

禾谷类作物的 同源多倍体和双二倍体

鲍文奎 嚴育瑞 著

科学出版社

統一書号：16031·48

定 价：0.50 元

禾谷类作物的 同源多倍体和双二倍体

鮑庆奎 嚴育瑞 著

(中国科学院植物研究所)

科学出版社

1956年10月

內 容 提 要

本書總結了 1951—1954 年作者在水稻、大麥、黑麥的同源多倍體和小麥-黑麥雜種雙二倍體方面的選種工作。所有這些多倍體材料都用秋水仙鹼引變的方法獲得。多倍體植物在形態上，種子上及生理反應上比二倍體原種都有顯著的改變。例如同源四倍體大麥種子的千粒重增加了一倍左右，四倍體水稻籼梗雜種的種子千粒重增加了 60%。根據試驗資料及選種的初步成果對人工引變多倍體植物所常遇到的不孕性問題及種子飽滿度問題進行了理論上的分析，並初步提出了解決的辦法。

試驗研究的結果說明多倍體選種工作是有巨大的潛勢力與廣闊的前途的。運用這個方法所創造出來的新品種在增產上將不是 10% 或 20%，而是 50% 甚至一倍。這在育種史上將要成為一個新的時期。

禾 谷 類 作 物 的 同 源 多 倍 體 和 雙 二 倍 體

著 者 鮑 文 奎 嚴 育 瑞

出 版 者 科 學 出 版 社

北京朝陽門大街 117 號

北京市書刊出版業營業許可證出字第 081 號

印 刷 者 上海中科藝文聯合印刷廠

總 經 售 新 華 書 店

1956 年 10 月 第 一 版 書 號：0583 印 張：2 2/3

1956 年 10 月 第 一 次 印 刷 開 本：787×1092 1/18

(滬)0001—4903 字 數：45,000

定 價：(11) 報 紙 本 0.50 元

目 錄

一. 緒言.....	1
二. 材料与方法.....	4
三. 結果.....	6
(一)四倍体黑麥.....	6
(二)小麥-黑麥双二倍体.....	14
(三)四倍体大麥.....	20
(四)四倍体水稻.....	29
四. 討論.....	34
五. 总結.....	39
(一)关于四倍体黑麥.....	39
(二)关于小麥-黑麥双二倍体.....	40
(三)关于四倍体大麥.....	41
(四)关于四倍体水稻.....	41
(五)多倍体的結实率与种子飽滿度問題.....	42
参考文献.....	43

禾谷类作物的同源多倍体和双二倍体

鮑文奎 嚴育瑞

一. 緒 言

巴拉諾夫⁽¹⁾在苏联植物学杂志发表的“为苏联农业服务的多倍体植物”一文中综述了多倍体在植物演化上、各种作物选种上、及远缘杂交工作上的重要性，并列举了苏联及其他国家关于这方面的许多成就。最后他并下结论说：“多倍体是为科学所掌握的自然界的客观规律，必须使它为苏联的农业服务。”同时，苏联“植物学杂志”编辑部在“物种与物种形成问题讨论的若干结论及其今后的任务”一文中⁽⁶⁾对多倍体问题也下了这样的结论：“多倍体现象可以引起形态学与生理学上的巨大变异。新类型的飞躍出现的可能性是不能否认的，因为不能否认事实。毫无疑问，这个最有兴趣的、显然很重要的、具有确定物种形成意义的现象值得很严肃地注意。假如苏联生物学家实际从事这类事实的科学研究，阐明这个现象中外环境作用和有机体的本性，那么他们将大大地丰富我们关于自然选择创造有机体类型的原始材料的概念，并且将以新的方法武装我们的选种家”。由此苏联的植物学家已明确的指出了关于多倍体的研究不但在理论上有其重要的意义，并在农业实践上亦将起重要的作用。所以这必然将会引起我国的植物学家及选种家的兴趣与注意。

多倍体普遍存在于种子植物中，并在种子植物的演化上起了重要的作用，已是无可怀疑的事实。在我们能获得的有限文献中，初步统计了种子植物的 526 个属，1,711 个种的染色体数目的情况，其中就有 38.17% 是属于多倍体。禾本科植物中的多倍体所占的百分数更高。我们统计的 107 个种中就有 71.96% 属于多倍体。牟欽(Müntzing, 1936⁽²³⁾) 的估计在被子植物中有一半以上是多倍体的种。A. 楼夫与 D. 楼夫(A. Löve and D. Löve 1949⁽²¹⁾) 所综合的资料充分说明单子叶植物

中有較双子叶植物更多的多倍体种,同时,被子植物中多倍体不但有較广的分布区域,并且其所占的百分比也隨緯度的增高而增大。表1中摘录的三个不同緯度地区被子植物多倍体所占的百分数就是明显的事实佐証:

表1 不同緯度地区被子植物中多倍体的频率(摘自 A. Löve and D. Löve 1949⁽²¹⁾)

地 区	北 緯 緯 度	單子叶多倍体%	双子叶多倍体%	总的多倍体%
西非丁布克都(Tunbuctoo)	17°	67.0	31.0	37.0
英國	50—61°	75.1	49.8	56.7
斯匹次培根羣島(Spitzbergen)	77—81°	95.0	61.4	73.6

多倍体种所以有較广的分布区域,尤其在高緯度地区,主要是由于它在生理上較二倍体种对不良环境有更强的适应性 (A. Löve and D. Löve 1949⁽²¹⁾, O. Hagerup 1931⁽¹⁸⁾, H. E. Smith 1946⁽²⁷⁾, Писарев⁽¹⁵⁾) 在遺傳上有較高的可塑性也就是增大了有机体的变异性(巴拉諾夫 1954⁽¹⁾, Жебрак 1955⁽¹⁴⁾)。

自然界存在的植物多倍体,主要的是属于异源多倍体(Allopolyploid)。所謂异源多倍体就是它的染色体来自亲緣較远的不同的种,也可以說是二个远緣种的复合体。例如黑油菜(*Brassica nigra*)有染色体8对,甘藍(*B. oleracea*)有染色体9对,油菜(*B. campestris*)有染色体10对,这三个种是芥屬(*Brassica*)中的基本种,复合任何二个基本种,就成为另一种多倍体的种。这些多倍体的芥屬种不但在染色体的数目上揭示了它們可能的起源,并已从杂交及細胞学的分析上証实了它們与基本种間的亲緣关系(U. Nagaharu⁽²⁵⁾)。在文献中我們还可以找到关于栽培植物或野生植物的这一类例子。这些經現代植物学的方法証实了的許多事实清楚地揭发了异源多倍体发生的自然規律,这个規律不但大大地丰富了植物界的种,同时也給植物育种家指出了一条广闊的人工創造新种的途徑。

