒基金会合作研究课题的领导人，与墨西哥国际玉米和小麦改良中心的领导人、诺贝尔奖金获得者诺曼·布劳格博士及其他学者长期合作进行小麦育种方面的研究。克劳斯坦德博士所领导的研究室曾育成和发放了七个冬小麦新品种；本人先后发表过一百多篇文章，并在美国获“杰出教授奖”、“美国农学会特别会员”、“杰出服务奖”等许多荣誉称号和奖励。在他的指导下，总共有50多位学生获得了博士和硕士学位。

根据农业部的安排和委托，为使省内和邻近省市科研和教学单位的小麦育种工作者能参加听课和进行学术交流，特在山东农学院举办了“小麦育种”讲习班，共有教师和科研人员50人参加。

在接待和译编工作中受到中国农科院作物育种栽培研究所研究员王恒立同志的大力帮助和具体指导，在此深表谢意。

这本专集包括克劳斯坦德教授的讲授提纲、专题报告、问题解答、和论著选译等四个部分。讲授和解答内容，无书面材料，是根据课堂口译录音记录稿整理的，并用外语录音磁带核对。课堂讲演中所用的幻灯片和部分图表未能整理进去，并对部分内容作了适当的调整和精简。

本集未经克劳斯坦德教授审阅，在编译出版过程中，虽经有关人员努力，仍难免有错误之处，请批评指正。

编 译 组

一九八一年十二月

目 录

第一部分 讲授提纲.....	1
附： 植物遗传育种历史大事纪要.....	11
第二部分 专题报告.....	15
第一讲 小麦及其育种概述.....	15
第二讲 小麦育种的基本环节和方法.....	30
第三讲 小麦抗病育种.....	45
第四讲 小麦远缘杂交和冬春麦杂交育种.....	52
第五讲 小麦适应性育种与亲本配合力鉴定.....	57
第六讲 双列杂交及其应用.....	66
第七讲 诱变育种、杂种小麦及其它.....	71
第三部分 问题解答.....	75
第四部分 论著选译.....	87
一、一种在田间用于小谷类作物育种方案的电子称重和数据处理系统.....	87
二、小麦亲子代的株高与耐铝性、籽粒产量之间的回归估计值及其关系.....	89
三、在田间缺水条件下冬小麦品种对于干旱的反应.....	94
四、冬小麦的抗旱性及对旱地的适应性.....	101
五、适合于特定的残茬耕作制度下的作物选种.....	105

第一部分 讲授提纲

- 一、重要性及世界分布
- 二、美国研究小麦的组织
- 三、起源、分类及细胞遗传学
- 四、形态学、发育及生理学
- 五、生产实践
- 六、限制最高产量的因素
 - (一) 环境的影响
 - (二) 病害
 - (三) 虫害
- 七、育种与遗传学
 - (一) 育种中的重大历史事件
 - (二) 育种程序的基本步骤
 - (三) 引种和种质
 - (四) 传粉和受精
 - (五) 遗传的变异性
 - (六) 环境的作用
 - (七) 选择
 - (八) 杂交和基因组合
 - (九) 处理分离群体的方法
 - (十) 抗病育种
 - (十一) 品种发放和繁育体系
 - (十二) 特殊专题
 - (十三) 国际小麦改良和研究生培养规划
- 八、小麦在世界缺粮情况下所起的作用

小 麦

一、重要性及世界分布

(一) 重要性

1. 约98%的粮食是在种植谷物的土地上生产的, 谷物提供世界食物的最大部分, 占全世界总产的41%。

2. 小麦是种植最广的粮食作物(约24,000万公顷), 一年之中每一个月世界上总有地方在收获小麦。

3. 小麦是43个国家的主要食粮, 而且大约是十亿人或世界35%人口的主食。

4. 在中华人民共和国小麦仅次于稻, 在美国仅次于玉米, 而在俄勒岗州是第一号现金交易的作物。

5. 小麦和小麦粉在国际贸易中按重量

超过其他任何一种谷物。

6. 小麦是在约9,000~10,000年前最早得到栽培的作物之一。

7. 小麦比其他任何一种作物提供更多的食用干物质(37,400万吨无水分的谷物, 1979年)。

8. 小麦和稻是世界食物中提供热量的领先作物。

9. 小麦对世界食品提供的蛋白质比其他任何一种作物都多。

10. 小麦提供有价值的营养物质。除蛋白质外还含重要的矿物质和维生素。事实上, 每公顷小麦的氨基酸产量, 按每一

种必要的氨基酸来说,都远远超过畜产品。

11.小麦的独特之处是含谷朊蛋白质,可用来制造不少最终产品,其中包括面包、卷饼、脆薄饼干、小甜饼、饼干、蛋糕、炸面饼圈、松饼、薄煎饼、薄脆饼、面条、通心面、细条实心面等。

