

小麦细胞与分子遗传研究

STUDY OF CYTOGENETICS AND MOLECULAR GENETICS IN WHEAT

姚景侠 主编

南京出版社

小麦细胞与分子 遗传研究

STUDY OF CYTOGENETICS AND
MOLECULAR GENETICS IN WHEAT

主 编:姚景侠

主要执笔者:程杰旭 蒋建东 李浩兵 刘朝晖

汪玉琦 周恩惠 徐 杰 姚景侠

顾上旭 张德强 钟少斌

南京出版社

内 容 提 要

本书是作者多年从事小麦研究的总结,主要包括:染色体分带,非整倍体利用,染色体图像电脑自动分析,染色体 DNA 原位杂交和基因定位,分子标记及其在育种上的应用等。每项内容都综述了国内外的研究动态及发展方向,并结合自己的研究工作,详细地描述了各项科研工作的研究方法和技术,是一本理论与实践相结合的科学著作。可供有关科研工作者、大学师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

小麦细胞与分子遗传研究/姚景侠主编. —南京:南京出版社,2000.8

ISBN 7-80614-572-9

I. 小… II. 姚… III. ①小麦-细胞遗传学-研究
②小麦-分子遗传学-研究 IV. S512.101

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 35238 号

小麦细胞与分子遗传研究

姚景侠 主编

南京出版社出版发行

南京气象学院印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:13.25 字数:336 千

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-80614-572-9/S·28

定价:23.00 元

目 录

第一章 小麦遗传育种研究进展	(1)
第一节 国内外小麦生产动态	(1)
第二节 当前育种的策略和方法	(6)
第三节 小麦性状遗传与相关性分析	(8)
第四节 小麦矮秆遗传与育种	(10)
第五节 小麦品质遗传与育种	(12)
第六节 小麦冠层结构与高光效育种	(14)
第七节 小麦抗病遗传与育种	(16)
第八节 小麦抗逆性遗传与育种	(49)
第九节 小麦细胞遗传与染色体分析和分子生物学研究	(54)
第十节 小麦远缘杂交及其在育种上的应用	(59)
第十一节 杂种小麦的遗传育种研究	(64)
第十二节 太谷核不育小麦遗传及其在育种上的应用	(67)
第二章 小麦抗白粉病基因定位与外源抗白粉病基因导入	(70)
第一节 白免 3 号小麦抗白粉病基因单体分析	(70)
第二节 小麦抗白粉病基因定位	(77)
第三节 小麦抗白粉病遗传分析及基因定位研究进展	(81)
第四节 利用六倍体小黑麦与普通小麦杂交改良小黑麦	

.....	(100)
第五节 小黑麦异代换系和易位系的选育与细胞学鉴定	(105)
第六节 1B/1R 易位系 - “84059 - 4 - 2” 的细胞学鉴定	(110)
第七节 一个小麦 - 黑麦染色体代换系的细胞学鉴定	(116)
第八节 六倍体小黑麦抗白粉病基因导入普通小麦的研究	(119)
第九节 小黑麦遗传与育种	(126)
第十节 八倍体小簇麦与普通小麦杂交导入抗病基因	(133)
第十一节 阿拉拉特小麦与普通小麦杂交种及其后代的白粉病抗性与细胞学分析	(138)
第三章 小麦染色体分带与核型分析和带型分析	(143)
第一节 用 C - 带技术识别小麦 21 对染色体及染色体结构变异	(143)
第二节 “冰麦” 的核型分析和 C - 带带型分析	(148)
第三节 簇毛麦及其与普通小麦杂种双二倍体的 C - 分带分析	(152)
第四节 节节麦核型和 C - 带带型分析	(156)
第五节 野燕麦的 C - 带核型研究	(160)
第六节 普通小麦染色体易位系端体测定的细胞学分析	(165)
第七节 普通小麦双端二体的细胞学行为及其在易位系检测中的应用	(169)
第八节 普通小麦一个新的 5B/7B 染色体相互易位系的发现	(173)
第九节 八倍体节节麦 - 燕麦部分双二倍体的细胞遗	