人工創造异源多倍体新种的第一步就是远緣杂交。米丘林在植物学家們尚未发现异源多倍体在植物新种形成中的重要性时就开始(1889年)了扁桃屬(*Amygdalus*)的种間杂交工作,5年后就从杂种中育成了有特別风味的新品种肉李(*Myas-naya Sliva*)⁽²²⁾。大約在1923年他在种間杂交的短文中对远緣杂交就下了这样有預見性的結論:“在这里展开了一个无穷的远景,就是我們有可能获得具有从前所沒有的新形式、新特性的完全新的果树的种(species)”。他自己的偉大成就已充分

証實了他这个天才的預見。

米丘林在果树方面对远緣杂交的偉大成就应用到用种子繁殖的作物, 尤其是禾谷类作物, 便遇到了严重的困难, 就是杂种的高度不孕性。这个严重困难因植物异源多倍体規律的发现, 可說是基本上获得了解决。巴拉諾夫⁽¹⁾引 H. B. 齐津的話: “异源多倍体的获得……是伴随和促进远緣杂交工作的通常方法” “利用多倍体现象, 我在 1947 年终于能够制訂方法, 借它之助黑麦鵝冠草第一代杂种不孕性完全被克服。黑麦鵝冠草杂种不育性的克服是苏維埃选种的偉大胜利”。H. B. 齐津⁽⁶⁾运用了米丘林的远緣杂交原則及近代植物学上对植物异源多倍体規律性研究的成就, 从黑麦, 鵝冠草, 小麦的屬間杂种中培育出了高产的麦种。

同样的, 什布拉克 (A. R. Zhebrak 1948^(29,30), 巴拉諾夫⁽¹⁾) 从提摩非小麦 (*Triticum Timofeyevi*) 与硬粒小麦 (*T. durum*)、圓錐小麦 (*T. turgidum*), 波蘭小麦 (*T. polonicum*), 及东方小麦 (*T. orientale*) 的杂交, 并用秋水仙硷的方法加倍不孕的杂种第一代的染色体, 而获得具有 56 个染色体的小麦新种, *T. soueicum*。从提摩非小麦与普通小麦 (*T. vulgare*) 的杂种, 他用同样方法創造了具有 70 个染色体的小麦种。从这些有价值的宝贵材料中并培育出了对各种真菌病具有免疫性及千粒重达 80.87 克甚至到 95 克的完全新型的小麦品种。

什布拉克用实验的事实証明⁽³⁰⁾, 無論先杂交而后加倍杂种第一代的染色体, 或先加倍亲本的染色体而后杂交, 都可同样有效的使远緣杂种結实正常。因此, 染色体的加倍使远緣杂种的不孕性得到了克服。

現在所知道的有許多外界因素可使植物的染色体数目加倍, 造成多倍体^(4,17)。爱斯 (H. C. Aase)⁽¹⁷⁾ 在这方面的文献綜述中, 提出的主要外界因素有溫度的急变、X 射綫及葯剂如秋水仙硷、Apiol、Acenaphthene、Granosan 等等。齐津⁽⁶⁾与牟欽⁽²⁴⁾利用双胚的种子获得多倍体种。在自然界中多倍体的发生常借助于自然溫度的激烈变化⁽¹⁾。但人工引变多倍体的最有效方法还是秋水仙硷的运用。

另一类多倍体, 称为同源多倍体 (autopolyploid), 即并未經過远緣杂交等手續, 而只單純將一个植物本身的染色体数增加一倍或几倍, 因之它所增加的染色体是与其原有的染色体完全相同。这种同源多倍体同样的存在于自然界并在植物物种的演化上也起重要的作用。牟欽⁽²³⁾曾列举 58 个在自然界的同源多倍体例子, 并从其地理的分布上說明了同源多倍体的优越性。

在农业实践上,同源多倍体选种工作也已显示出了光辉的成就。例如在苏联,纳瓦新与捷拉西莫夫所育成的四倍体橡膠草品种已大量推广。它不但有較普通橡膠草大60%的根,而且其所出的橡膠有更好的品質⁽¹⁾。又如薩哈洛夫所育成的四倍体蕎麦,在1950年試驗的結果四倍体蕎麦的产量要高出二倍体蕎麦的60%⁽¹⁾。

多倍体虽然有植科生長健壯粗大,种子或果实大,适应性較强等优良特性;但在人工引变多倍体中最常遇到的主要困难,尤其是种子用作物,就是結实率較低,子实不够飽滿。这二个主要困难在异源多倍体与同源多倍体都有不同程度的存在。但多倍选种工作的实际成就已經指出这二个困难并不是不可克服的。秋水仙的应用对大量获得多倍体的原始材料已无問題,因之多倍体选种工作的中心問題就应轉移到对多倍体生理特性的系統研究及如何自原始多倍体材料中培育选择优良的类型。

社会主义的农业必然是有高度技术水平与生产力的农业,因之对作物品种的要求也必然在相当高的水平上,例如对禾谷类作物的抗倒伏性,耐肥力,产量高,子粒大,品質优良等等,都会有較高的要求,而多倍体也常能在不同程度上显示这方面的优良特性。所以多倍体选种工作將在我国农业生产上起重要的作用,是无可怀疑的。

我們自1951年起开始进行了黑麦、大麦、小麦-黑麦远緣杂种、水稻等禾谷类作物的多倍体选种工作,因此积累了一点經驗,并获得了一些看来頗有希望的多倍体品系。現將这些資料作成初步报告以供参考。

二. 材料与方法

供多倍体选育工作的禾谷类作物有黑麦、大麦、小麦-黑麦杂种双二倍体,及水稻。黑麦与大麦的二倍体染色体数都是7对,水稻是12对,因其原有染色体数目都較低,故用同源多倍体的方法进行选育工作。普通小麦的染色体数是21对,比較高,所以便同黑麦杂交后再进行染色体的加倍工作,因之所获得的是异源多倍体。

黑麦四倍体只有一种,是李竟雄教授在1939年用秋水仙处理发芽种子而获得。

大麦在1951年用秋水仙处理幼苗及种子获得成都农家品种史大堆及37-2裸大麦的同源四倍体,在1952年又用同法获得37B-45A及37B-54C的同源四

倍体。在1952年及1953年并进行了四倍体大麦品种間的杂交工作。

1951年春进行了中国春小麦与平武黑麦的屬間远緣杂交, 所得的一部分杂种种子在当年9月底, 播种于小鉢内, 到10月底用无性繁殖方法进行分株, (S. J. Wellensiek)⁽²⁸⁾, 以便获得更多杂种第一代的材料。在1952年1月間將分株的小麦-黑麦杂种第一代取出10株, 进行秋水仙硷处理, 有2株获得成功, 每株各有一穗产生正常的花粉粒, 并結了种子。其中一穗的半面进行去雄, 授以玉皮小麦的花粉, 也获得全部結实。所有处理沒有成功的穗子全未結实。