(二)世界分布情况

1.小麦主要种在温带,90%以上的种植面积位于北半球。

2.约有75%面积的小麦是秋播的;不过这既包括真正的冬性和兼性类型的小麦,也包括那些能播种在冬季气候一般不太冷的地区的春性小麦。

3.世界各国的分布

(1)图1可见到按国家区分的世界分布。

(2)表1内列出以苏联、美国、中国和加拿大等为代表的七个领先的小麦生产国,而以加拿大的生产量最高。

(3)图2说明小麦在中国的分布。

(4)图3说明小麦在美国的分布和销售分级情况。

(5)图4说明俄勒岗州小麦生产分布情况。

(6)表2列出对日照长度敏感、半矮化小麦的分布情况(从所谓的“绿色革命”的观点来看)。

二、美国小麦研究的组织

(一)机构

1.公立的

(1)联邦政府

- ①美国农业部
- ②美国国际开发署
- ③国家科学基金会
- ④国立公共卫生研究所
- ⑤国家航空和航天局
- ⑥竞争补助金

(2)州政府

- ①赠地大学

A 研究

B 教学

C 推广

2.私营的

- (1)种子公司
- (2)化学公司
- (3)研究机构
- (4)基金会
- ①洛克菲勒基金会
- ②福特基金会

(二)新品种的发放

1.种子繁育

2.品种保护

三、起源、分类及细胞遗传学

(一)起源

1.初生(原始)起源中心被认为在底格里斯河~幼发拉底河流域;并认为早在公元前15,000—10,000年,土耳其、伊朗、叙利亚、以色列就已种植。

2.最初栽培的是一粒小麦(*Triticum monococcum*)或二粒小麦(*T. dicoccum*)。

两种类型的穗都很脆,成熟时易折断。种子不易从小花部分离。

3.尼罗河沿岸埃及坟墓中发现的碳化麦粒,与现代的麦粒十分相似。

4.即使今日,靠近伊朗和以色列的地区,也常发生大量的遗传变异。

(二)分类

1. 小麦属禾本科 (Gramineae) 大麦族 (Hordeae), 它具有一个至若干个无柄的小穗交错排列在穗轴的两侧, 构成一个真正的穗。

2. Sakamura 于 1918 年第一个报导这些小麦类型具有不同的染色体数目。

(1) 二倍体具 14 个染色体 ($n=7$, A 型染色体组)。被栽培的一粒小麦 (*Triticum monococcum*) 可能是一切栽培小麦的始祖。认为一粒小麦是由野生一粒小麦 (*Triticum aegilopoides*) 通过选择其籽粒较大、茎与穗较健壮而不易折断者驯化而来。

(2) 四倍体具 28 个染色体 ($n=14$, AB 型染色体组), 它可能通过具 7 个染色体的小麦与具 7 个染色体的有亲缘关系的禾本科草本植物杂交而得。该小麦的亲本之一想必是一粒小麦, 至于该禾本科草本植物到底是什么种, 则众说纷纭。在对染色体形态学研究的基础上, 有人认为, 提供 B 染色体组的亲本, 倘非拟斯卑尔脱山羊草 (*Aegilops speltoides*), 就是 *Triticum tripsacoides* (*Aegilops mutica*), 二者必居其一。四倍体小麦包括硬粒小麦 (*T. durum*)、圆锥小麦 (*T. turgidum*) 和波兰小麦 (*T. polonicum*)。

(3) 六倍体具 42 个染色体 ($n=21$, ABD 染色体组), 看来比二倍体和四倍体类型进化得晚些。这种小麦似乎来源于具 14 个染色体和具 7 个染色体的与其有亲缘关系的小麦 (可能是节节麦 *Aegilops squarrosa*) 杂交。六倍体小麦有斯卑尔脱小麦 (*T. spelta*)、普通小麦 (*T. aestivum*)、密穗小麦 (*T. compactum*) 和印度圆粒小麦 (*T. sphaerococcum*)。

(三) 细胞遗传学

1. 染色体的形态

对小麦染色体的个体进行鉴定, 由于不能进行良好的粗线期培养而很困难。然

而, 通过用六倍体小麦 21 个染色体的每一个染色体的单体系就有可能观察到各特定染色体的个体结构特点, 获得染色体长度与染色体臂长比、次生结构及随体等资料。因此, 在不同倍性水平上通过有丝分裂的成套染色体组型模式的展现和单体系的利用, 完全可以获知小麦染色体的形态特征。

2. 染色体结构的改变

(1) 在所有倍性水平上都会发生相互易位。各种类型的辐射以及品种间、种间或属间的杂交, 都可导致易位。

(2) 在绘制连锁详图过程中观察到臂内倒位和臂间倒位, 其频率可能取决于遗传。这一发现还证明倒位在小麦进化史中一直起着重要作用。

(3) 顶端着丝点染色体和等臂染色体包括具顶端着丝点的单臂染色体和具等臂的双臂染色体。这些知识对于基因绘图研究是有用的。

3. 染色体数目的变异

① 整倍性

单倍性和较高水平的多倍性都会发生染色体基数加倍, 小麦的二倍体组、四倍体组和六倍体组中都有此现象。X = 染色体基数 = 7; $n=7, 14, 21$; $2n$ 分别为 14, 28, 42。

② 非整倍性

单体和缺体分别为 $2n-1$; $2n-2$ 。单体小麦植株 (41 个染色体) 自花传粉所产后代类型和频率如下表:

