

小麦棉花育种参考资料

北京农业大学

农学系选种教研组编

1964年9月

目 录

一、小麦部分

1 国外小麦育种工作情况	1
2 苏联的小麦育种	17
3 1961—1962年育种部分的讨论小结	40
4 品种资源部分的讨论小结	46
5 利用多系品种（又叫作复合品种）防治自花授粉作物 由空气传播的病害的方法	49

二、棉花部分

1 国外棉花育种工作情况	58
2 国际上提高棉花产量和质量的动向	66
3 棉花育种方向、目标及途径的商榷	74
4 棉花育种经验	77
5 论棉种退化原因及防止途径	84
6 棉花良种繁育技术	96

国外小麦育种工作情况

中国农业科学院作物育种栽培研究所

近年世界各国的小麦育种工作都在不同程度上取得了一些新的成就和经验。本文搜集了一些有关资料加以综述，以供改进和提高我国小麦育种工作的参考。由于条件、时间和业务水平的限制，内容疏漏和理解谬误之处在所难免，尚希到会代表批评指正。

近年国外小麦品种选育的主要成果

近年随着科学技术的发展，世界各国的小麦生产有了显著的提高。例如，法国在1901—1910年小麦平均产量仅13.57公担/公顷，1954年已增至23.50公担/公顷，提高373%以上。栽培面积也有很大的扩展。又如，美国在1900—1919年小麦栽培面积只有4500万英亩，1940—1949年扩大到6,200万英亩（一英亩约折合6市亩），许多自然条件较差原来认为不能种植小麦的地区已逐步种植小麦。小麦新品种的推广无疑是取得以上成就的重要原因之一。此外，小麦良种在抵抗自然灾害和提高品质方面也都起了重大的作用。兹就世界各主要产麦国家小麦新品种选育在近年取得的主要成果分别简述如下：

苏联自1955年以来区域化了20个软粒春小麦品种，5个软粒小麦品种和22个冬小麦品种。大面积推广的著名冬小麦品种有无芒4号、早熟38，无芒1号和别洛切尔科斯卡亚（Белоцерковская）198；在春小麦有中米良诺波斯（melanopus）26硬粒小麦。此外萨克托夫斯卡亚29和哈尔科夫斯卡亚（Харьковская）46春小麦也在迅速推广。

乌克兰是苏联冬小麦最重要产区，奥德萨3号和奥德萨16在这里播种面积达800万公顷。此外，衣莱索洛斯别尔门（Ерqtropертум）15和留泰申斯（Lutescen）17播种面积达100多万公顷。维歇洛波良斯卡亚（ВеселопоАолянская）469和别洛切尔科夫斯卡亚198两个品种也在迅速推广。

北高加索是苏联第二个冬小麦产区，其中克拉斯诺达尔边区是苏联唯以播种“强”小麦（品质较优的小麦）为主的地区。新乌克兰83、84、无芒4号和无芒1号等“强”小麦品种和波立阿卓夫斯卡亚（Приазовкая）在北高加索播种面积最大。杂种481的制粉和烘烤品质都很好，已推广50多万公顷。

苏联春小麦的主要产区是伏尔加河流域、乌拉尔、西伯利亚和北哈萨克斯坦。这个地区播种面积最大的品种有阿尔别即（albidum）43、3700，留泰申斯62、758，依莱索洛斯别尔门841，米良诺波斯69，密尔杜罗门（miHnrum）553、321和阿克莫林斯卡（Акмолинска）1号等。在春播“强”小麦方面，1958年在主要产区共区域化了9个品种，播种面积为220

万公顷，约占春小麦总面积的5%。

苏联硬粒小麦由于产量低、播种面积显著减少，1958年占小麦总面积不到4%，目前哈尔科夫斯卡亚46很有希望。硬粒冬小麦米丘林卡也已推广。

美国自1954年起栽培的小麦品种有很大变化。据1959年美国农业部的调查，栽培的212个品种中有45个是最近新育成的。播种面积超过100万英亩以上的有16个品种，它们依次为胜利 (Triumph)，维起达 (Wichita)，雪尔柯克 (Sieckick)，庞尼 (Paunee)，钱尼 (Cheuene)，可字麦 (Comanche)，克诺克斯 (Knox)，棒卡 (Ponca)，卡爱奥华 (Kwwa)，李 (Lee)，奥玛 (Omar)，尼勃莱德 (Nenbred)，毕生 (Bison)，康曲 (Concho)，西尼卡 (Seneca) 和奇尼西 (Genesee)，共占全国小麦总面积的70%以上。其中播种面积最大的三个品种是：胜利、维起达和雪尔柯克，均在500万英亩以上。前两品种在硬质红粒冬小麦中分别居第一位和第二位。

美国西北部华盛顿州在1955年推广的奥玛，抗黑穗病，品质良好，成为出穗小麦中的首要品种，现占这种小麦播种面积的83.6%。由于这个品种的推广，结合药剂处理种子，黑穗病发病率已由1955年的34%降低至1959年的0.5%，成为历年上发病最轻的一年。克诺克斯在软质红粒冬小麦中属于领先地位。该品种丰产、抗倒伏、抗叶锈病和土壤传染的毒素病，品质良好，1953年开始推广，现占软粒冬小麦播种面积的23.8%。奇尼西是白粒冬小麦中的主要品种。恩豆生 (anderson) 是美国南部种植最广的品种。硬粒小麦中以兰邓 (Lamdon) 为首。1956年南、北达科他及其附近的蒙他那、明尼苏达等地区推广了能抗稈锈病生理小种15B的兰邓和莱姆散 (Ramsey) 后，播种面积迅速扩大，现占硬粒小麦播面积的85.8%。

美国北达科他州近年在抗稈锈育种方法取得了一些进展。1956年推广的康兰 (Conley) 是R、L、2563 (Thatcher X (McMurachy-Exchange X Redman²) X Lee⁶ 杂交组合的选系，抗稈锈病生理小种15B的能力较雪尔柯克为强。最近该州的杂交育种材料包括萨丘 (Thatcher)、勒许莫尔 (Rushmonl)、李、密达 (mida) X 怯尼亚 (Kenya) 338的杂交组合的选系，比雪尔柯克和康言更抗15B小种。

加拿大自1957年以来育成了雪尔柯克、红人 (Redmam) 和雷斯坎 (Rescue) 等三个主要小麦推广品种。雪尔柯克能抗稈锈病生理小种15B和为害甚烈的叶锈病生理小种。1954年稈锈病大流行时，除该品种外，泼莱利省所有其他品种都遭受严重损失，减产共达1亿3千5百万英亩斗 (一英斗约折合45斤)。这个品种现在孟涅托巴和衍斯卡郡东部迅速发展；在美国南、北达科他和明尼苏达等州也成为硬质红粒春小麦中的首要品种，占这种小麦播种面积的50.9%。红人抗散黑穗病、根腐病和稈锈病，品质良好，现为孟涅托巴省主要推广品种。雷斯坎抗稈锈病，茎秆实心高度抗麦稈蝇，在萨斯卡部和阿尔勃他两省该稈蝇为害严重地区种植已达800万英亩。