水稻在1952年, 同样用秋水仙硷处理幼苗的方法获得稈稻銀坊, 水源, 及中熟籼稻川农422的同源四倍体。1954年春在溫室內进行同源四倍体籼稈稻品种間杂交。

以上所获得的各种多倍体品种及多倍体品种間的杂种, 每年根据單株的結实率及种子饱满度进行选种。

对于多倍体品种不孕性較高的原因也作了一些探索性的試驗, 例如用品种間的杂交, 人工輔助授粉, 不同品系混合播种, 孕穗及出穗期施用各种不同的肥料等办法以測定其对結实率的影响。

在生理上也做了一些很有限的檢定工作, 如抗旱性的測定(用凋萎点測定法), 及叶子中的含糖量的測定。

所有多倍体品种都用秋水仙硷处理幼苗及发芽种子而获得。秋水仙硷的水溶液濃度用0.01—0.05%。处理时苗子大概有5—6片真叶或几个分蘖。幼苗掘起后, 用水洗淨根上所有泥土, 而后在每株基部用刀片割一切口, 切口深度以不割断生長点为原则(此法根据某作者在玉米上的試驗效果而来, 但原文献尚未找到)。將割过的幼苗集中放入盛有秋水仙硷水溶液的燒杯内, 溶液的量以能淹沒所有的切口为度。处理時間麦类1—5天, 普通处理2—3天已可得到良好的效果。水稻处理時間一般需經10—11天才能得到效果。处理完毕后將幼苗用清水冲洗, 而后移植于大田或鉢中。經处理后的幼苗一般生長都受不同程度的抑制, 有的甚至死亡, 所以对这些幼苗必須妥为照顧。出穗后选取在植株上, 穗形上或种子大小上有变异的穗子, 俟成熟后分別收获脫粒。第二季將收获种子在小鉢内发芽, 俟長出2—3片真叶时, 檢查每一幼苗气孔的大小, 保留所有气孔比对照大的幼苗, 淘汰所有气孔与对照一般大小的幼苗。檢查水稻幼苗气孔大小比較困难, 所以水稻多倍

体就用检查种子大小及花粉粒的大小来决定，有时也用检查花粉母细胞染色体的数目来决定。

三. 結 果

(一) 四倍体黑麦

在植株形态上，黑麦四倍体与二倍体之间有显著的差异。1951—1952年的秋栽肥料试验，在钵子口径为22厘米，每钵种一株的情况下，进行了单株重要性状的记载，其平均数彙集于表2中。在这些性状中四倍体黑麦不如其亲本二倍体黑麦的有：分蘖力、株高、每穗小穗数、结实率，其中尤以分蘖力与结实率的差异最为显著。性状中四倍体超过二倍体的有：穗长（图1）、千粒重、气孔的长与宽、及有效分蘖率（表2），其中以千粒重与气孔长的差异较显著。四倍体种子的千粒重虽比二倍体增加了6.7克，或38.4%，但从种子的外形上看，是不够饱满的。精选过的四倍体种子千粒重可以达到

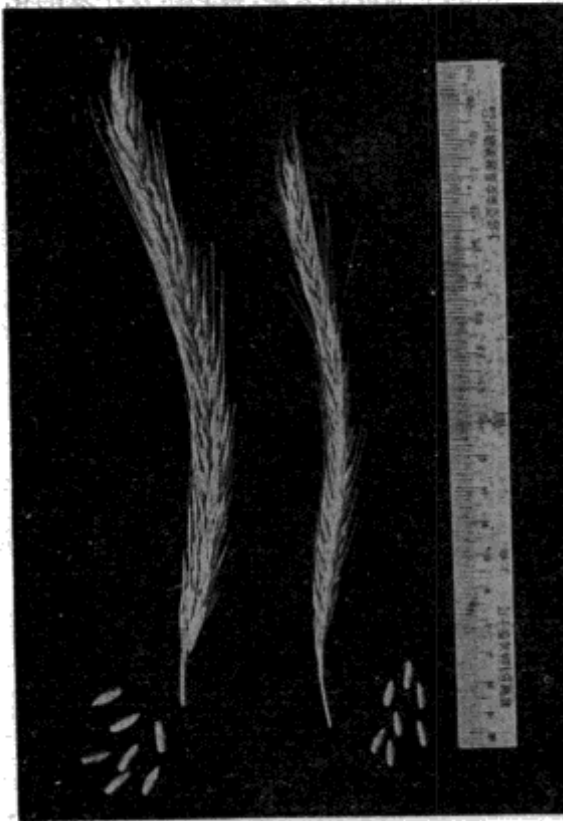


图1 左.同源四倍体黑麦穗子(具有43个小穗)及种子;
右.二倍体黑麦穗子(具有52个小穗)及种子。

38克，就是这样的种子，从外形上来看也是并不很饱满的。从它的大小来

表2 二倍体与四倍体黑麦重要特性比较(1951—1952)

品 种	每 株 分蘖数	每 穗 株 数	有效分蘖 %	株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	小穗数	每小穗 种子数	千粒重 (克)	第一叶气孔	
									长 (μ)	宽 (μ)
大谷黑麦	29.8	11.7	39.2	144	16.1	49.5	0.92	17.46	59.4	34.3
四倍体黑麦	15.8	7.8	51.1	137	18.1	43.1	0.38	24.16	85.8	38.3

估計,如飽滿度能够达到同二倍体的种子一样,則其千粒重就至少应在 45 克左右。

黑麦是异交作物,用單株栽进行肥料試驗是很不适宜的,結果花粉的供应量不足,結实率过低。在大田中二倍体黑麦的結实率一般可以达到每小穗結种子 1.31 粒(表 5, 1952),但在鉢中則只有 0.92 粒(表 2)。四倍体的結实率更低,仅有 0.38 (表 2),在大田的情况下,它的結实率平均可以达到 1.09(表 5, 1952)。穗子分化的进度、出穗及成熟,二倍体与四倍体黑麦基本上是一致的。