卵 子	花 粉	
	21 个染色体 96 %	20 个染色体 4 %
21 个染色体 25 %	双体 24 %	单体 1 %
20 个染色体 75 %	单体 72 %	缺体 3 %

(3) 三体或四体为 $2n+1$ 或 $2n+2$ 。

(4) 减数分裂的行为

小麦染色体在细胞学上通常都配对成二倍体(A, B, D染色体组 2×2)。不过, 这种配对似乎是在遗传的控制之下进行, 这与5B染色体有关。因此, 小麦的四倍体组和六倍体组的染色体通常是形成象

那些二倍体组一样的二价体, 而不是形成多价体。在没有5B染色体的情况下, 不同染色体组的染色体之同源节段之间可发生部分配对。

5. 附加系和取代系

四、形态学、发育及生理学

(一) 形态学

1. 根系(须根系)

(1) 种子根

(2) 不定根或冠生根(Coronal roots)

(3) 初生根颈(Primary crown)

(4) 次生根颈(Secondary crown)

(5) 节间

(6) 胚芽鞘

2. 茎秆

(1) 节(6节)

(2) 节间

(3) 空心茎对实心茎

(4) 高度

(5) 强度

(6) 叶子

3. 花序

(1) 穗或穗头(类型)

(2) 小穗

(3) 小花

4. 成熟的籽粒或颖果

(1) 胚芽或胚

(2) 胚乳

(二) 发育

1. 发芽

2. 出苗

3. 根的发展

4. 茎的发展

5. 花序

6. 小孢子发生

7. 大孢子发生

8. 传粉

9. 受精

10. 生长期

(三) 生理学

1 温度

(1) 小麦发芽的最适温度范围为 $20-22^{\circ}\text{C}$, 最低温度是 4°C 。

(2) 经过耐寒锻炼的冬小麦, 在雪的保护下于 -40°C 的低温条件下尚能存活; 无雪覆盖时只能耐受 -25°C 低温。未经锻炼而又无任何保护的冬小麦, 其植株可能于 -10°C 下受害。 5°C 低温可导致花粉不育。

(3) $15-20^{\circ}\text{C}$ 的温度对小麦的春季生长有利。

2. 春化

3. 光的影响

对日照长度敏感的和不敏感的。

4. 呼吸作用及光合作用

5. 麦芒的作用

6. 营养

植物必需的大量元素是碳、氢、氧(构成干物质的 $90-95\%$)。

大量元素

氮: 氮是构成一切氨基酸、蛋白质和有关化合物必不可少的成分, 可于叶绿素及各种辅酶中找到。土壤中的氮无论是有机态还是无机态, 都通过硝化作用并转化为硝态氮。氮是植物营养中最重要同时又最容易损失的元素。

磷: 酸性土壤的有效磷含量特别低。它主要以正磷酸盐离子(H_2PO_4^-)的形

式为植物所吸收。磷为细胞分裂所必需，因此植物发育的各阶段都需要磷。作为三磷酸腺苷（ATP）和各种磷酸化产品，磷几乎参与细胞的一切合成反应，在能量传递、呼吸及光合中起关键作用。

钾：钾的专性作用不明。它被认为能增进光合效率，增加对某些病害的抗性以及加大水分利用率，有助于保持碳水化合物和蛋白质之间的平衡。

硫：以硫酸盐离子（ SO_4^{2-} ）的形式被吸收，或在大气中存在有硫气体时可通过叶以 SO_2 的形式被吸收。某些氨基酸中也有硫。

钙：参与植物体特别是中层的建造。看来，钙对于小麦根系中的线粒体形成是不可缺少的，它有助于阴离子的吸收，为正常的有丝分裂所必需，同时可能对膜的稳定性及离子的可透性有影响。

镁：是叶绿素分子中唯一的金属元素，它参与光合作用。它主要在与碳水化

合物代谢有关的各种酶活动中起作用。

微量元素

微量元素有铁、锰、硼、锌、铜、钼及氯。

生产100公斤小麦所需氮、磷、钾的数量为：

N : 2 — 3 公斤

P_2O_5 : 1.2—1.5公斤

K_2O : 1.5—2 公斤

7. 除草剂

利用选择性除草剂防除杂草，近年来进展十分迅速。

十九世纪后期发现，硫酸铜可防除禾谷类作物的杂草——田芥菜。后来发现，许多其他化学药品对某些杂草种类有选择性防除作用，或对土壤有消毒作用。

目前，对于除草剂的兴趣已转移到使用有机化学制剂方面来了。其中许多制剂实际上是一些与植物酶类和植物激素十分接近的生长调节剂。家喻户晓的一种也许是2,4-二氯苯氧乙酸（2,4-D）。

五、生产实践

（一）品种

小麦品种最好能具备小麦栽培者和小麦产品加工者所梦寐以求的一切理想特性，但这是根本不会有的事。在选择小麦品种时必须考虑的是成熟时期、耐寒性、抗病虫能力、是否容易落粒和倒伏、品质、产量等因素。在许多品种都适用的地区，栽培者可能难以作出抉择。这时，选择品种须根据试验结果、栽培经验和市场需要而定。不过，需引起极大注意的是，要避免大面积栽培单一品种，否则在病害构成上发生变化时，可能引起大幅度减产。