传学鉴定·····	(176)
第四章 控制小麦染色体配对的 Ph 基因突变体细胞学行	
为及其在育种上的应用研究·····	(182)
第一节 小麦 Ph 基因突变系、5B 缺体 5D 四体等与普通小麦杂交杂种后代的育性表现·····	(182)
第二节 小麦 Ph 基因突变系、5B 缺体 5D 四体等与普通小麦杂交的杂种后代若干经济性状的遗传分析·····	(189)
第三节 Ph 基因突变系品种间杂交后代细胞学观察·····	(193)
第四节 Ph 基因对小麦与黑麦杂种减数分裂染色体联会的影响·····	(199)
第五节 新转育的 5B 缺体 - 5D 四体的细胞学鉴定·····	(204)
第五章 麦类作物染色体 DNA 原位杂交研究·····	(209)
第一节 植物染色体 DNA 原位杂交研究进展·····	(209)
第二节 用原位杂交技术检测小麦异源染色质及定位核糖体 DNA·····	(242)
第三节 麦类作物 DNA 原位杂交及其在远缘杂种染色体分析中的应用·····	(246)
第四节 麦类作物原位杂交影响因素的研究·····	(252)
第五节 生物素标记的重复 DNA 序列与黑麦染色体的原位杂交·····	(254)
第六节 小麦 - 簇毛麦染色体的 DNA 原位杂交研究·····	(256)
第七节 麦类作物染色体的 DNA 原位杂交研究·····	(258)
第八节 物种特异性探针在球茎大麦染色体上的原位杂交·····	(264)
第六章 植物染色体图像计算机自动分析的研究进展·····	(272)

第一节	植物染色体图像计算机自动分析研究·····	(272)
第二节	植物染色体分带图像的计算机自动分析·····	(299)
第三节	麦类作物染色体图像计算机自动分析·····	(307)
第四节	黑麦染色体 C-带图像计算机自动分析·····	(312)
第五节	计算机图像处理系统在农作物染色体分析研究上的应用·····	(319)
第六节	植物染色体图像计算机分析系统及其识别方法之研究·····	(322)
第七章	分子标记及其在麦类遗传育种研究中的应用·····	(328)
第一节	分子标记及其在作物育种中的应用·····	(328)
第二节	小麦抗白粉病近等基因系的 RAPD 分析 ····	(334)
第三节	小麦抗白粉病基因定位及其分子标记的研究进展·····	(337)
第四节	用新的分子标记方法(RAPD)分析小麦抗白粉病基因 Pm4a 的近等基因系 ·····	(342)
第五节	小麦抗白粉病基因 Pm17 在亲本和 F ₂ 代抗感集群中的 RAPD 分析 ·····	(347)
第八章	小麦纹枯病抗性遗传与抗源筛选·····	(351)
第一节	小麦纹枯病研究进展及其对策·····	(351)
第二节	小麦品种对纹枯病抗性遗传的初步研究·····	(359)
第三节	小麦纹枯病和白粉病双抗抗源的初步鉴定·····	(365)
第九章	小麦组织培养与单倍体产生及其他·····	(374)
第一节	小麦与玉米杂交及单倍体的产生·····	(374)
第二节	合子期照射对小麦胚胎发育的影响·····	(379)
第三节	大麦细胞质遗传效应的初步研究·····	(383)
第四节	小麦属的新种—新疆稻穗麦之研究·····	(388)
参考文献 ·····		(394)
后记 ·····		(409)