在生理性狀方面,我們测定了抗旱性与叶片中的含糖量。抗旱性的测定用凋萎点测定法。土壤为沙質壤土,饱和水量可达干土重量的 51.4%。种子于 1951 年 10 月 16 日播于內徑 11.6 厘米,高 7.5 厘米的小鉢內,11 月 11 日起停止澆水,到 17 日发生凋萎,此时放入饱和湿箱中 24 小时也不再恢复。其时将鉢中所有幼苗拔去,并将表土刮去 1 厘米左右,而后將土自鉢中倒出,清除殘根,测定土壤中殘留的水分。每鉢取三个样品,每品种重复一鉢。四倍体黑麦的凋萎系数(永久凋萎时的土壤绝对含水量)是 3.91,二倍体的凋萎系数是 6.91。由凋萎系数的結果看来,四倍体黑麦远較二倍体黑麦抗旱。

叶片含糖量的测定于 1951—1952 年的生長季中进行。材料于 1951 年 10 月 12 日播种,叶片样品于 12 月 22 日,2 月 16 日,3 月 2 日及 3 月 9 日四天中分別在上午 8 时,中午 12 时及下午 4 时采集。采叶标准为刚長成的叶片。采集的叶子立即在 80—85°C 的烘箱中干燥 24 小时。單糖测定的方法用赫塞特的硫酸鈾滴定法(Hassid ceric sulfate titration method)⁽¹⁹⁾。总糖量的测定,將样品水提液用鹽酸在士 90°C 的水浴中水解 10 分鐘,水解后以氫氧化鈉中和,而后再以同法滴定其單糖量。滴定結果都換算成葡萄糖,再由葡萄糖量計算成干叶的含糖百分数。現將四天取样的平均結果列于表 3 中。

表 3 二倍体与四倍体黑麦一天中叶片含糖量的变化(1951—1952)

采 叶 时 間	單 糖 含 量 %		总 糖 含 量 %	
	二 倍 体	四 倍 体	二 倍 体	四 倍 体
上午 8 时	5.32	7.70	13.90	13.69
中午 12 时	7.14	8.87	14.96	18.10
下午 4 时	5.04	9.60	26.76	18.85

表3的结果清楚的指出四倍体黑麦的单糖含量要较二倍体的高,但总糖量又不及二倍体。一天中二者含糖量的变化情况亦不同。二倍体黑麦叶片中的单糖含量以中午12时为最高,上午8时与下午4时的含量几乎是一样多,但总糖的含量则一天中是逐渐增加的,以下午4时的含量为最高,比上午8时几乎增加一倍。四倍体的情况则相当不同。在一天中它的单糖与总糖的含量都是逐渐增加的,均以下午4时为最高。单糖下午4时的含量比上午8时增加了37.7%,但在这个期间总糖量也只增加了38.7%。所以它的单糖与总糖量的增加比数几乎相等。同时,它的总糖量的增加在上午较快,其增加量并远超过了二倍体黑麦,但在下午其增加量则很少。如果上述含糖量的分析是反映二者光合作用的效果则我们便有这样的解释:四倍体黑麦的光合作用效率较高,但它的单糖转化缓慢,这样就因为单糖的过多积累而影响了后期光合作用的效率。二倍体黑麦单糖的转化比较良好,所以它的单糖积累就不会过高而致阻碍光合作用。但这只能作为一种可能的解释,而不能当作是一个结论,因为我们所依据的资料是远远不够的。

二倍体黑麦有染色体7对,四倍体黑麦有染色体14对。因为是同源四倍体所以在减数分裂花粉母细胞第一次分裂时出现了不同数目的四价染色体(图2),四价

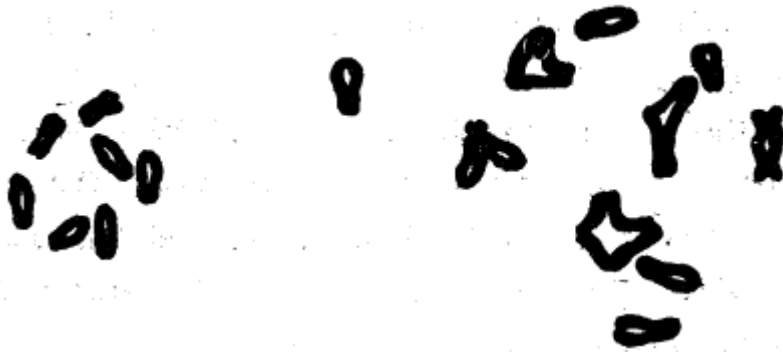


图2 左.二倍体黑麦的7对染色体;右.四倍体黑麦的14对染色体,其中有4个4价染色体,6个2价染色体(显微绘图仪照;放大760倍)。

体数目可以从零到7,其分布频率在植株间有相当大的差异(表4)。四价体最少的是2505—2,平均每细胞只有0.6个,最多的是83029—2,平均有4.0个。因为四价体的存在,可能引起染色体在减数分裂时分配不等的现象。1944年观察的结果⁽²⁶⁾,64个花粉母细胞的减数分裂中,有57个细胞(占89.1%)染色体分配是均等的,5个细胞是13—15的分配,2个细胞是12—16的分配。所以不等分配的细胞

只占 10.9%⁽²⁶⁾。同时检查四倍体黑麦的花粉, 好花粉所占的百分数都在 90% 以上。表 4 中所列的结果也说明四价染色体的多少与结实情况没有规律性的联系。如 2505-1 与 2520-1 二植株, 平均四价体数都是 1.4 个, 但前者结实每小穗不到 0.5 粒种子, 而后者则每小穗有种子 1 粒以上。又例如四价体平均每细胞有 3.9 个的 83039-1 号植株, 其结实率是较高的; 而四价体最低的 2505-2 号植株, 其结实率则反而较低。由这个结果看来, 四价染色体的频数似与不实率不发生直接的关系。

表 4 四倍体黑麦减数分裂时四价染色体出现的频率 (1944, 1951)

株 号	四 价 染 色 体 数 目								观察细胞数	平均每细胞 四价体数	结实情况*
	0	1	2	3	4	5	6	7			
—	4	18	16	18	6	5	1	1	69	2.4	—
83039-1				7	5	4	1		17	3.9	H
83029-2			5	9	13	8	3	2	40	4.0	M
2505-2	13	9	2	1					25	0.6	L
2505-1	13	14	10	4	2	2			45	1.4	L
2512-6	11	12	20	7	11	1			62	2.0	M
2516-1	5	15	17	9	9	5			60	2.3	H
2520-1	2	13	8	2					25	1.4	H
2521-1		4	2	2					8	1.8	H
2521-2	1	8	3	2	1				15	1.6	H
2512-6	1	16	10	7	2				36	1.8	M
	50	109	93	68	49	25	5	3	402	2.2	