（二）优良种子

常被忽视的一个因素是种子的质量。在考虑种子的质量时，十分重要的是

要注意种子的发芽率、有无杂草种子、品种的纯度、是否混杂有其他作物的种子、种子的外观等。

保证种子高质量的一个方法，是拟定一个种子检定程序，包括：1.追溯种子的历史，查明该品种的原始亲本；2.指定受过训练的人员进行田间调查，以了解品种、杂草和病害等情况；3.由训练有素的专职人员对种子进行实验室分析，并进行发芽试验。许多小麦品种看起来相同，但它们对各种自然灾害如病害的反应却有很大差异，因此对品种进行鉴定十分重要。

（三）种子处理

对于特定的病虫害，有许多化学防治方法和其他处理方法可资利用。例如，萎锈灵（Vitavax）可防治许多种子所带来

的病害,如散黑穗病(*Ustilago tritici*)。

(四) 土壤管理

由于小麦具有广宽的地理适应性,故在化学特性和物理特性差异极大的土壤上均能栽培。也许主要需关心的是土壤的肥力。现在有充分证据说明,某些作物种类不仅在肥力低的土壤上表现较好,而且不同品种对这种土壤以及随后的施肥处理,反应亦不相同。

为了提高土壤pH值,以调节其它一些养分(如磷等)的有效性和控制像铝一类有毒元素的溶解度,掌握好对酸性土壤进行添加的时机颇为重要。

大量元素和微量元素的重要性上面已经谈及,而且已被普遍认可。其他因素,诸如土壤湿度、土壤温度、土壤和机械的阻碍,则可能关系到土壤表面状况及出苗,关系到心土层和根系限制区的状况。

(五) 种植制度和轮作

英国罗桑姆斯特德试验站于1852年开始在布罗德鲍克试验场(Broadbalk Field)进行小麦的连作试验,这是最早的一项连作试验。除一次减产外,产量水平多年一直保持稳定。大体说来,小麦栽培制度的类型取决于周围环境特别是水分的约束。在年降雨量少于450毫米的地区,可采用夏季休闲,即在特定地块上每二年种植一茬小麦,也就是说,使二年积累起来的水分供给一茬作物利用。为在这样干旱的土地条件下积存足够的水分,人们创造了一种特殊的管理措施,它包括土壤覆盖和适当的杂草防治。

年雨量在450毫米以上的地区,可采用一年一茬的栽培制度。但在近几年,特别是在有灌溉条件的情况下,间作和复种的栽培制度得到了发展。在实行这些栽培制度的情况下,作物的成熟期和作物类型以及其他因素就变得十分重要了。除水分数量之外,全年的雨量分布可能也较重要。温

度也是一个重要因素,冬季气候比较温和的地区,可以秋播春小麦。这样还有一个好处,即由于春小麦的许多品种对日照长度不敏感,其早熟性比较适宜于复种制度。在冬季温度低的地区,晚春霜冻与早熟之间的矛盾可能是个问题。

在风蚀和水蚀酿成危害的许多地区,现在正在发展一种包括少耕或免耕在内的新的耕作管理制度。

(六) 播种方法

在实行夏季休闲的干旱地区,已设计出一种特种条播机,它的工作步骤是先开沟,尔后将种子播入干土覆盖下的湿土内。还研制了其他类型的条播机,这些条播机可将化肥准确地送到种子或其附近。不过,世界上许多地区仍在使用人工撒播。

(七) 播种期、播种量和播种深度

一般说来,冬播小麦由于生长季节较长,产量比春播小麦高。不过,在选择最适播种期的时候必须考虑若干因素,例如避开病虫害、干旱、霜害和冻害,就是说,必须考虑能使小麦植株保证得到良好的发育。

使用的播种量往往比实际需要量高得多。许多农民认为,要保证出苗良好,播种量最好大一些。随着半矮化品种的育成从而提高了分蘖能力,降低播种量应该是可能的。影响播种量的其他因素,例如行距,每一产麦区均须调查研究。一般说来,干旱地带的谷物生产地区,均采用较宽的行距。

还须确定各特定地区的最适播种深度。例如,半矮化品种深播有时不易出苗。其部分原因在于株高与胚芽鞘长度之间显然存在着联系。这个问题在土壤表面常发生板结的地区则更为复杂。

(八) 杂草防治

研究结果清楚地表明,由于杂草的竞争可使小麦大幅度减产。那些与小麦生活

周期相同的杂草种类，最难防治。轮作，包括栽培中耕作物或休闲，是防治杂草的有效方法。播种无杂草种子混杂的优质种子也十分重要。所以，田间出现与小麦同时成熟的杂草种类的地区，引入新的种子是重要的。

除草可采用手工、机械或除草剂。值得注意的是，随着除草剂的使用，出现了杂草种群对化学药剂产生抗性的趋势，因而除草剂需要配合使用。

(九) 收获方法

小麦的收获有许多不同方法，可根据人力物力选择最相宜的一种。雨季可能出现在接近收获末期的地区，小麦可于蜡熟前期收割并随之进行干燥。不过，小麦通常是在籽粒含水量低于12%时收获。