澳大利亚在1956至1957年小麦品种发生显著变化。1957年加鲍 (Gabo) 超过朋柯平 (Bencubbin) 而居于第一位，占小麦播种总面积的19.7%。这个品种在新南威尔斯，澳大利亚南部和西部都居于领先地位，在魁斯兰德 (Queensland) 居第三位。英雪葛涅亚 (Insignia) 上升为第二位，占小麦播种总面积的17.7%。栽培最长达19年之久的朋柯平在这一年下降为第三位，占小麦播种面积的13.1%。以上三个品种占了澳大利亚全部小麦播种面积的一半。加鲍在推广时能抗澳大利亚所有已经发现稈锈病和叶锈病生理小种，现在对稈锈病具有一定耐

病能力，但对若干锈病生理小种是很感染的。这个品种不抗稈黑粉病，容重低，出粉少，在收获时天气潮湿的年份容重减轻尤为明显。农民之所以乐于栽培它是由于高产，茎秆矮壮、早熟和品质较好。英雪葛涅亚是澳大利亚维克托利亚 (Victorcia) 省的马利试验站育成的，早熟、较抗倒伏，抗稈黑粉病，占当地小麦播种面积的70%以上，说明当地育成的品种在本地区具有最大的适应性。朋柯平长期以来是澳大利亚主要推广品种，在1946年种植面积曾高达400万英亩左右，占全国小麦总面积的28.6%。根据1957年最后统计的数字，这个品种种植面积仍超过100万英亩。它的突出优点是在干旱条件能获得较高的产量，抗稈黑粉病，不抗稈锈病。它的缺点是稈弱，和烘烤品质较差。

澳大利亚过去只有软粒小麦，1956年育成了第一个硬粒小麦品种久列尔 (Dural) 能抗腥黑穗病和叶锈病的多种生理小种，已在新南威尔斯推广，但面积不大，1957年播种面积1000英亩。

西北欧著名的冬小麦品种有法国的卡攀利，戴斯泼莱斯 (Capelle Despres) 和西德的海涅斯 (Heines) VII 等品种。前者主要分布在法国、英国、丹麦、比利时等国。后者主要分布在西德、比利时、荷兰等国，这个地区冬小麦品种的共同特点是：稈强、抗倒伏、耐肥、晚熟、高产和品质较差。法国近年已育成了极早熟的品种衣托爱利、第、乔爱山 (Etoile de choisy) 比推广面积最大的维尔莫林 (Vilmorin) 27早熟14天，而且抗倒伏、丰产，已在法国南部和西南部推广，有助于缓和小麦收获季节劳动力的紧张状态。较好的春小麦有西德的海涅斯、佩柯 (Hlines pelco)，该品种要求早播，茎秆中强至强，即使在中等栽培条件下也能高产，烘烤品质差。1956年该品种占荷兰春小麦播种面积的99%。

意大利最近育成的小麦品种IBO—1494和IBO—222分别在意大利北部和中部偏南地区推广。这些品种都具有高产、抗倒伏的特点。正在试验中的IBO—911，IBO—763和IBO—1364具有特别强的抗倒伏能力。

印度近年育成的小麦品种适合于平原种植的有NP.710, 718, 798和799；适合于北部丘陵地带种植的有N、P、809，其中N、P、809高抗三种锈病和散黑穗病。

小麦育种存在的若干重要问题

产量高低和品质优劣是衡量小麦品种利用价值的最终指标。小麦育种家一向十分重视品种的丰产性，低产的品种是不能考虑在生产上应用的。但是，在某种意义上讲，品种的稳产性能有时可能比其丰产性能尤为重要，产量忽高忽低的品种是不很理想的。有些品种在并未增加其生产潜力的情况下，可以获得增产。例如，美国曾从著名的冬小麦品种 庞尼 (Pawnee) 中选到一个抗锈病的选系。这个选系的生产潜力和原来品种并无差别，但如一旦遇到锈病流行，它将比原来品种显著增产。又如庞尼和土耳其 (Turkey) 两个品种在正常年份产量不相上下，但前者具有稈强、早熟、抗病、抗虫等性状，自1936年至1935年，后者的平均产量只及前者的75%。因此，一个小麦品种除了丰产性外，必须当地的主要自然灾害具有一定的抵抗能力和适应性能，以保证在不良的自然条件下，才能获得比较稳定的产量。从产品的利用价值来看，一个小麦品种还应具有良好的制粉和烘烤品质。制粉工业往往不愿接受出粉率低的品种，而烘烤品质差的品种又不为消费者所欢迎。因此小麦品种的产量和品质应该予以全面的考虑而不宜偏废。

各地自然条件非常复杂，很难要求一个小麦品种能够解决生产上各种各样的问题。为此，必须针对各地小麦生产上存在的一些主要问题，很明确而且具体地制定当地小麦育种目标。这是一个十分复杂的问题，在应该进行慎密的研究，然后加以正确的决定。兹就小麦育种工作中存在的若干重要问题分别论述如下：

一、早熟性：苏联、美国和加拿大等世界主要产麦国家都十分重视小麦的早熟问题。在这些国家的偏北地区，晚熟的春小麦品种因受早霜侵袭而减产，甚至颗粒无收。早熟品种不但可以减少早霜危害的威胁，还能缓和收获季节劳力和机具紧张的矛盾。此外，早熟品种还有助于推动春小麦向更北的寒冷地区发展，以扩大小麦播种面积。在冬麦区早熟品种往往能够逃避锈病、以及夏秋高温和干旱的危害，并有利于配合轮作。

培育早熟品种有赖于于小麦生长发育特性的了解。目前资料表明：品种成熟愈早，分蘖、穗子、每穗粒数和籽粒增长的时间愈短。这些性状和产量直接有关，其中一个或更多性状的发育受到抑制，势必遭致减产。然而，由于成熟可能造成的减产，往往可为减少其他自然灾害的危险而得到补偿。此外，早熟春小麦可以逃避早霜危害，但早熟冬小麦易受春霜侵袭。小麦开花时如遇零下2—3℃低温，将不能结实。因此早熟的小麦的有利和不利，应根据品种所在地区的环境条件来综合考虑，不能一概而论。在早熟性要求不太严的麦区，略晚品种常获高产。例如，欧洲的一些国家小麦生长期达十一个月，有些地区的小麦产量可以高达每英亩七十英斗（折合每亩约600余斤）。

培育早熟冬小麦的另一个问题是品种成熟愈早，一般越冬性愈差。这两个因素也需权衡考虑。最近国外有些小麦育种家已育成了前期生长迟，越冬性强，而后期生育快的早熟品种。

二、茎秆强度：随着小麦收获机械的改良和发展，日益要求选育秆强不倒和不落粒的品种。不同地区对小麦茎秆的要求不同。在一般地区的高产栽培条件下，要求种植茎秆坚硬、直立不倒的品种，但在多风地区，茎秆富有弹性，刮风后能慢慢恢复直立的品种可能更为适应。茎秆坚硬直立的小麦，在成熟前如遇刮风，容易彼此打击摩擦造成落粒。反之，茎秆具有弹性的品种刮风时穗子向一边倾倒，可以减少打击。