第一章 小麦遗传育种研究进展

第一节 国内外小麦生产动态

小麦是世界上种植面积最广的作物之一,全球总产量居各种粮食作物之首(见表 1.1)。小麦籽粒蛋白质含量及蛋白质与淀粉含量之比,最适合人体的需要,全世界大约有 1/3 的人口主要靠吃小麦为生。小麦适应性广,产量较稳定,商品价值高,增产潜力大。全世界约有 103 个国家种植小麦,1901 年小麦在世界整个谷物面积中占 20.9%,1984 年上升到 31.8%,是播种面积最大的谷类作物。

表 1.1 世界谷物产量

单位:百万吨

作物	1985 年	1986 年	1987 年	1996 年
小麦	506	537	514	581.006
稻谷	472	472	456	545.822
粗粮	865	852	812	921.750
合计	1843	1861	1782	2049.578

20 世纪以来小麦生产有很大的发展(表 1.2)。60 年代以前小麦总产的提高主要靠扩大播种面积。60 年代以后,随着人口的增加,耕地扩大受到限制,已不可能单纯依靠扩大面积来增加收获量,从而转向靠提高栽培技术,增加施肥和扩大优良品种来提高单位面积产量。到目前为止,谷物的总收获量中约 50% 靠施用肥料或其他营养物质而获得;25% 靠推广优良品种而获得;20% 以上靠改良栽培技术措施和防治病、虫害等措施而获得。从表 1.3 看出:

中国从 1979 年~1986 年播种面积和单产都在增加,其中尤以单产提高幅度较大。前苏联近年单产虽略有提高,但和其他发达国家比较,单产水平较低,近年来面积有些下降。美国近年来由于小麦出口受到限制,小麦库存量增大,大大减少了播种面积。印度近年因受“绿色革命”的影响,大量推广矮秆品种,单产也有一定的提高。英国、法国、罗马尼亚和意大利等国单产提高较多。目前世界小麦单产较高的国家有荷兰、英国、爱尔兰、比利时和丹麦。

表 1.2 20 世纪以来世界小麦生产情况

年 份	播种面积 (百万公顷)	每公顷产量 (公斤)	总收获量 (百万吨)
1901~1910	114.2	955	109.1
1911~1920	128.2	906	116.1
1921~1930	142.1	947	134.6
1931~1940	166.7	851	141.8
1941~1950	178.4	892	147.9
1951~1960	214.6	974	209.0
1961~1970	221.5	1 285	284.7
1971~1980	226.9	1 741	395.0
1981	238.968	1 860	445.052
1982	237.715	1 990	472.795
1983	229.264	2 110	484.360
1984	231.723	2 200	508.966
1985	229.880	2 150	494.865
1986	227.948	2 300	524.136
1987	219.698	2 260	495.968
1988	217.391	2 280	495.034
1989	225.838	2 360	533.168
1990	231.377	2 540	588.007
1991	222.501	2 440	542.132

续表 1.2

年 份	播种面积 (百万公顷)	每公顷产量 (公斤)	总收获量 (百万吨)
1992	223.067	2 520	561.793
1993	221.066	2 530	559.341
1994	214.299	2 440	522.260
1995	216.912	2 470	534.931
1996	230.795	2 520	581.006

资料来源:美国农业部

表 1.3 80 年代小麦主产国家的播种面积和单产

主产国别	面积(10^3 ha)		单产(kg/ha)	
	1979~1981	1984~1986	1979~1981	1984~1986
前 苏 联	59 470	47 067	1 510.5	1 546.5
中 国	58 933	29 600	2 047.5	2 958.0
美 国	28 867	25 933	2 290.5	2 478.0
印 度	22 333	23 800	1 545.0	1 915.5
加 拿 大	11 400	13 733	1 783.5	1 872.0
澳大利亚	11 467	11 733	1 545.0	1 483.5
法 国	4 473	4 940	4 990.5	5 983.5
意 大 利	3 373	3 153	2 665.5	2 890.5
巴 西	2 960	2 733	927.0	1 371.0
西 班 牙	2 620	2 140	1 713.0	2 434.5
罗马尼亚	2 153	2 373	2 533.5	3 244.5
英 国	1 433	1 946	5 650.5	6 999.0
全 世 界	235 200	229 800	1 885.5	2 247.0