(十) 贮藏

贮藏不适当，会引起严重问题和损

失。贮藏时籽粒的含水量太高，或者由于温度不适宜而使病虫害蔓延，这些情况都可能造成损失。

(十一) 不同国家的栽培措施

在比较几个国家的栽培措施时，会发现一些十分有趣的共同点和一些不同表象。再者，影响生长季节长短的湿度和冬季温度，似乎也会影响到栽培措施的采用。对不同国家进行考察，观察他们如何改进栽培措施以适应特定环境条件下的农业生产，从中可以学到许多东西。回顾一些国家的小麦生产情况，例如中华人民共和国、南朝鲜、土耳其、墨西哥和美国的情况，就会相信这是千真万确的。当然，对于一些幅员辽阔的国家来说，即使在本国范围之内气候也有很大差异，因此采用的小麦栽培措施也有很大不同。

六、限制最高产量的因子

(一) 环境的影响

1. 温度

(1) 霜害

(2) 冻害

2. 水分

(1) 水分过多

(2) 干旱

3. 光

4. 生长季节的长短

5. 萌芽

6. 风

7. 雹

8. 空气污染

9. 杂草

10. 土壤问题

(1) 缺乏营养

(2) 酸性土壤

(3) 缺少矿物质

11. 除草剂药害

(二) 病害(生活史、流行病学、防治)

1. 叶病和穗病

(1) 秆锈病 (*Puccinia graminis tritici*)

(2) 叶锈病 (*Puccinia recondita tritici*)

(3) 条锈病 (*Puccinia striiformis*)

(4) 小麦腥黑穗病 (*Tilletia caries*)

(5) 小麦矮腥黑穗病 (*Tilletia controversa*)

(6) 小麦散黑穗病 (*Ustilago tritici*)

(7) 小麦秆黑粉病 (*Urocystis tritici*)

(8) 小麦粒腥黑穗病 (*Neovossia indica*)

(9) 小麦花叶病毒

(10) 小麦条斑花叶病毒(小麦拐节病)

(11) 大麦黄矮病毒

(12) 疮痂病或镰刀菌穗烧病 (*Fusarium* Spp.)

(13) 麦角病 (*Claviceps purpurea*)

(14) 白粉病 (*Erysiphe graminis*)

(15) 燕麦霜霉病 (*Sclerophthora macrospora*)

(16) 叶枯病 (*Septoria tritici*)

(17) 颖枯病 (*Septoria nodorum*)

(18) 雪腐病 (*Fusarium nivale*)

(19) 黑颖病 (*Bacterium translucens*)

2. 根病及根腐病

(1) 小麦斑点病(小麦根腐病) (*Helminthosporium sativum*)

(2) 小麦全蚀病 (*Gaeumannomyces graminis*)

(3) 眼斑、秆腐 (*Cercospora herpotrichoides*)

(4) *Cephalosporium* 条纹病 (*Cephalosporium gramineum*)

(三) 昆虫、动物和鸟类

1. 根线虫病 (*Heterodera* SPP.)

2. 燕麦根线虫病 (*Heterodera avenae*)

3. 小麦瘿蚊 (*Mayetiola destructor*)

4. 各种蛱蝶

5. 各种金针虫

6. 美洲粘虫 (*Pseudaletia unipuncta*)

7. 美洲麦秆黄潜蝇 (*Meromyza americana*)

8. 普通蛀茎夜蛾 (*Papaipema nebris*)

9. 麦茎蜂 (*Cephus cinctus*)

10. 橙足负泥虫 (*Oulema melanopus*)

11. 各种蜡象

12. 各种蚜虫

13. 各种蓟马

14. 各种螨

15. 各种蝗虫

16. 各种鸟类

七、小麦育种学和遗传学

植物育种是对植物进行遗传调节,使之更好地为人类服务;或者说,植物育种是改变和改进植物遗传性的一种艺术和科学。

(一) 植物育种的重大历史事件

自有历史记载时起,小麦已是栽培作物。在公元前300年,帕雷托(Plato)的一位名叫Theophrastus的学生在他的“植物调查记事”中写道:“直接用栽培地点命名的小麦有许多个种”。系统植物学的始祖林奈在1753年描述过小麦属的七个种,三个主要的种是普通小麦、密穗小麦和硬粒小麦。

早期小麦育种中的几个划时代事件是:

1. 英国的Biffen(1903)在报导中说,孟德尔原理适用于小麦育种。

2. 华盛顿州立大学的Spillman(1909)用小麦作供试材料,独立地再次发现孟德尔法则。

3. 在十九世纪初叶,英国的LeCoureur和美国的Patrick Shirreff开始用纯系选择法或系谱法着手改良小麦。不过,在这个时期强调有目的地进行杂交以获得抗锈病小麦,并制订出一个卓有成效的育种方案者是澳大利亚的William Farrer。