*H 每小穗结实在 1.0 粒种子以上。

M 每小穗结实在 0.5 粒种子以上。

L 每小穗结实在 0.5 粒种子以下。

每年于黑麦将要成熟时, 在田间选择结实率比较高的单株。收获后将这些单株分别数计小穗数、结实数, 并测定种子千粒重。根据结实率及千粒重选留单株。表 5 与表 6 就是在 1951 与 1952 两年来经田间初选的单株结实率及千粒重的次数分布情况。

表5 黑麦结实率次数分布表(1951, 1952)

组 距 (每小穗种子数)	1950—1951			1951—1952		
	4 N	4 N 自交系	2 N	4 N	4 N 自交系	2 N
0.10—0.19	1.5	2.0			6.4	
0.20—0.29	1.2	1.0				
0.30—0.39	1.5	5.1	2.9		2.1	
0.40—0.49	2.4	3.1		0.8	2.1	
0.50—0.59	3.0	7.1	2.9	0.4	4.3	
0.60—0.69	3.3	8.2	5.7	0.8	6.4	
0.70—0.79	5.8	8.2	2.9	3.3	23.4	1.5
0.80—0.89	9.1	18.4	11.4	6.6	19.1	
0.90—0.99	12.1	5.1	2.9	14.4	21.3	4.4
1.00—1.09	16.0	14.3	22.8	21.3	10.6	7.3
1.10—1.19	15.7	9.2	5.7	23.5	4.3	16.2
1.20—1.29	13.6	10.2	17.1	16.9		19.1
1.30—1.39	13.0	6.1	2.9	8.2		22.0
1.40—1.49	1.8	2.0	11.4	0.8		16.2
1.50—1.59			11.4			8.8
1.60—1.69						1.5
1.70—1.79						
1.80—1.89						1.5
1.90—1.99						
2.00—2.09						1.5
总 数	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
实际株数	331	98	35	243	47	68
平均数±标准差	1.05±.26	0.89±.14	1.06±.30	1.09±.17	0.79±.24	1.31±.07

表5的結实率次数分布明显的指出四倍体黑麦的結实率比二倍体为低, 而四倍体自交系則更低。在1951年四倍体結实率最低的每小穗只有0.15, 最高的达到1.45, 絕大多数在0.80—1.39之間(占79.5%) 平均为1.05。二倍体的最低結实率每小穗亦只有0.35粒种子, 但最高的达到1.55粒, 絕大多数在0.80—1.55之間(占85.6%), 平均为1.06。四倍体自交系的結实率平均每小穗只有0.89粒种子, 結实率在0.80—1.39範圍內的仅占65.3%。虽然1951年秋播种的种子都是选自結实率比較高的單株, 但1952年春四倍体所表現的結实率情况基本上与前一年的相似, 只有二倍体的平均結实率比上一年提高了一些, 达到每小穗1.31粒。

表6 黑麦种子千粒重次数分布表(1951, 1952)

組 距 (克)	1950—1951			1951—1952		
	4 N	4 N 自交系	2 N	4 N	4 N 自交系	2 N
10—11	0.6	4.1				
12—13	1.5		2.9		2.1	8.8
14—15	0.6	10.2	2.9			29.4
16—17	3.0	3.1	20.0	0.4	6.4	42.7
18—19	6.3	7.1	14.3	1.2	4.2	16.2
20—21	6.0	15.3	20.0	2.9	8.5	2.9
22—23	10.9	10.2	14.3	5.4	8.5	
24—25	12.7	21.4	8.6	19.2	27.7	
26—27	14.2	17.3	11.4	20.1	12.8	
28—29	15.7	7.1	2.9	29.2	12.8	
30—31	10.0	3.1		13.6	8.5	
32—33	10.3		2.9	4.9	8.5	
34—35	6.3	1.0		1.7		
36—37	1.5			1.2		
38—	0.3					
总 数	99.9	99.9	100.2	99.9	100.0	100.0
实际株数	331	98	35	243	47	68
平均数±标准差	26.8±5.36	23.2±4.91	21.4±4.14	27.8±3.29	25.4±4.72	16.5±1.86

四倍体黑麦的千粒重远较二倍体的为高，但饱满度就远不及二倍体黑麦。四倍体黑麦的千粒重最低的只有 10 克，最高的可以达到 38 克(表 6)，但千粒重 38 克的种子还是没有完全饱满。四倍体自交系种子的饱满度尤差，千粒重也更低。1951 年秋播种的种子都是选自结实较高，及千粒重较大的单株，但 1952 年春的四倍体种子平均千粒重及其分布的情况还是与上年基本上相同(表 6)。所以单株选种也未见对四倍体黑麦的千粒重有显著的提高。

因之用单株选择，单株分种的办法对提高四倍体黑麦的结实率及千粒重，效果是不显著的。这主要由于黑麦是异交作物，不能用单系选择法。单系选择反而使其有纯化的趋势，以致发生了不良的效果。

四倍体黑麦的结实几乎全靠异株的花粉，这由表 7 的结果即可得到充分的证明，就是一株中去雄而未加以人工授粉的穗子的平均结实率与未去雄穗的基本上一样。如进行套袋自交，则每穗(平均有 45 小穗)仅能得到几粒种子，或全不结实。所以在天然情况下黑麦都是靠外来花粉授粉结实。但四倍体同二倍体之间尚未发现有天然杂交者。

表 7 四倍体黑麦同一株中去雄与未去雄对结实率的影响

行 株 号	每 小 穗 种 子 数	
	去 雄 穗	未 去 雄 穗
2122-3	1.21	1.16
2121-12	1.12	1.30
2127-5	0.81	0.70
2137-4	1.10	1.22
平 均	1.06	1.10

关于四倍体黑麦人工辅助授粉，表 8 的结果指出只有在植株较孤独、外来花粉不足的情况下，才显出明显的效果。在集体植株中，外来花粉来源充足，辅助授粉的效果就不显著。

表 8 四倍体黑麦同一株中辅助授粉对结实率的影响

	每 小 穗 种 子 数	
	未 辅 助 授 粉	辅 助 授 粉
孤 独 植 株	0.09	1.40
较 孤 独 植 株	0.85	1.12
集 体 植 株 1	0.78	0.74
集 体 植 株 2	1.18	1.11

但自交对后一代结实率及千粒重的影响是显著的。表9中, 2121-12的非自交穗后代四株的结实率都在每小穗1.2粒种子以上, 千粒重在23克以上, 但同株套袋自交穗后代的结实率与千粒重都显著下降。2122-3植株非自交穗后代的结实率与亲本同, 而千粒重都有所提高, 但自交穗后代结实率都下降, 最低的一株每小穗平均只结0.5粒种子, 但种子千粒重并未下降。由这个事实便清楚的指出了, 自交显然会影响结实率与饱满度, 但各植株所受的影响程度则常有不同。