加强茎秆抗倒能力的另一途径是减低植株高度。叶片是小麦制造养分的主要器官，选育植株矮的小麦，必须具有矮短的节间长度而并不减少叶片数目。美国采用原产日本的“矮小麦”作为选育矮秆品种的材料。已知“矮小麦”的株高受少数基因的控制，分离比较简单，因此，选育矮秆品种是很容易的。“矮小麦”品质较差，现在采用品质优良的小麦回交的方法来加以改进。

三、抗病性：小麦病害种类很多，发生最普遍的有秆、叶、条三种锈病和腥黑穗病与散黑穗病。秆黑粉病以澳大利亚发生较重，在抗病品种未育成以前，曾因秆黑粉病为害而造成严重的减产。西北欧各国以白粉病和斑点病（eyespot）较为普遍。此外，土壤传染毒素病（mosaic）在美国和赤霉病在日本也都是常见的病害。

小麦病害中以三种锈病流行频率较高，为害最烈，世界各国对此都有惨痛的教训，截止目前的科学技术水平尚未能找到一种经济有效的药剂防锈办法。利用抗病品种曾经和正在小麦生产上起着巨大的稳产作用。因此，小麦的抗病性，特别是抗锈性，是世界范围内共同重视的育种目标之一。

世界小麦锈病的分布：苏联和加拿大分别以叶锈病和秆锈病为主；美国以秆叶锈病为主，近年因为适于条锈病滋生的墨西哥北部山区大量扩种小麦，成了条锈病菌锈发的重要来源，1957和1958两年由于气候条件非常有利于条锈病的流行，自南至北普遍蔓延美国各地，已经引起了应有的注意；条锈病以西欧和亚洲各国较为流行；印度则三种锈病兼而有之。综观世界各国以秆锈病发生最为普遍，针对秆锈病所进行的抗锈育种工作也做得最多。

小麦抗锈育种的复杂性和艰巨性在于新的锈菌生理小种的不断出现，往往一个新的抗锈品种推广不久，又为新的生理小种所侵染而丧失抗锈性。这种例子在世界各国已屡见不鲜。过去认为新的锈菌小种是由突变产生的，秆、叶锈病有性世代的杂交也可能产生新的小种。最近鉴于其出现的频繁，发现可由小麦叶面上不同小种发芽孢子的菌丝融合而产生新的小种。锈菌在自然界几乎和选育新的小麦具有同样的速度来改变其致病力，这对小麦育种家和植病学家来说是一个极大的负担。为此能否找到抗病性遗传传递力强而稳定的亲本是决定抗锈育种成败的关键所在。各国小麦育种家都十分重视在世界范围内广泛搜集尽可能多的小麦品种资源，以求发现更多更好的新的抗源。例如，非洲肯尼亚（Kenya）的小麦是秆锈病的良好抗源，世界各国在小麦育种工作中曾广泛将采用肯尼亚小麦作为抗病亲本，育成不少的抗锈新品种。苏联的经验十分强调选用地理上远缘的品种进行杂交，认为这样可以增加成功的机会。在锈病经常流行和危害严重的地区更应注意锈病亲本抗性的稳定程度。为此，选用的亲本之一，必须是在整个生育期内都表现高度抗锈的品种，全苏植物栽培研究所曾对广泛搜集的不同种的小麦品种样本进行了多年的研究，得出下列结论：①冬性软粒小麦的抗叶锈性丧失得最快，春性软粒小麦丧失较慢；②提摩菲维小麦（*Triticum turgou opheevae*）和一粒小麦都能保持高度的抗性；③软粒小麦丧失抗性的原因，首先在于推广面积大，使锈菌能更快地适应抗锈品种；④采用免疫性远缘类型，以及硬粒小麦和二粒小麦等作亲本，可在叶锈病严重为害地区有效地育成抗锈新品种；⑤硬粒小麦和二粒小麦对叶锈病抗性较强，而软粒小麦则对条锈病抗性较强。早在1930年，美国麦克发邓（E.S. McFadden）即曾利用春性普通小麦马奎斯（marquis）和牙洛斯拉夫（yaroslav, $n=28$ ）杂交，从中得到希望（Hope）和H—44两个选系，当时对秆锈病、叶锈病和散黑穗病几乎完全免疫，以后用这两个选系作杂交亲本，育成了一系列抗病品种。

自然界中由于不断出现新的锈菌生理小种，有必要在小麦属以外，搜寻抗性稳定的新抗源。这些抗源可以来自和小麦有远缘关系的野生草类。近年国外有些学者利用小麦和冰草（*Agropyrum*）或山羊草（*Aegilops*）杂交，创造具有新抗源的抗锈原始材料，已经取得了一定的成就。海因（Heyne）认为在栽培小麦中建立这样的抗性需要经过多年艰苦的努力。因此，寻找和移植新的抗源到已经适应的品种中去，应有长期连续的规划，不宜轻易开始和半途而废。

小麦锈病由于发生的面广、为害也较烈，迫使各国学者在小麦抗锈育种的问题上做了较多的工作，累积了比较丰富的经验。其主要成功经验之一是有关专业的配合。为了及早发现新的小种及其出现频率，以便决定防治对策，植病学家每年需要采集和鉴定大量锈菌小种。细胞遗传学家需要通过小麦与其近缘植物的杂交，寻找新的抗性稳定的抗源，小麦育种家需要在全世界范围内广站搜罗可供利用的小麦品种资源和积极提高育种效率。选育抗其他小麦病害的品种和抗锈育种也有类似情况，只有有关专业的密切合作，才可望有成效地搞好小麦

抗病育种工作。

四、品质：世界各主要产麦国家都十分重视小麦的品质，并列为重要的育种目标之一。国外有些丰产抗病的小麦品种由于品质欠佳而能推广或推广不久即被淘汰。例如美国明尼苏达州育成的春小麦品种维莱特 (willet) 能抗秆锈病生理小种15B，因为品质不如雪尔柯克而放弃推广。又如奥克拉荷马州育成的冬小麦品种雪梅龙 (Cimauon) 在1947年原来准备推广，1948年经过广泛的品种测验，证明品质较差而停止推广。这些教训指出在小麦新品种选育过程中，小麦育种家和谷物化学家应该进行充分的合作，以免功亏一篑，前功尽弃。

世界各小麦主要输出国家对于品质的所以特别注意，一方面是要保持它在国际和国内市场上的声誉，另一方面小麦品质已根据国内主要小麦产区，分区实现了标准化，制粉工业和食品工业的加工设备是按照标准化的品质进行设计和配备的。如果一个小麦新品种的品质变化太大，势必将给加工工业带来一系列的困难和麻烦。例如，在美国硬质红粒春小麦产区过去推广多年的萨丘品种是一个硬质小麦，近年随着秆锈病生理小种15B的出现，育成了一些抗这个小种而品质接近软质的新品种，它们的面粉松软，将在加工时给为硬质小麦设计的面粉厂带来麻烦。这些品种的面粉体积比萨丘要大30—40%在运输和包装上也会增加不少困难，在制粉品质方面具有这些缺点的品种是不能容许推广的。