4. Nilsson-Ehle's(1908)对小麦的籽粒颜色进行了研究,由此奠定了复因子假说,并对越亲分离作出解释。

5. E.R.Sears通过对各种四体和缺体组合补偿效应的研究,阐述了复因子的关系。他揭示三个染色体组中七个染色体的相互关系如下:

每个染色体组的 染色体数目	染色体组		
	A	B	D
1	1A	1B	1D
2	2A	2B	2D
3	3A	3B	3D
4	4A	4B	4D
5	5A	5B	5D
6	6A	6B	6D
7	7A	7B	7D

Sears指出, 缺失染色体7A (7A的缺体) 但拥有额外一对7B或者7D (四体) 的小麦植株, 在表型上必然与常态植株接近。正如根据Sears所奠定的染色体同源学说所预期的那样, 在3A、3B和3D的染色体上发现了Nilsson-Ehle's的三个红色基因。

植物育种中还有一些重大事件对于更好地了解小麦遗传作出了贡献, 它们是:

有充分证据说明, 现代所栽培的一切重要的粮食作物, 实际上东半球在五千年前和西半球大约在三千年前就有栽培。25万种高等植物中, 已被利用的有3,000种, 有150种曾被广泛利用。今天我们正在做基因驯化工作。

(二) 育种程序的基本步骤

1. 创造有用的遗传变异
2. 采用适当的选择压力
3. 优良后代的分离及评价

4. 繁殖及区域分布

(三) 引种和种质

1. 作物引种程序
2. 世界性种质的搜集

(四) 杂交

(五) 遗传的变异性

1. 质量遗传性状
 - (1) 不连续的变异
 - (2) 统计分析 (卡平方)
2. 数量遗传性状

(1) 连续变异

(2) 统计分析 (平方数、方差、关联性)

(六) 环境的作用

1. 控制及评价环境因子

(1) 环境变异的根源

2. 变异的测定

(1) 对照品种

(2) 试验设计

3. 遗传力

(1) 广义

(2) 狭义

(七) 选择

1. 纯系选择

2. 混合选择

(八) 杂交及基因组

1. 传粉方法的遗传学意义

2. 影响分离的因子

(1) 涉及的基因数

(2) 连锁

(3) 每一基因的等位基因数

(4) 染色体畸变

(九) 处理分离群体的方法

1. 系谱法

2. 集团选择法

3. 回交法

4. 单粒传

(十) 抗病育种

1. 宿主与寄生物之间的相互作用

(1) 毒性

(2) 无毒性

(3) 感性

(4) 抗性

(5) 耐性

(6) 免疫性

(7) 过敏性

(8) Flor氏基因对基因假说

2. 抗病性的类型

(1) 垂直抗性

(2) 水平抗性

(十一) 品种发放和繁育体系

(十二) 特殊专题

1. 为籽粒产量及其稳定性而育种
2. 为广泛适应性对专化适应性而育种
3. 选择最有希望的亲本组合
4. 突变育种
5. 杂交小麦
6. 一年多代

7. 新途径

(1) 细胞核融合

(2) DNA重组

(3) 组织培养

(4) 染色体工程

(十三) 国际小麦改良和研究生培养

规划

八、小麦在世界缺粮情况下所起的作用

全世界生产32.7亿吨粮食，化费了一万年时间（即从开始有农业生产以来到1974年止）。往后的40年到60年，假如每

人消费的粮食与今天相同，那么必须生产66亿吨粮食。要完成这个任务，小麦将起极其重要的作用。

附一：

表1 七个主要小麦生产国家

总 产 (百 万 吨)				
	1975	1976	1977	1978
苏 联	68	94	93	119
美 国	58	58	55	50
中 国	41	43	40	44
加 拿 大	17	24	20	21
法 国	15	16	17	21
意 大 利	9.6	9.5	6.3	8.8
土 耳 其	15	17	17	17
全 世 界	355	418	387	441

面 积 (百 万 公 顷)

	1975	1976	1977	1978
苏 联	62	59	62	63
美 国	28	29	27	23
中 国	30	31	32	32
加 拿 大	9.5	11	10	11
法 国	3.9	4.3	4.1	4.1
意 大 利	3.5	3.5	2.8	3.5
土 耳 其	9.3	9.3	9.3	9.3
全 世 界	229	236	232	232

单 产 (吨/公顷)

	1975	1976	1977	1978
苏 联	1.1	1.6	1.5	1.9
美 国	2.1	2.0	2.1	2.1
中 国	1.4	1.4	1.3	1.4
加 拿 大	1.8	2.1	1.9	2.0
法 国	3.9	3.8	4.2	5.1
意 大 利	2.7	2.7	2.3	2.5
土 耳 其	1.6	1.8	1.8	1.8
全 世 界	1.6	1.8	1.7	1.9

表 2 1961—65及1977—79两个时期世界部分地区和国家小麦生产情况的比较
(引自Borlaug, Anderson和Hanson)