近十多年来,世界小麦生产有较大的发展。1980 年世界小麦总产量 4.46 亿吨,到 1996 年增加到 5.84 亿吨(表 1.4),增长 30.9%,年均增长 1.7%。总产增加主要靠单产的提高。因为在同期内面积不但没有增加,反而减少了 0.07 亿公顷,即减少 3%,

表 1.4 90 年代主要产麦国家小麦面积和产量 (面积: 10^3 ha 单产: kg/ha 总产量: 10^3 t)

国 家	1990 年			1995 年			1996 年		
	面积	单产	总产量	面积	单产	总产量	面积	单产	总产量
世 界	231 708	2 557	592 442	220 150	2 472	544 315	230 156	2 541	584 874
中 国*	30 753	3 194	98 230	28 860	3 533	101 960	29 558	3 732	110 310
伊 朗	6 278	1 276	8 012	6 567	1 710	11 228	7 200	1 556	11 200
巴基斯坦	7 845	1 825	14 316	8 170	2 081	17 002	8 376	2 018	16 907
阿 根 廷	5 797	1 896	10 992	4 788	1 918	9 185	6 600	2 303	15 200
加 拿 大	14 098	2 277	32 098	11 133	2 247	25 017	12 652	2 410	30 495
美 国	27 695	2 657	74 294	24 664	2 408	59 400	25 435	2 442	62 099
丹 麦	533	7 418	3 953	610	7 346	4 481	688	7 026	4 834
法 国	5 147	6 479	33 346	4 742	6 512	30 879	5 039	7 134	35 946
荷 兰	141	7 653	1 076	135	1 076	8 664	142	1 167	8 961
英 国	2 013	6 971	14 033	1 859	6 798	14 310	1 976	8 113	16 031
澳大利亚	9 218	1 634	15 066	9 743	1 772	17 263	11 022	2 136	23 497

资料来源: FAO Yearbook of Production

* 未包含中国台湾省数字

而世界小麦每公顷单产却由 1980 年的 1881 公斤,提高到 1996 年的 2541 公斤,提高 35.1%,年平均提高 1.9%。

按总产高低排列,1996 年中国总产第 1 位,11 031 万吨;印度第 2 位,6 262 万吨;美国第 3 位,6 210 万吨;法国第 4 位,3 595 万吨;加拿大第 5 位,3 050 万吨;澳大利亚第 6 位,2 350 万吨。以上 6 国合计占世界小麦总产的一半以上。

1996 年世界小麦单产 2.541 吨/公顷,其中单产最高的是荷兰 8.961 公斤/公顷;英国 8.113 吨/公顷;法国 7.134 吨/公顷。中国单产虽比世界平均单产水平高,1996 年为 3.732 吨/公顷,比世界平均单产高 46%,但比荷兰低 58%,比英国低 54%。中国单产提高的潜力还很大。

中国小麦生产的发展,从 1949 年~1979 年的 30 年中,全国小麦种植面积扩大了 1/3 以上,单产增加了 2 倍,总产增加了 3 倍以上,是粮食作物中增长幅度最大的作物。改革开放后小麦生产有更大的发展,1981 年全国小麦播种面积为 2 800 万公顷,总产 6 000 吨,平均单产 2.11 吨/公顷。到 1994 年全国小麦面积 2 900 万公顷,净增加面积 700 万公顷,增长 2.45%;总产由 1981 年的 6 000 万吨增加到 1994 年 1.03 亿吨,净增 4 000 万吨,增长率为 73.37%,年均增长率 5.24%;单产由 1981 年的 2.11 吨/公顷,增加到 1994 年的 4.57 吨/公顷,单产净增 1.46 吨/公顷,增长率为 69.18%,年均增长 4.94%。可以看出,改革开放前我国小麦总产的增加在很大程度上靠面积增加,而改革开放之后总产的猛增,主要是单产增加的结果。根据联合国粮农组织的资料,改革开放后,我国小麦总产、单产年增长率是世界增长最高的国家。目前我国是世界上小麦总产量最高的国家。