为了鉴定小麦面粉的化学和物理性能，近年发展了许多小型的品质测定法 (Micro method) 一个小型磨子只须用5克小麦即可获得测定结果，它在一天内可以测定600个样本。这种方法有助于小麦育种家在新品种选育过程中及早淘汰制粉品质有问题的材料。但是一般认为在评定小麦品质时采用大型方法 (Macro method) 比小型方法较为优越。谷物化学家通过多次试验证实大型方法对评定品质是令人满意的，而用小型方法评定制粉品质比烤制品质较为有用。近年采用海因 (E.G. Heyne和K.F. Finney) 建议的 F_2 派生系统法 (详后)，可以在 F_4 和 F_5 利用较多种子测定派生系统的制粉品质和烤制品质，然后在 F_5 或 F_6 在品质和农艺性状兼优的派生系统内进行单株选择，分离系统。 F_2 派生系统法为应用大型品质测定法提供了有利的条件。

加拿大维涅辟葛 (winnipeg) 谷物育种研究室的开姆佩尔 (A.B. Campell) 认为目前过分强调采用5至10g小麦的很小型的品质测验，而这样的试验不一定是必须的。他主张在开始品质予测试验以前，先进行初步的产量比较试验。一般采用 F_4 中选系统的100克种子进行最初的品质测定。他们相信近年密勒 (H.Miller) 受德葛阿 (J. Sedgac) 和华爱特沙爱德 (A.G.O. Whiteside) 提出的广泛试验法 (Expansion test) 是最为可取的。他们正在用这种方法对在加拿大可能用作亲本的全部品种进行大量的品质分析工作。累积足够的有关亲本品质性状的资料，将有助于予测那些组合在品质方面将是最有价值的。

美国北达科他州农业试验站采用改良回交育种法来提高品质。利用品质良好的品种作为轮回亲本，为了取得所要转移的一些性状，在大多数情况下，选用 F_3 或 F_4 选系进行回交。这种方法从提高制粉或烘烤品质来说将会产生令人满意的结果，同时还能选到一些综合双亲优良性状的品系。该试验站谷物技术系主任哈利斯 (R.H. Harris) 指出：约在20年以前，强调烘烤品质来检验面粉质量，主要依据是面包体积和吸水能力，对于出粉可能认为不须特别重视的。最近十年来十分重视和面仪 (mixograph)，面团品质测定仪 (farinograph) 和面团拉力测定仪 (extensograph) 所提供的面团品质物理性状的测定资料。他和其他人一

起提出一个小麦一面粉测验法 (wheat-meal test), 这个方法只须用 50 克或更少量的小麦种子即可对面粉的制粉性状得到一些有用的初步资料。他们发现在面粉体积和出粉率之间存在着显著的反相关。

小麦的品质还受气候条件的影响。根据美国的研究结果, 在籽粒灌浆的最后 15 天中, 如果遇到 90°F 左右的高温和较低的湿度, 可使面包体积和和面时间减少 50%。一般和面时间较长的比较短的品种具有较强的忍受能力, 但在和面时间长短相似的品种之间也存在着显著的差异, 因此在选育新品种时, 即要求品质优良, 又要注意质量的稳定性。品质忽高忽低的品种是不受制粉工业和食品工业的欢迎的。

近年美国在小麦品质育种方面取得了一些成就。选到了一些产量和老的品种相似而蛋白质含量高出 2—3% 的新品种在美国东南部各州广泛种植。例如, 硬红 (Hardred) 和阿特拉斯 (Alla) 66 产量相差不大, 分别为 27.4 和 28.2 英斗/英亩, 而品质则分别为 10.1 和 13.3%。过去美国多年来致力于选育兼具容重高而面筋多的硬质冬小麦品种未获成功。现在塔克散州已经育成容重很高, 面筋较多, 面包烤制品质优异的新品种, 其他各州也取得了类似的进展。近年研究结果还表明: 在不影响面粉品质的情况下, 可以选到一些出粉率由通常的 72—75% 提高到 80%, 而兼具一些著名品种所有的最好性状的新品种。

近年通过广泛的品质试验, 纠正了一些有关品质的正确的概念。下列一些论点不久以前的认识还是明显相反的。

1) 针对面粉的各种用途所要求的品质性状不是原来想象的那样狭窄, 而是具有相当大的适用范围的。

2) 和面时间和面包体积膨大的潜力没有关系。

4) 厚的麸皮不一定产生不良的制粉品质。

4) 软质小麦如果具有适量的蛋白质可以烤制优质的面包。

小麦品质是一个十分复杂的问题, 针对不同的用途又各自有不同的要求, 这些要求往往可能产生矛盾, 有些品质上的缺憾可以通过化学或物理方法的处理来加以补救。近年美国在选育小麦新品种时很注意品质的“安全范围” (Safetyzone)。在育种过程中注意下列一些品质性状是较为保险的。

1) 和面时间: 选育和面时间长的必要时可以掺用和面时间短的小麦或在面团中加入蛋白质分解酶来缩短和面时间, 到目前为止还未找到一个切实可行的延长和面时间的办法。

2) 蛋白质含量: 选育蛋白质含量高的, 必要时可掺用软质小麦来降低蛋白质含量。对于太强的面粉采用, 转化技术 (Denaturalization technique) 是有用的。

3) 颗粒硬度选育硬度很高的, 不受气候影响的籽粒, 必要时可掺用较多的籽粒硬度不大的小麦来软化之。

4) 容重: 选育容重高的使籽粒在受不良气候影响后, 仍能保持较高的容重。

5) 出粉率: 选育出粉率高的, 并且根据出粉率而不是容重表议定售价。

6) 和面耐性: 选育和面耐性强的, 如果可能可与和面时间分别对待。

7) 蛋白质品质:

① 面包体积: 通过烤面包的试验选育面包体积大的。

② 质地: 选育细胞小而壁薄的。

五、越冬性：有些国家利用选育越冬性强的品种，把冬小麦扩展到更北的寒冷地区，已取得一定的成就，现有相当大的一部分春小麦种植面积已为冬小麦所占领。例如，1959年美国尼勃拉斯加州已很少或没有种植春小麦，而十年前则有大面积的栽培。不论何处，只要能种冬小麦而不致越冬冻死，常比春小麦增产。但如在寒冷地区种植越冬性不强的品种，在某些年份则有“全军覆没”的危险。因此，在这些地区越冬性将成为小麦的重要育种目标之一。目前虽已找到室内鉴定耐寒性的良好方法，但冬季死亡不完全由于低温所致，播种期、土壤紧实程度、肥力、土壤墒情、秋季或春季气温和日照的变化以及最先出现的剧烈低温，低温时期的长度，有无复雪等等因素和麦苗能否越冬存活都有密切关系，应该加以全面考虑。