地区和国家	面积 (千公顷)			单产 (公斤/公顷)			总 产 (千吨)		
	61—65	77—79	变化 %	61—65	77—79	变化 %	61—65	77—79	变化 %
孟 加 拉	60	205	242	609	1,790	194	37	367	390
中 国	25,195	27,767	10	882	1,867	112	22,230	51,833	133
印 度	13,402	21,533	61	835	1,482	77	11,191	31,913	185
伊 朗	3,580	4,850	35	802	1,115	39	2,837	5,406	88
伊 拉 克	1,210	1,368	13	701	756	8	849	1,033	22
约 旦	249	118	-52	721	373	-48	180	44	-75
朝鲜民主主义 人 民 共 和 国	50	147	194	1,063	2,333	119	85	343	303
尼 泊 尔	109	357	228	1,236	1,109	-10	135	396	193
巴 基 斯 坦	4,984	6,482	30	833	1,412	70	4,153	9,152	120
叙 利 亚	1,396	1,508	8	783	926	18	1,093	1,396	28
土 耳 其	7,959	9,340	17	1,079	1,824	69	8,585	17,040	98

资料来源: 联合国粮食及农业组织生产年鉴, 1961—65年数字引自1976年年鉴,
1977—79年数字引自1979年年鉴。中国1977—79的数字来自中国农业部
(刊于美国农业部出版的“中华人民共和国农业试验站”增刊6,
WAS—21, 36页。)

附二: 植物遗传育种历史大事纪要

1694年 Camerarius第一个证实植物有性的区别, 同时提出通过杂交获得新类型的设想。

1716年 Mather观察到玉米穗的异花授粉效应: 从栽植于红色或青色玉米近旁的黄色玉米所获的玉米籽

- 粒必然为混合色。
- 1717年 Fairchild第一个记载了植物人工杂交种——香石竹。
- 1760年 Koelreuter整理了菸草杂交、亲缘植物种间杂交以及昆虫与风的作用的详细记录。
- 1759至1835年 Knight将杂交技术运用于植物改良的实践,指出雄性与雌性亲本对子一代的贡献相等;在子二代中发生分离。
- 1778年 Herbert将不耐寒植株与耐寒植株进行杂交,子一代为中度耐寒,得出性状可遗传的结论。
- 1826年 Sagaret及1828年 Wergmain对多种植物进行杂交。Sagaret创造了“dominance”(显性)这一术语,同时发现双亲的性状在以后各代再分配的现象。
- 1858年 Grimm——明尼苏达州的苜蓿。
- 1858年 Wallace与Darwin——自然选择学说。
- 1859年 Darwin根据变异性、生存竞争和自然选择发表了“物种起源”。他对该时期的研究工作起着主宰作用(孟德尔除外)。他指出了近亲繁殖的影响、可育性、不育性及正反交的差异;开创了用现代实验方法探索生物学问题的新时期。
- 1860年 Vilmorin(Louis)着重指出自花授粉在常规育种中的价值(小麦及糖用甜菜)。
- 1861年 Schultze指出原生质为一切生物有机体的不可缺少的成分。
- 1860至1865年 Naudin与孟德尔的研究如出一辙。他认为全部子一代植物均为双亲的嵌合体(仅对细胞核而言)。描述了生殖细胞中的“精髓”以不同比例分离并于后代重新组合。他用的材料是曼陀罗植物,试验很复杂。
- 1866年 Mendel的“植物杂交试验”问世。其遗传的单位因子、分离、重组及显性规律于1900年为De Vries(荷兰)、Correus(德国)、Tschermak(澳大利亚)等人所重新发现。
- 1867年 Bidwell(美国)在育种中第一个对玉米作了去雄试验。
- 1875年 Pringle Progress在美国首次育成燕麦杂交种。
- 1875年 Strasburger第一个绘制了染色体图。
- 1879年 Strasburger指出细胞核仅来源于细胞核;受精是两个亲本细胞核的结合。
- 1878至1881年 Beal(密执安州)对玉米品种进行杂交,以提高商品玉米的产量。
- 1878年 Vilmorin(Henry)第一个作了广泛的种间杂交工作,对小麦 *T. vulgare* × *T. polonium* 与硬粒小麦进行杂交。
- 1878年 Horsford最早育成著名的大麦杂交种。
- 1881年 Focke论述育种的书——“胚乳直感”问世。书中对孟德尔的工作作了概括介绍。
- 1881至1891年 Weismann撰写了论述遗传和进化的十二篇文章,对生物学的发展方向及思维方法具有重要的指导意义。概括介绍了一些知识并指出其广泛的含义。这十二篇文章包含三个主题:1.种质的连续性;2.双亲具有同等的遗传性;3.获得性状不能遗传。
- 1886年 Schindel(宾夕法尼亚州)最先育成小麦杂交种Fulcaster。