小麦总产和单产的不断提高,与育种工作的发展有很大的关系,单产的提高与品种的更换有很大的关系,多数学者认为单产的提高有 40%~50% 是由于更换优良品种的结果(Bingham 1978, Austin 等 1980, Duvik 1980, Schmidz 1984, Peterson 等 1985, 吴兆

苏等 1984)。一般来说在低水平下(100 公斤~150 公斤),改善肥、水,对产量的增加起 50% 的作用,品种更换能起 20%~30% 的作用,其他栽培措施及病、虫害的防治起 20%~30% 的作用;但在高产水平下(350 公斤~400 公斤以上),品种起主要作用,一般高产优良品种的更换,在单产、总产增加上起 50% 甚至更高的作用。

根据最近制定的国家“九五”计划和 2010 年远景目标纲要,到 2000 年我国粮食总产量要达到 4.9 亿吨~5.0 亿吨。为实现这一目标,农业部提出在今后五年内小麦要增加 130 亿公斤,平均每年增加 26 亿公斤。根据我国作物布局和土地利用的情况,主要靠提高单产来实现。目前我国小麦面积多年维持在 2 800~2 820 万公顷,每年每亩需要增加 6.04 公斤~6.19 公斤。五年内小麦平均单产要提高 30 公斤。即从 1994 年的 3.57 吨/公顷提高到 4.02 吨/公顷~4.03 吨/公顷。根据多年的经验,要使全国 2 800 万公顷小麦平均单产 3.98 吨/公顷~4.05 吨/公顷,则必须要有 1/3 麦田单产在 500 公斤左右,1/3 的麦田单产在 250 公斤左右,1/3 的麦田单产在 250 公斤以下,这样才能保证实现全国的总产。要实现这一目标,必须采用一系列的综合措施,庄巧生先生提出下列 20 字方针:“以种为中心,以土为基础,把好水、肥关,落实工、管、保。”这是一个全面合理的方针。

第二节 当前育种的策略和方法

我国小麦育种工作近年来有较大的发展,并取得了不少成果。但在策略和方法上长期存在一些缺点,如重杂交育种,轻引种和系统选育;杂交育种中重分离世代的选择,轻资源研究和产量比较;群体规模普遍偏小,违反多基因重组机率的自然规律。

王恒立就我国当前小麦育种工作的策略和方法问题进行了探讨,认为整个小麦育种工作大体分为 3 个环节,即配(组合配置)、选(杂种选育)、比(定型材料评比)。美国康乃尔大学课题主持人