表9 四倍体黑麦自交后对结实率的影响

1950-1951			1951-1952					
行株号	每小穗种子数	千粒重(克)	非自交穗后代			自交穗后代		
			行株号	每小穗种子数	千粒重(克)	行株号	每小穗种子数	千粒重(克)
2121-12	1.30	30.0	12237-1	1.34	27.5	11084	0.93	18.2
			12237-2	1.25	27.4			
			12237-3	1.25	23.6			
			12237-4	1.24	25.3			
2122-3	1.16	23.0	12236-1	1.14	28.0	11086-1	0.98	24.4
			12236-2	1.12	25.7	11086-2	0.50	24.5
			12236-3	1.34	29.3			
			12236-4	1.20	24.0			

虽然自交降低了四倍体黑麦的结实率, 但自交系的混合播种就很显著的提高结实率。表10的结果中, 四倍体黑麦结实率最高的单穗是在自交系混合区中, 它们的平均结实率是四倍体黑麦混合区中的第二位。但以亲本的结实率来看, 自交系亲本的平均结实率是最低的。

表10 黑麦混播对结实率的影响

	混播系数	混播系每小穗结实数			1953年混播效果		
		最高	最低	平均	数計穗数	每小穗结实数	
						最高	平均
四倍体混合区 I	26	1.32	0.81	1.06	31	1.45	1.23
四倍体自交系混合区	17	1.12	0.57	0.87	54	1.57	1.24
二倍体大谷黑麦	8	1.51	1.08	1.31	32	1.58	1.21
二倍体平武黑麦	8	1.46	0.93	1.29	12	1.39	1.20
大谷-平武混合区	16	1.51	0.98	1.30	13	1.68	1.45
四倍体混合区 II	12	1.37	0.99	1.20	31	1.52	1.24
四倍体混合区 III	9	1.29	0.62	0.97	21	1.45	1.21
四倍体混合区 IV	9	1.23	0.82	1.09	20	1.53	1.28

在二倍体黑麦中，大谷与平武黑麦混合区的结实率就超过于它们二个的单独品种区。最高结实率超过 6.3%，平均结实率超过 20%。

所以表 10 的结果充分说明黑麦不论是二倍体或同源四倍体，品系的混播对提高结实率是很有帮助的。

(二) 小麦-黑麦双二倍体

黑麦有许多优点是小麦所没有的，例如黑麦对不良环境的抵抗力较强，生长势较健旺，每穗的小穗数较多等等。平武黑麦每穗小穗数总在 40 左右，而另一品种大谷黑麦(Dakold rye)，每穗小穗数可到 50 以上。我们希望将这些黑麦的优良特性能够转移一些到普通小麦里去，使小麦有更大的适应性，更健旺的生长势，和更大的穗子，所以便进行了一些小麦(*Triticum vulgare*)与黑麦(*Secale*)的属间远缘杂交。一般情况下，小麦与黑麦杂交是很困难，而不易成功的。但用中国春小麦品种作母本与黑麦杂交的成功率同普通小麦品种间杂交的一样高。中国春小麦与黑麦杂交的可孕性是遗传的。矮立多小麦与黑麦杂交的可孕性极低，我们曾杂交了几十个穗子，一粒杂种种子也未得到。但以中国春小麦作母本与矮立多杂交，其杂种第一代与黑麦杂交的可孕性就平均达到 61.86%；以矮立多作母本与中国春小麦杂交，它的第一代与黑麦杂交的可孕性则只有 17.07%。所以这个特性在很大程度上是趋于母本遗传的。

小麦(中国春小麦)与黑麦(平武黑麦)杂种第一代的结实率非常低(表 11)，从 15 粒杂种种子用分株的办法，共计得到 3,551 穗，1,376 粒种子，平均每穗只结种子 0.39 粒。其余未经分株、直接播种在地里的杂种种子共得 543 穗，24 粒种子，平均每穗结种子 0.044 粒。结实穗只占全部穗子的 14.88%。这些种子的后代(即小麦与黑麦杂种第二代)表现分离现象，所有植株的结实率都非常低或全不结实，因之，全被淘汰。

从分株的小麦与黑麦杂种第一代幼苗中取出 10 个分株进行秋水仙碱处理。结果有二株，每株有一穗处理成功。处理未成功的穗子，开花时花药不裂开，因之，全部未结种子。处理成功的二穗，花药爆裂正常，其中一穗并进行去雄，授以玉皮小麦的花粉，得杂交种子 10 粒，其余小穗共收种子 16 粒。所以二穗共计收种子 26 粒，每穗平均结 13 粒，结实比未经处理的每穗平均只结种子 0.39 粒的提高 33 倍(表

11)。处理成功所得的种子就是小麦-黑麦杂种双二倍体(简称小黑麦, *Triticale*)。

表 11 小麥-黑麦杂种及其双二倍体第一代的结实情况 (1951, 1952)

粒 号	株 数	结 实 穗 数	种 子 数	平 均 每穗种子数	
小麥-黑麦杂种, 分株	1	442	123	224	0.40
	3	478	1	1	0.002
	4	127	0	0	0.00
	5	379	54	83	0.19
	6	346	68	127	0.31
	7	5	14	33	1.74
	9	88	176	464	1.76
	11	205	6	8	0.04
	13	172	4	14	0.08
	14	178	101	308	1.10
	16	164	13	19	0.11
	17	176	12	51	0.27
	18	105	14	24	0.20
	21	42	3	7	0.16
	23	49	7	13	0.23
共 計		2956	595	1376	0.39
小麥-黑麦杂种, 未分株		529	14	24	0.044
小麥-黑麦杂种双二倍体		0	2	26	13.00

小黑麦后代无分离现象, 植科与穗形都甚为一致。

小黑麦与玉皮小麦杂交的第一代 10 株的植科与穗形也甚一致, 结实率亦高, 但到第二代有剧烈的分离现象, 几乎没有二株在外形上是相似的。各株间结实率亦有巨大的变异, 从完全不结实到完全结实的植株均有出现, 穗子大小与出穗迟早也表现出很大的变异幅度。但结实率优良和种子很饱满的, 在穗形上都近乎普通小麦类型。我们这个杂交的目的主要是希望引入玉皮小麦的早熟性和优良品质。因为杂种后代的变异幅度很大, 而穗形近于小黑麦类型的结实率都很低, 所以在这个后代中要选出较早熟而品质优良的小黑麦类型并使其稳定是会需要较长时间的。