六、抗旱性：小麦大多在旱地栽培，如何提高品种的抗旱性以达到稳定增产的目的，也是小麦育种工作中的重要问题。印度科学家发现在旱地栽培条件下，生育早的品种的产量和千粒重都高于生育晚的品种。同时还证明大气干旱对产量的影响比土壤干旱为大，而不同品种对土壤干旱的反应差别并不显著。为此，建议在于旱地区应该注意选生育期短的品种。此外，他们还研究了土壤干旱对于产量及其构成因素的关系和影响。发现在干旱条件下，产量及构成因素的关系比较复杂。千粒重比每穗粒数和有效分蘖更为稳定。因此，在抗旱育种时应特别注意千粒重，其次是每穗粒数。

七、产量：小麦新品种的优劣最终决定于产量的高低，其重要性自无待赘言。小麦产量是由有效分蘖、每穗粒数和千粒重三个因素构成的。苏联小麦育种家提出小麦品种可分大穗和小穗两个类型。小穗品种的高产主要依靠较多的有效分蘖，而单穗重不高，穗品种则正好相反。大穗品种对栽培条件反应较强，当栽培条件不利时，它的每穗粒数显著减少。因此，选育高产的冬小麦品种可以从两个不同方向进行：一方面为较低的栽培水平培育更好的小穗品种，另一方面为较高的栽培水平培育耐肥，抗倒的大穗品种。冬小麦的地域化不仅应考虑到不同地区，还应考虑同一地区内不同的栽培水平。每一地区应具有在产量构成因素方面不同的品种以分别适应不同的栽培条件。这样解决品种问题要比选育一个适于各种栽培条件的具有综合性状的品种更为正确。

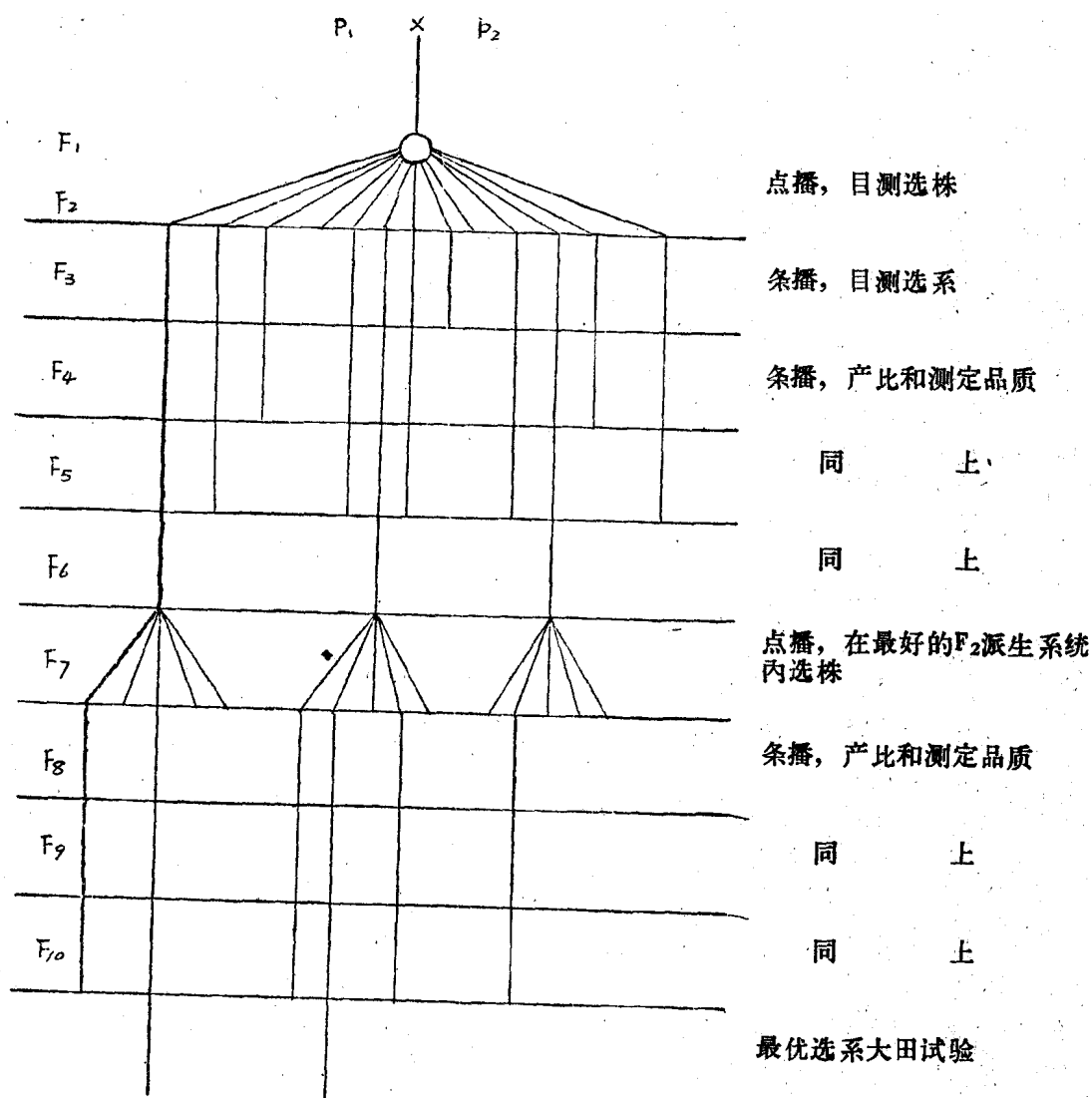
有关小麦育种的若干技术问题

近年世界各国在小麦育种的方法和理论研究方面都取得了不少成就，兹就其中比较重要的和较新的若干技术问题分别介绍如下：

一、杂种后代的选育方法：小麦杂种后代的选育方法虽然很多，但基本的不外系谱法和混选法，评价这两种方法时应根据实践经验并连系其理论基础来同时考虑。系谱法在世界各国应用较广，历史较久。一般认为系谱法在杂种早期分离世代限于选择一些可以高度遗传的质量性状（如抗病性）效率可能较高，至于针对产量和品质等数量性状进行选择一般效果不好。这个方法的另一个缺点是工作量大，往往受到土地和人力条件的限制，不能种植足够数量的植株，以待杂种分离进行选择。为此，近年有些小麦育种家不太强调采用系谱法来处理杂种后代。混选法主要利用自然条件或人为创造的发病条件来进行选择，非常省事，而且由于混合群体可以保留较多的杂种个体。因而有可能为分离出具有异常生活力的稀有性状组合提供较多的机会。各国小麦育种家对于采用了混选法所引起的群体内的个体间生长竞争问

题，至今未能取得一致的意见。有的学者认为通过自然选择，具有较强生活力的高产和抗病的个体，将在混合群体内逐渐构成较大的比重，因而无损于它的选择效果。但另外一些学者则认为由于邻近植株间的生长竞争作用，有些类型可能受到部分抑制，甚至淘汰殆尽。例如，秆矮、粒小或早熟的个体在生长竞争中常处于不利的地位。看来尚须进一步累积资料，才能揭发发生竞争问题的实质。