- 1886年 Galton设计出相关表。
- 十九世纪九十年代 Farrer (澳大利亚) 实施了一个规模宏大的小麦抗锈病杂交育种计划。
- 十九世纪九十年代 Hays, Centgener进行小麦及燕麦试验, 在燕麦与小麦上运用了系谱法。
- 1891年 Kellerman与Swingle对玉米穗的粉质首次作分离计数。
- 1892年 Bailey (康奈尔大学) 在一篇论述植物杂交的文章中将孟德尔的工作列入参考文献。孟氏的这篇著作系由Focke氏提供而复制的。
- 1896年 Hopkins (伊利诺斯州) 提出玉米穗行选择法。对入选穗作了后代测验。
- 1899年 Nowashin (俄国) 与Guignard (比利时) 发现双受精作用。Correns在测验双受精效果时发现了孟德尔定律。
- 1900年 再次发现孟德尔定律。
- 1900年 这一年被认为是用科学方法探索植物育种的开端——通过Devries (荷兰)、Correns (德国)、Tschumak (澳大利亚)、Spillman (美国) 等人的研究, 再次发现孟德尔定律。
- 二十世纪头十年 Spillman通过小麦杂交, 发现亲本类型在子二代中恢复原状, 有人认为他是孟德尔定律的重新发现人之一。
- 1900年 Hartley (美国农业部) 着手玉米的同系交配。
- 1902年 Devries根据在红秆月见草上见到的现象提出突变学说。
- 1901—1902年 Bateson呼吁公众重视孟德尔的工作。
- 1903年 Johannsen (丹麦) ——纯系学说。
- 1903年 Biffen (英国) 通过单因子配对控制条锈病。最先从事抗病的遗传研究。
- 1905年 Shamel报导了三代玉米近交种的产量, 随后进行了杂交。首次报导近交系杂交。
- 1905年 East与Shull——开始作玉米的同系交配。
- 1905至1907年 Williams (俄亥俄州) 提出玉米的剩余育种计划。
- 1907年 Norton对小粒谷类作物以杆行种植法取代小区。
- 1908年 East发表了同系交配的研究工作。
- 1908年 Nilsson-Ehle用多因子解释小麦种皮颜色的遗传。
- 1909年 Emerson——复等位基因。
- 1909年 Shull对近交种作了广泛杂交, 以形成杂交种。
- 1910年 Bruce, Keeble, Pellew 取有利的显性基因作因子遗传以获得杂种优势。
- 1911年 Collins及Kempton在玉米上证实连锁。
- 1912年 Jennings发现自花传粉使每一代的杂合性减少二分之一。
- 1916年 Shull采用“heterosis” (杂种优势) 一词, 以取代“heterozygosis”。
- 1919年 Jones 认为杂种优势是由显性基因与有利基因连锁所致, 这种解释继续得到公认。
- 1917年 首次育成商品玉米杂种——一个玉米双交种。
- 1920年 East与Jones通过杂交获得菸草品种。

- 1921年 Wright——亲代与后代间的生统关系。
- 1922年 Sax——小麦的染色体组可能与二倍体植物种有亲缘关系。
- 1926年 Percival——多倍体小麦的起源。
- 1927年 Stadler——用X射线辐射植物。
- 1927年 Craigie (加拿大) 进行锈病真菌的杂交与突变研究。
- 1927年 Hayes与Garber——作物育种。
- 三十年秋水仙碱, 胚的培养。
- 代后期
- 1930年 McFadden成功地将四倍体小麦秆锈病抗性导入六倍体小麦。
- 1933年 Rhoades——玉米的细胞质雄性不育。
- 1935年 Vavilov (苏联) 的“植物育种的科学基础”一书告成。美国的育种学家们于1949年得到此书。
- 1936年 Fisher——统计法。方差分析。
- 1936年 Love 与 Snedeior——试验设计。
- 1941年 通过学术讨论会、座谈会等方式, 开始了一个迅即交流研究成果的时期。
- 自1941年以来, 已有不胜枚举的科学发现和技术上的改进, 它们对于植物育种始终具有重要意义。正如D.C.Smith所指出, 通过出版简报和专题论文集等形式, 将研究成果即刻在植物育种者之间进行交流, 也许是一种意义最重大的进步了。在如此众多的资料中, 当今人们经常利用的有如下列:
- 1948年 Sears——小麦及其亲缘植物的细胞学及遗传学述评。
- 1954年 同上。
- 1958年 同上。
- 1956年 Kihara——*tricum*, *Aegilops*, *Secale*及*Agropyron*的相互关系。
- 1951年 Smith及Nilan——大麦概述。
- 1964年 Nilan——大麦概述。
- 1951年, 1956年, 1964年 Nagao, Morinaga, Chang——稻的种类及它们的遗传习性。
- 1954年 Yarnell——蔬菜作物的细胞遗传学。
- 1955年 Sprague——玉米专著。
- 1961年 Coffman——燕麦专著。
- 1953年, 1959年 Walker——蔬菜作物的抗病性。
- 1951年 Painter——蔬菜作物的抗虫性。
- 1955年 Eigsti及Dustin——秋水仙碱的性质及作用。
- 1956年 Gableman——蔬菜育种中的雄性不育。
- 1963年 Wright——林木育种。
- 1950年 Gowen——杂种优势。
- 1960年 康奈尔大学——突变育种。
- 1962年 Hanson 及 Robinson——数量遗传。
- 1966年 Fry——衣阿华州立大学的植物育种学术讨论会。
- 1967年 Quisenberry与Reitz——小麦及小麦改良。
- 1981年 Fry——衣阿华州立大学第二次植物育种学术讨论会。