在这3个环节上花费力量之比为40:10:50,课题执行人所花力量之比则为5:10:85。我国小麦育种策略和方法方面存在的主要问题是:机构重叠,力量分散,工作重复,手段落后,学科之间缺乏协作;种质评价和利用研究不够;缺少创新和改革精神,常常人云亦云,墨守成规;重视杂交育种,轻视引种和系统选育;一般育种规模较小,而调查、记载、考种等方法繁杂,有些舍本逐末。在育种方法上提出:首先将亲本归类,确立杂交模式,按亲本选配的一般原则选择亲本纳入杂交模式;采用何种方法进行杂种和分离世代处理,要根据具体情况而定,不可一律强求采用系谱法。有些单位为采用系谱方法,因规模有限,不得不大量压缩分离世代的群体数量,“削足适履”,实不可取。过去我国在新品种选育中常过分强调品种在形态学上的一致性,常常从 F_2 代就连续多代单株选择,使品种在遗传上过于狭窄,适应性差,产量不稳定。作者认为小麦品种不允许有机械混杂,但在遗传性上不一定要求太纯,保留适当的“剩余异质性”,有利于增强品种的适应性和延长抗病性。孙寰针对我国育种实际,提出作物育种策略:①扩大育种规模。有研究者称育种为“数字游戏”(number game),说明育种规模之大。增加育种投入和鉴定品系的数量,采用新的育种方法和先进手段及设备,改进小区设计以提高育种效率。②利用南繁北育和温室等条件缩短育种周期。把育种称为“时间游戏”(time game),就是要加速育种世代进程,缩短品种育成的时间。③强化产量鉴定。在产量鉴定中扩大小区面积不如增加重复,增加重复不如增加试验地点,建立多点异地测产体系,采用科学的测产方法和程序。我国育种工作对至关重要的测产阶段花费的资金和精力太少,这点恰与国外育种工作相反,这是策略上的错误,要加以克服。④密切跟踪种子市场和生产条件的变化,及时调整育种目标,保持新品系的竞争力。⑤采取措施加强品种资源研究,积极引进外来种质,不断为育种提供新基因源。苗果园(1990)把小麦的产量分为水平产量和垂直产量。水平产量反映了一个时期内的育种资源、育种观点、

栽培水平的综合水平,这种发展过程是由量变到质变的过程。而在某一个时期内育成品种的产量潜力和实际产量上、下限范围称为垂直产量,垂直产量的变化受水平产量的制约。育种的垂直产量与水平产量交替发展过程也就是产量不断提高的过程。一般是在某些单位或育种工作者由于育种的观点改变或偶然机会应用了一种带有突破性的资源或基因,选育成了少数水平产量较高的品种,然后带动整个育种工作达到一个新的水平上。当前超高产育种面临的任务是水平产量的新突破,而突破口可能是穗粒重的增加。

总结育种工作经验,基本的问题主要是“源”、“库”、“流”如何结合和搭配问题。株型育种是增加“源”的重要手段,近年来国内各生态区都相继提出了相应的理想株型和产量结构因素组成方式。在高产条件下,如何发挥“库”的潜力,多数地区都认为亩穗数已接近上限,继续增加穗数的潜力不大,应在保持较高穗数的基础上,力争提高穗重。但增加穗重的途径,各地要求不同,有的以增加千粒重为主,有的以增加穗粒数为主。

“流”是光合产物由“源”输送到“库”的过程,它既受输导系统的影响,又受环境的制约。特别是生育后期各种灾害的侵袭,阻碍了“流”的正常运转,在很大程度上影响了小麦的高产和稳产。抗、耐各种自然灾害是高产育种的主要方面之一。

目前小麦育种方法仍以品种间杂交常规育种为主,但各国都非常注意新技术的利用,如理化诱变、种属间远缘杂交和外源基因导入以及组织培养、DNA 重组技术等。在育种目标上,除继续以高产、稳产、优质为主外,近年已从单纯的性状选择转入株型育种、矮化育种,以提高光能利用率和收获指数。

第三节 小麦性状遗传与相关性分析

小麦的主要性状之间存在一定的联系,这种相关关系有些是

正向的,有些是负向的,我们在选择某一方面性状时,常常无意识地影响到另外一些性状的变化。俞世蓉等根据产量、每穗粒数、千粒重、容重等变量与生态条件的关系,提出我国小麦品种区域试验的合理布点。周朝飞等研究了小麦性状遗传的相关性,提出矮变一号矮秆呈显性遗传;各组合抽穗期遗传有倾早现象,遗传力较强。株高与千粒重、单株粒重呈显著正相关,与粒数呈负相关;抽穗期与单株穗数、主穗小穗数显著正相关。凌树洪等提出产量与穗数、穗粒数、千粒重 3 个因素呈正相关。选育高产品种要以亩穗数、穗粒数为基础,再通过提高千粒重而实现。陈建新等指出生产用种在目前条件下,粒数与产量的相关性密切,穗数和千粒重与产量的关系小些。许子斌等提出抽穗期、株高、穗长等遗传力最高,千粒重、小穗数次之,穗粒重、穗粒数遗传力最低。有关这方面研究不少,但有时结果不一致,原因主要是试验条件、研究材料、分析方法、样本数量和代表性及统计标准等存在差异。