近年有此小麦育种家偏向于采用 F_2 派生系统法（单株—集团法），可望克服以上两种选育方法的缺点，而兼具两者的优点。这是一个值得引起注意的较新的育种方法，其具体做法可以图示如下：



F_2 派生系统法一般在 F_2 (或 F_3) 进行一次株选, 以后各代条播 F_2 (或 F_3) 派生系统 (即 F_2 或 F_3 中选单株后代的混合群体) 进行产比和测定品种, 所得结果可供选系的参考。逐年淘汰不够理想的派生系统, 直至明确了较有希望的派生系统, 再在其中选株 (最早可在 F_4 开始), 分离优良系统, 以供进一步产比和测定品质之用。

这个方法规定在 F_2 (或 F_3) 针对遗传传递力较强的一些性状进行一次株选, 淘汰一些不合要求的个体可以大大地减少以后的工作量, 而产量和品质等性状要推迟到杂种基因型接近同质时才能作用决选的依据。早代产比和品质测定的结果只是提供可能需要进一步加强选择的派生系统的线索。此外, 通过同一试验中各供试组合的产比资料, 可对各组合的利用价值得出一些概念, 有助于决定需要进一步加工选择的组合。

苏联和日本的一些育种家强调采用集团育种法。这个方法的特点是在 F_2 按类型进行选择, 以后各代按各类型预先规定的育种目标进行定向选择, 每代中选杂种按类型分别混收混种, 直至杂种后代基本定型时, 进行一次株选, 分离优良系统。这个方法虽然比较粗放, 但经过连续不断的定向选择常能选到符合各类型预定育种目标的, 甚至超亲遗传的杂种后代选系。

近年有些小麦育种家 (如美国的C. A. Sureson和新西兰的L. G. Coph) 提议, 并已开始有计划地把各种小麦杂交材料混在一起, 组成“大杂烩” (Composite cross), 以加速自然演化和选择的作用, 并将这种材料, 供应各地作为育种原始材料。这些材料在当地经过多年混种后, 可望从中选到最适应当地自然条件的品种。

显然没有一种选育方法是在任何情况下都能适用的。例如, 在选育的主要性状分离比较简单, 杂种后代需要细致考查的情况下, 系谱法可能是最适宜的。当必须掌握的杂交组合很多, 以及选育的性状在早期世代自然选择有效时, 混选法又可能是比较理想的。所以究竟应采用何种选育方法取决于所要解决的问题和工作条件以及小麦育种家的智慧和经验。

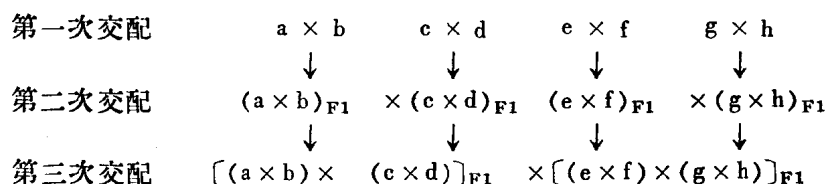
二、回交和复合杂交在小麦育种工作中的应用

回交育种法虽然早已提出, 但长期以来没有受到应有的重视。1950年北美出现了新的秆锈病生理小种15 B 为害猖獗, 回交法的应用才引起了新的注意。勃列葛斯(F. N. Bryggs) 在小麦育种上一贯致力于采用回交的方法, 并且取得了突出的成绩。他认为在育种工作中可以广泛地采用回交法, 除选育抗病性外, 所有其他性状, 包括抗虫性、形态性状, 数量性状等等, 都可以得到成功, 但是他强调在应用回交育种时, 必先具备下列三个条件: ①必须有一个各方面农艺性状表现都很好的品种作为轮回亲本; ②经过必要次数的回交后, 所要改进的那个性状必须保持足够强度; ③必须进行足够次数的回交以保证充分恢复轮回亲本的原有优良性状。

一般认为回交六代, 即可使杂种后代接近完全恢复轮回亲本原有的综合特性。回交以后, 由于来自非轮换亲本的基因将会出现分离, 因此, 每次回交后最好能令其自交一代, 然后选择其有所需基因不再分离的自交后代再行回交。在要从非轮回亲本移植的基因表现为稳性时, 采用以上步骤尤为必要。如果是极简单的遗传也可以连续回交两次再自交一次, 以争取时间。回交结束后尚须令其自交一、二代, 使从非轮回亲本得来的基因更好地趋于同质状态。选用性状与轮回亲本尽可能相似的非轮回亲本可望大大地缩短回交育种的过程。有些小

麦育种家不进行充分的回交，而代之一至三次回交的方法，以期利用超亲分离现象。这种做法有时确能改进轮回亲本的某些性状，例如新萨丘（Newthatcher）就是用这个方法育成的，但是这样选育出来的品种，必须进行产量、品质和适应性等等一系列的试验。勃列葛斯称这种方法为“有限回交育种法”以区别于正规的回交育种法。

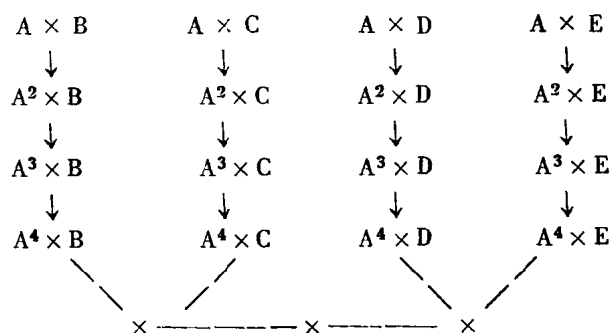
复合杂交也是近年常用的一种交配方式。例如现有a、b、c、d、e、f、g、h等八个品种，构成一个复合杂交组合的步骤如下：



第一次用品种交配，数量无须太大，第二次用两个 F_1 杂种交配，出现分离交配的数量应大一些，第三次交配分离更为复杂，交配数量更应该加大，否则很难分离出期望获得的性状组合。

如果要求在复交组合中保留a品种的较多的优良性状，也可先配成 $(a \times b)$ 、 $(a \times c)$ 、 $(a \times d)$ 、 $(a \times e)$ 、 $(a \times f)$ 、 $(a \times g)$ ，和 $(a \times h)$ 等单交组合，然后再按上述步骤构成复交组合。

麦克开（D.F.mackey）提出了回交和复合杂交相结合的育种方法。例如，采用一个表现良好的品种A作为轮回亲本和具有不同优良性状的B、C、D、E等4个品种作为非轮回亲本，先用回交法回交三次，然后再配成复交组合，其步骤可图示如下：



上述的回交和复合杂交相结合的育种方法由于过程繁冗，目前在实际小麦育种工作中尚未获得已在生产上应用的品种，但从育种理论和经验推断，这种做法应是很有效成的。

过去抗锈品种大多利用单交组合选育而成。这些品种的抗锈性往往难以长期维持。推广不久，即为新的生理小种所侵染而又变为感染品种。近年来许多小麦育种家认识到有必要采用复合杂交法，把能抗不同生理小种的若干品种结合在一个组合内，加大杂种群体，分离出能抗多种生理小种的杂种后代，以供选择。通过这个方法选到的抗锈品种，较能适应于锈菌生理小种复杂多变的情况。例如，美国抗锈新品种蓬卡（Ponca）的亲本中即有三、四个能抗许多秆锈病生理小种的品种。