小黑麦有较大的穗形, 从一粒种子分株所得的 560 穗(表 12 中第一株)平均每

穗有小穗 20.0 个,最大的穗子有 30 个小穗;从第二株分株所得的 336 穗,平均每穗有小穗 20.1 个,最大的穗子有 32 个小穗(图 3)。从表 12 每穗小穗数的分布次数中可以看到絕大多数的穗子有小穗 18 到 24 个。一般的小麦平均每穗有 15 个小穗已算是相当大的穗形的品种,所以小黑麦的穗子要比一般的小麦大三分之一。但我们所获得的小黑麦的穗子还不能算是这种双二倍体类型中較大的穗型,因为它的黑麦亲本是穗形較小的平武黑麦。在 1953—1954 年我們所一度获得的(中国春小麦×矮立多)×大谷黑麦的第一代杂种平均每穗小穗数达到 32.6 个(图 3)。但第一代都是不孕的,可惜因为某种原因未能用秋水仙碱去处理它們使其成为可孕的双二倍体,因之全部未得到后代。以小麦-黑麦杂种的穗形来說,是非常可爱的,从这里选育出比一般小麦穗子大一倍左右的新种也完全是可能的,所以小黑麦在麦类新品种选育上是很有前途的。

表 12 小黑麦每穗小穗数的变异(1953—1954)

每穗小穗数	穗数		
	第一株	第二株	合計
10—11	5	0	5
12—13	10	3	13
14—15	25	10	35
16—17	68	37	105
18—19	109	67	176
20—21	142	106	248
22—23	94	67	161
24—25	75	30	105
26—27	26	10	36
28—29	5	5	10
30—31	1	0	1
32	0	1	1
合計	560	336	896
总小穗数	11204	6747	17951
平均每穗小穗数	20.0	20.1	20.0

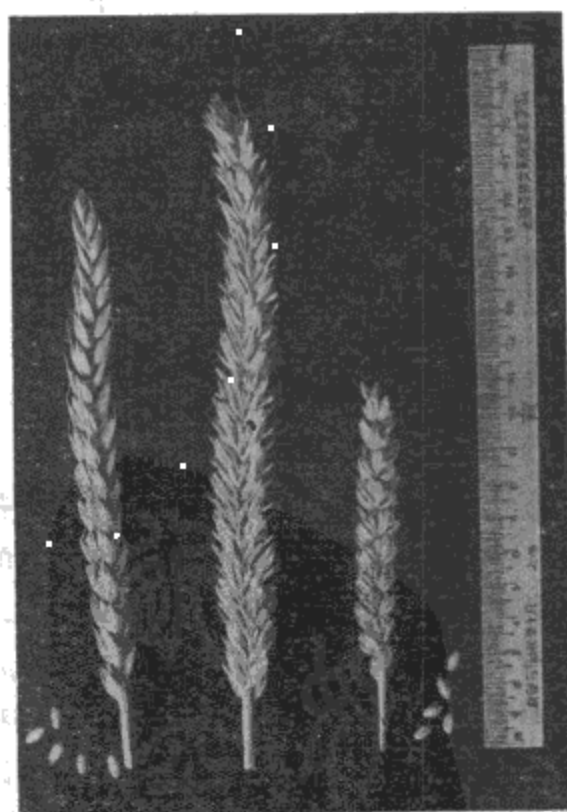


图 3 左,小麦-黑麦双二倍体穗子(具有 33 个小穗)及种子;中,完全未結实的小麦-黑麦第一代杂种穗子(具有 35 个小穗);右,中国春小麦的穗子(具有 21 个小穗)及种子。

但小黑麥的結實率並不令人滿意。表 13 是兩株無性繁殖(分株)所有穗子的結實情況。第一株 560 穗共結種子 11,724 粒, 平均每穗有種子 20.9 粒; 第二株 336 穗, 共結種子 6913 粒, 平均每穗有種子 20.6 粒。以小穗計算, 平均每一小穗只結一粒種子, 所以, 結實率平均還不到正常應有結實率的一半。將近有五分之一的小穗, 每穗只結 0—5 粒種子, 但也有百分之一強的小穗, 每穗有種子 60 粒以上。

表 13 小黑麥單株各種結實率的變異 (1953—1954)

每 穗 粒 數	穗 數		合 計	
	第 一 株	第 二 株	穗 數	%
0—5	110	65	175	19.53
6—10	78	43	121	13.50
11—15	71	37	108	12.05
16—20	55	43	98	10.94
21—25	43	31	74	8.26
26—30	42	27	69	7.70
31—35	37	18	55	6.14
36—40	21	24	45	5.02
41—45	35	19	54	6.03
46—50	28	16	44	4.91
51—55	19	9	27	3.01
56—60	12	3	15	1.68
61—65	7	1	8	0.89
66—70	3	0	3	0.34
合 計	560	336	896	100.00
總 粒 數	11724	6913	18637	
平均每穗粒數	20.9	20.6	20.8	

小黑麥種子千粒重在 35 克左右, 但其中有相當一部分種子是皺縮不夠飽滿的如能使所有種子全部充實, 則千粒重還可增加很多。

所以小黑麥存在的主要問題是結實率不夠高, 種子不夠飽滿。1953 年我們的肥料對水稻生長和發育的影響試驗結果中發現後期施肥對水稻的結實率與種子飽

滿度有显著的影响⁽¹⁰⁾, 因之推测后期施肥对小黑麦的結实率与种子飽滿度可能也会有良好的效果, 故在 1953—1954 年进行了小黑麦的后期钵栽肥料試驗。氮肥用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 磷肥用 Na_3PO_4 , 鉀肥用 KCl 。肥料种类用 N, P, K, NP, NK, PK, NPK 及不施追肥八种; 施肥时期自小花形成后期(图 4)到出穗盛期共分为五期; 追肥用量为每亩 4 斤, 8 斤及 12 斤(每钵以万分之一亩計)三級; 基肥每亩施 NPK 各 8 斤。共計 106 个处理, 每处理重复三次。全部試驗共用三粒小黑麦种子, 每一重复中各处理的苗子都由一粒种子的苗子分株而来。所用种子于 1953 年 9 月 7 日播在小瓦钵中, 10 月 24 日第一次分株, 11 月 30 日分第二次, 1954 年 1 月 24 日分第三次并定植, 每钵栽一株。到出穗时才发现其中有二个重复的苗子都是小黑麦与黑麦天然杂交的第一代, 几乎全不結实, 因之获得結果的就只有一个重复的资料。

表 14 是后期追肥时期对小黑麦結实率及种子千粒重的影响。自小花形成后期(3/16)起直到抽穗始期(4/10) 每小穗結实数随施肥时期的延迟而有規律的增加, 以抽穗始期为最高, 到抽穗盛期則又稍下降。种子千粒重, 施用追肥的都比对照的高, 其中也以抽穗始期施肥的最高。所以后期追肥对提高小黑麦結实率及种子千粒重的最适宜时期是在抽穗始期。