性状的遗传与变异常与生态条件有密切的关系。我国各大生态区都根据多年经验,提出一些性状和特性选择的标准。宁锐报道陕西从 50 年代开始先后选育了陕农 9 等 10 多个品种,60 年代在关中小麦生产上曾起重要作用。70 年代后转入高产育种兼顾中产品种的培育,育成陕早一号、秦麦一号等新品种,还育成了高肥、适于灌溉种植的 7858 等品种。近几年关中地区注意多抗育种。方正提出山东地区由低产到高产阶段,选育多穗型品种,进一步高产要发展中穗型品种。在抗病育种方面,由主效基因控制的免疫型品种,其抗性丧失较快,应选育多抗性、水平抗性的品种。近年选育的烟农 15 号耐肥、抗倒,单产 6.75 吨/公顷~8.25 吨/公顷,主要通过穗粒数和千粒重的增加而实现。王婉仪提出北京地区育种目标要适应生产的发展,在高产基础上改善品质,满足本地区不同种植条件下小麦与其前后茬粮食作物协调,实现全年各季度均衡增产和连年增产的效果。吴兆苏指出长江中下游近期推广品种一般比过去种植的品种增产 50%,收获指数由 0.30 提

高 0.43,穗粒数和千粒重分别为原来地方品种的 138% 和 108%;认为在育种工作中,使较大的生物学产量与较大的收获指数相结合,较矮的植株与较大的株高构成指数相结合,较多的每穗粒数与较短的灌浆期且较大的粒重相结合,可望进一步提高产量。朱赞华等指出淮北地区品种变化的趋势是株高逐渐矮化,冬性减弱,幼穗分化程度增强,持续期加长,这是多花多实提高个体生产力的生理基础。另外,库、源比值增大,提高了干物质同化积累率,从而提高了收获指数。何曼斌认为福建育成的 4 批 22 个小麦品种,能在福建、广东、广西等省推广 66.7 多万公顷,主要是明确了高产、抗病、早熟、抗旱(或耐湿)的育种目标,并十分重视亲本选配。沙征贵等对华南麦区主要育成小麦品种的系谱进行了分析,并将这些品种分为早熟抗锈类型、丰产抗锈类型、早熟稳产适应性广类型及早熟矮秆高产类型等 4 个类型,它反应了华南麦区小麦演变的 4 个时期。祁适雨从东北麦区生产试验结果说明近年育成的品种与三四十年前的品种相比较,抗旱能力降低,株高降低 30 厘米~40 厘米,抗倒伏能力增强,每穗粒数增加 12 粒~17 粒,千粒重增加 3 克~9 克,经济系数提高,理论产量平均每年递增 1.17%。该区栽培品种分抗旱型、喜肥水型、耐湿型和早熟型等 4 种生态型。

第四节 小麦矮秆遗传与育种

近几十年来世界小麦生产增长很快,这与新的半矮秆品种的推广有密切关系。目前世界上有一半小麦栽培品种含有 4 个主要矮化基因,其中农林 10 号占有很大比重。但农林 10 号及其衍生系统存在年际产量波动很大的缺点,今后需寻找真正优越的能适应各种环境的矮秆基因。近年对世界已有的矮秆品种进行了遗传分析及基因定位。国际上规定统一矮秆基因符号为 Rht_n (Reduced height),代替过去的 Sd_n 。其大写符号不标志显性,仅意味着高度的降低,并相对于高秆基因 rht_n ; 草丛矮秆基因 (grass-