三、多系（综合）品系育种法：

小麦抗锈育种的主要困难在于生理小种很多，并不断出现新的小种，这些小种每年出现的比重也可能不同，事先很难预料那一个小种将会造成锈病大流行。针对这些难以解决的问题，墨西哥的包拉葛(N.E. Bonlaug)在回交育种法的基础上提出了多系(综合)品种育种法。其具体做法是选用当地生产上表现最好的推广品种作为轮回亲本和若干个能抗不同生理小种的品种分别进行杂交和回交。分离世代的杂种用系谱法处理。每次都尽可能利用回交一代的杂种继续回交。每个回交组合的杂种后代分别用相应的不同“生理小种测验种”接种鉴定其苗期和成杂反应。每次要选用尽可能和轮回亲本性状相似，且具有抗病性能的杂种后代进行回交。回交次数决定于双亲性状的相似程度，一般需要进行四次六次。经验表明：如果杂种群体够大，而且双亲农艺性状又相差不太远的话，回交二至三次就有可能恢复轮回亲本的表现型。通过回交育种法选到的这些新品系应在株高、成熟期、穗形、株型、籽粒的色泽、大小、品质及烤制性能等等方面和轮回亲本完全一致，但能分别抵抗不同的锈菌生理小种。这些新品系按一定比例掺合即成多系品种。这个品种从外表来看象一个纯合体，但就抗锈性来说则是一个杂合体。另一方面注意分别保存这些原始品系，以便一旦小种滋生趋势发生变化，可用增减参加品系或其比例的办法来随时修改多系品种的组成，以适应新的情况。

多系品种在生产上大量应用的作用不仅由于参与这个品种的那些品系具有抵抗不同生理小种的能力，更主要的是能起“逃避作用”。特别在锈菌侵染的最初几代，蔓延速度将大为推迟，而这种推迟可使感染品系在遭到严重为害以前已臻成熟。如果感染某一小种的品系在多系品种的构成中不超过6—12%，即使在这个小种高度流行的年份，也不致造成严重的损失。多系品种具有抗病基因型比较丰富多样，纵使出现了新的生理小种，所有的基因型也不致全部感染，所以在新的生理小种出现和开始流行时，多系品种仍能起到一定的保护作用，有利于腾出时间，调整和修改多系品种的组成成分。

四、重要经济性状遗传规律的研究和利用

正确选择亲本，以及在杂种分离世代进行有效的选择，是决定小麦杂交育种成功的关键，小麦的重要经济性状如产量构成因素等都从属于数量性状的范畴。在这些性状方面，杂种后代的分离呈常态分布。很早以前，瑞典和英美的一些学者就提出了多因子假说来解释这些性状的复杂分离现象。这些数量性状的遗传规律如何进行研究，并加以利用，以提高育种效率，是小麦育种长期以来渴望解决的问题。近年由于系统遗传学(群体遗传学)的发展，研究数量性状的遗传规律提供了比较可靠的方法。

近年来从育种工作需要出发研究的数量性状遗传规律，其内容可以分为两个方面。首先是如何根据亲本的性状表现，预测将会分离出什么样的杂种后代，从而可以比较有预见性的来选配亲本。其次是研究各数量性状在各分离世代中遗传传递力的强弱，以便针对这些性状决定其有效选择的世代和杂种后代的处理方式。兹分别论述如下：

1. 亲本选配的研究：小麦育种家通过长期的工作实践，发现好的亲本往往是好的品种，但是好的品种则不一定就是好的亲本。这个事实说明亲本品种的配合力有所不同。有些品种用作亲本，它的杂种后代一般表现都较好，另外，一些品种的杂种后代的表现则随组合的不同而较大差异。这个现象又涉及到亲本的一般配合力和特殊配合力的问题。国外研究小麦亲本选配的方法，主要有两种：

(一) 同亲回归法 (Constant parent regression method)：1950年葛立芬(B. Griffing)

曾对同亲回归法的试验方法和理论基础作了详尽的论述。其具体做法是利用一个（或多个）品种作为固定亲本和其他若干个品种配合一系列单交组合。例如， $a \times b$ 、 $a \times c$ 、 $a \times d$ 、 $a \times e$ 、 $a \times f$ 、 $a \times g$ ，……，在此， a 称为固定亲本， $b, c, d, e, f, g, \dots$ ，称为非固定亲本。供试材料最初采取亲本和 F_1 杂种不分离的群体。1961年依柯恰德（R. Ecochard）和赫特（J. Huet）用小麦作为研究对象进一步提出利用亲本和 F_2 分离群体作为供试验材料的分析方法。通过一定的试验设计和统计分析，可以分别计算出下列三个统计常轨数（Panameter）的估值：

$$b \text{ (表现型回归系数)} = \frac{\text{杂种和非固定亲本的互变量}}{\text{非固定亲本的变量}}$$

$$\beta \text{ (基因型回归系数)} = \frac{\text{杂种和非固定亲本的互变量}}{\text{非固定亲本的变量} - \text{试验机误的变量 (以平均数为基础)}}$$

$$\alpha = \frac{\text{显性作用的变量}}{\text{基因累加作用的变量}}$$

采用下列步骤推论试验结果：

(1) b 值显著，说明杂种和固定亲本之间很可能存在回归关系，在理论上 b 值应和固定亲本的一般配合力成正比。

(2) b 值不显著， β 值也很小，说明杂种和固定亲本确实不存在回归关系，亦即不能根据固定亲本的性状表现来予测杂种后代的性状表现。

(3) b 值不显著，而 β 值较大，说明很可能由于试验误差太大，掩盖了杂种和固定亲本之间回归关系的真相。在这种情况下，有必要采取措施，尽可能减少试验误差，重复进行试验。

(4) α 值为显性作用变量和基因累加作用变量的比值。 α 值的显著与否，可以判断是否存在显性作用。如果 b 值显著，而 α 值不显著，可以进一步证实杂种和固定亲本之间确实存在回归关系，亦即固定亲本具有较大的一般配合力，杂种后代的性状表现确受固定亲本的支配。

同亲回归法的优点是：①试验规模便于控制，固定亲本和非固定亲本的数目可以根据研究工作者的需要和工作条件来决定，试验结果可以分别进行统计分析不受固定亲本和非固定亲本数目多少的影响。②可用 F_1 不分离的杂种材料进行研究，工作量小，易于掌握，这是最有利的条件。在利用 F_2 作为研究材料时，工作量虽然较大，但是杂交组合可多可少，取决于固定和不固定亲本的数目。当然，如果每一个固定亲本的供试组合太少，势将影响试验结果的可靠性，这一点也是应加注意的。③研究工作者在取材方面可以有意地选用一些具有代表性的和性状差异较大的品种作为非固定亲本，这样把研究范围建立在比较广泛的基础上，可望取得较为真实和可靠的结果。

小麦育种家如能参考上述方法，对他所经常考虑用作亲本的少量品种进行研究积累一些必要的经济性状遗传的资料，可能在一定程度上有助于克服选用亲本的盲目性。

(二) 双列杂交法 (Diallel Crosses) 所谓双列杂交是把一些供试品种配成所有可能进

行杂交的组合。关于这个方法的理论依据和分析方法已由葛立芬 (BGriffing) 作了详细的综述。在取材方面有四种方法：①试验包括亲本和正反交组合各一套，共计有 P^2 个供试材料，②试验包括亲本和一套杂交组合，但不包括反交组合，共计有 $\frac{1}{2}P(P+1)$ 个供试材料，③试验包括全部正反交组合但不包括亲本，共计有 $P(P-1)$ 个供试材料，④一套杂交组合，不包括亲本和反交组合，共计有 $\frac{1}{2}P(P-1)$ 个供试材料。一般以最后一种取材方法最为简便，应用也最为广泛。分析方法有三种：①变量分析法，回归分析法，③图解法。华爱特豪荷斯 (R.N.H. whitehouse) 等虽选择若干性状差别较大的小麦品种应用双列杂交法研究亲本配合力问题，供试材料是 F_1 和 F_2 杂种群体，研究的性状有粒重、每小穗粒数、每株穗数和每株粒重。试验结果的分析采用回归法和图解法。根据试验结果针对每一个性状予测了那些组合将对育种家是最为有用的，并为进一步处理这些杂种材料提供了规划。

双列杂交法的优点是可以研究每一个亲本的一般配合力和特殊配合力，根据试验结果可以分别对每一个亲本品种的早代杂种材料的表现作出比较正确的估计和判断，以便及早淘汰不良的组合，集中力量加工选育较有希望的材料，这是其他方法所不易做到的。它的缺点是：①根据双列杂交法的规定，在供试品种数 = n 时，必须配成 $\frac{n(n-1)}{2}$ 个杂交组合（不包括反交），如果缺少了任何一个组合的材料，即不能按双列杂交法进行分析；②供试品种过多，增大工作量，供试品种太少，所得结果又不很可靠；③供试组合中一定会出现一部分与实际育种工作结合不上的组合，只能供研究亲本配合力之用，不能作为选育新品种的有用材料。

2. 遗传力的研究：小麦杂种后代性状的表现，实际上是内在遗传质和外界环境条件共同作用的结果。遗传变量和表现型变量的比值就称为遗传力，它的大小可以作为性状遗传传递力强弱的一个指标。研究遗传力的方法很多。庄巧生等已对遗传力的理论依据和估算方法作了评述，可供参阅。遗传力在小麦育种上的应用，主要有下列四个方面：①帮助确定杂种后代在那些世代和那些性状应采取的选择方式；②根据遗传力估算结果，可以求出遗传进度，以予测选择的效果，并为规划下一代杂种群体大小提供依据；③采用组合检定方法，可以评定组合的优劣；④进行基因型相关的研究，可对某个遗传力低的重要经济性状通过另一个遗传力高并和前者有显著相关的性状间接地进行选择，从而获得有效的结果；⑤利用判断函数的概念，进行选择指数的研究，用以提高选择效率。

兹将前人研究小麦若干性状遗传力的一些结果，列于下表，以供参考。

从表上结果来看，遗传力估算结果虽然由于年份、取材和研究方法不同而有所出入，但总的趋势仍是明显的。抽穗期、株高、千粒重等性状的遗传力较高，这些性状在早代进行个体选择，可能取得比较理想的结果。每株穗数和每株粒重的遗传力都很低，这两个性状只有推迟到杂种后期世代才能进行有效的选择。在小麦品质方面，容重和蛋白质含量的遗传力都较高，进行早代选择可能是有效的。面粉产量和面粉质地的遗传力则因取材不同而有较大的差别，早代选择能否生效尚难遽下定论。

五、其他育种技术和方法：

1. 远缘杂交：迄今为止，小麦远缘杂交中以小麦 × 冰草所得的效果较好，苏联育成的鹤冠1,186, 599等品种已在生产上有较大面积的栽培，起了良好的增产作用。

性 状	遗传力 (%)	作 者 和 发 表 年 份	备 注
始花期	36.0	惠别尔(D.E.Weibel), 1956	利用亲本及 F_1 、 F_2 和 F_3 群体估算
抽穗期	88.8	雪卡(S.M.A.Sikka)等, 1958	利用 F_3 和 F_2 回归估算
株 高	50.2	惠别尔, 1956	
千粒重	45.2	同 上	
千粒重	81.7	雪卡等, 1958	
每穗粒数	30.6	同 上	
每株穗数	1.3	惠别尔, 1956	
每株穗数	4.6	雪卡等, 1958	
每株粒重	7.7	惠别尔, 1956	
每株粒重	5.6	雪卡等, 1958	
容 重	49.5	惠别尔, 1956	
蛋白质含量	51.41—68.54	台维斯(W.H.Danis) 1959	利用分别回交双亲的回交一代和 F_2 群体估算
面粉产量	14.02—52.90	同 上	
面粉质地	29.23—60.22	同 上	

小麦×黑麦的杂交育种工作在苏联、瑞典、日本、德国、荷兰、阿根廷、西班牙等国都在进行，选到了一些抗病、抗倒伏、抗寒、蛋白质含量高，穗大粒多粒大的小黑麦新品种，但是从1890年德国的林波(Rimpau)获得第一个小黑麦杂种起，至今已有七十多年，尚未选到一个能在生产上应用的小黑麦双二倍体品种。杂种后代的结实性差和籽粒不饱满是双二倍体小黑麦杂交育种工作中存在两个主要问题。小麦和黑麦杂交的当代不可结实性和 F_1 的不孕性，通过正确选配亲本和采用秋水仙精处理 P_1 幼苗已经基本上获得解决。双二倍体小黑麦杂种的籽粒不饱满是较难克服的问题。孟津(A.miintzing)采用双二倍体小黑麦不同系杂交，继之以选择的方法，取得了进展。他还建议采用自交能结实的黑麦品系作杂交亲本来消除黑麦染色体在小黑麦双二倍体中形成完全纯合状态时可能产生的自交不孕现象。意大利的小麦育种要用小黑麦和小麦回交，育成了“透密涅罗(Ferminillo)”小麦，这个小麦在西班牙干旱的山区条件下表现得非常适应。根据英国列莱(R.Riley)和贝尔(G.D.H.Bell)的意见，小黑麦似乎只能适应于现在小麦栽培的极端边缘地带的环境条件。这些地带小麦的品质和产量都很低，在农业高度发展和小麦品种已经很好适应的地区，小黑麦很可能不会有直接利用的价值。

小麦远缘杂交，除了直接选育用于生产的新品种外，创造育种原始材料，也具有极为重要的意义。例如，依立奥特(F.C.Elliott)曾用长穗偃麦草×出穗小麦，再回交密穗小麦，选到了抗腥黑穗病的品系。

2. 辐射选种：第二次世界大战以后，各国小麦育种家对辐射诱变都感到极大的兴趣。利用射