表 14 追肥时期对小黑麦結实率及种子千粒重的影响(1953—1954)

追肥时期(月/日)	每小穗結实数	种子千粒重(克)
3/16 小花形成期	0.94	36.10
3/25 减数分裂期	1.00	35.46
4/6 孕穗后期	1.25	35.55
4/10 抽穗始期	1.33	36.18
4/14 抽穗盛期	1.13	34.34
对照(不施肥)	0.96	33.88

現將抽穗始期施用不同肥料种类对結实率与种子千粒重的結果列于表 15 中。对結实率以施用鉀肥的效果最好, 氮次之, 磷鉀第三; 对种子千粒重則以磷鉀的效果最好, 磷次之, 鉀第三。所以, 从总的效果来說, 抽穗始期施用磷鉀肥能很有效的提高小黑麦的結实率与种子飽滿度。結实率比对照提高了 51.0%, 种子千粒重提高了 17.9%。

表 15 抽穗始期施用追肥对小黑麦结实率及种子千粒重的影响(1953—1954)

追 肥 种 类	每小穗结实数	种子千粒重(克)
N	1.66	33.02
P	1.12	38.37
K	1.69	36.91
NP	1.11	36.51
NK	0.88	32.44
PK	1.45	39.96
NPK	1.43	36.05
0(对照)	0.96	33.88

在抽穗始期施用磷钾肥虽然对小黑麦的结实率与种子饱满度有很大的改进,但是并没有基本上解决这两个问题。因为每小穗达到1.45的结实率表示不实的小花尚有一半左右,同时千粒重达39.96克的种子也并未完全饱满。这说明小黑麦的结实率不够高,种子不够饱满,还须要从改变它的遗传性来克服它。现在我们准备用上述施肥技术的方法逐年进行,希望从栽培条件上来改变它的遗传性,成效如何尚待将来事实的证明。

小黑麦穗子发育的进度介于小麦与黑麦之间而近于黑麦(表16)。小穗开始分化比成都光头麦(成都区域的本地品种,在形态上几乎同中国春小麦完全一样)迟约一个月,比黑麦早4天。小花形成后期比小麦迟20天比黑麦早10天,但其出穗期则只比小麦迟一星期,比黑麦早2天。所以小黑麦出穗的延迟,虽然只差一星期,但在南方稻麦二熟区,也是必须从选种上加以克服的一个缺点。因之在制造小黑麦时,对小麦亲本方面考虑早熟性是很重要的,这样使以后获得的双二倍体不至成熟过迟而影响水稻栽秧。

表 16 小麦,黑麦及小黑麦的穗子分化进度(1953—1954)

品 种	开始分化小穗*		开始分化小花*		小花形成后期		播种至拔节天数	抽 穗 期	
	日数	月/日	日数	月/日	日数	月/日		日数	月/日
成都光头麦	67	12/30	77	1/9	102	2/3	77	155	3/28
黑 麦	102	2/3	122	2/23	132	3/5	112	164	4/6
小 黑 麦	97	1/29	112	2/13	122	2/23	112	162	4/4

* 10月24日播种,穗子发育各期见图4。

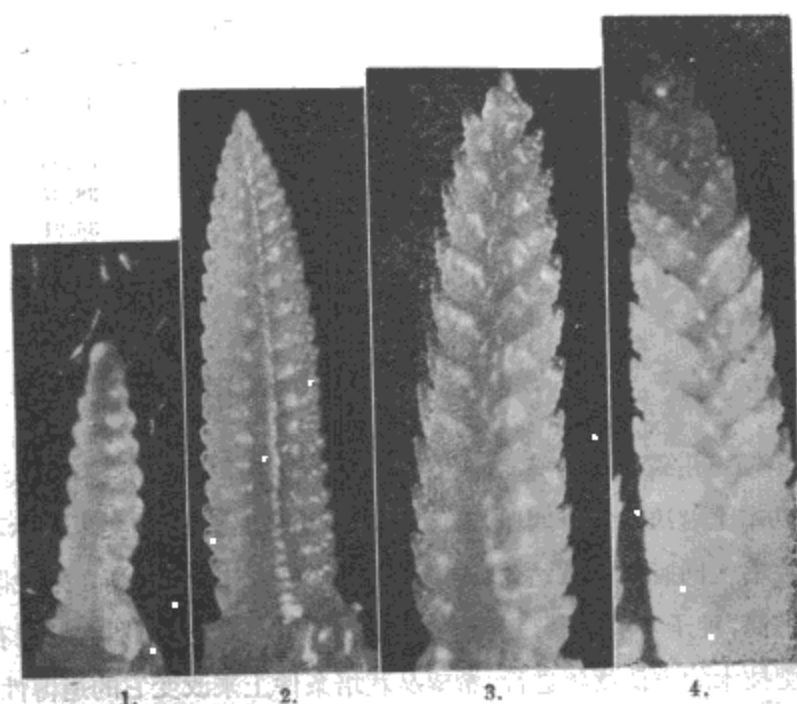


图4 1.小麦开始分化小穗期； 2.小黑麦开始分化小花期；

3.小麦开始分化小花期； 4.小麦小花形成后期。

(三) 四倍体大麦

在1950年冬进行大麦秋水仙碱处理工作并获得史大堆（成都郊区农家品种）及37-2（裸大麦）二个大麦品种的同源四倍体。几乎所有四倍体史大堆都是叶短、苗高不及一尺的矮生型，分蘖很多，大部分都未能拔节出穗而死亡。但其中有一部分植株于分蘖丛中却长出了正常的长叶，并随即拔节抽穗。抽穗的茎秆粗健，其高度都在100厘米以下，并有大型穗出现（表17）。这样一株中最多也能抽出9穗（B004-3）。只有一株（B003-15）生长正常，不是矮生型。这株一共抽了16穗，但茎高亦仅有88.3厘米，比二倍体史大堆要矮30厘米。

四倍体37-2裸大麦中没有一株是矮生型的。

第一代四倍体史大堆及四倍体37-2裸大麦的主要特性彙集于表17中。所有四倍体大麦的株高及分蘖都不及其原始的二倍体，但穗长除有二株四倍体37-2裸大麦外，一般都超过了二倍体。四倍体大麦的穗长虽超过了二倍体，但每穗的小

穗数, 反比二倍体的少了一些(图5)。然而四倍体的种子却很明显的增大了(图6)。四倍体 37-2 裸大麦的最高千粒重达 41.4 克, 而其二倍体的只有 24.0 克, 超过了 72.5%。四倍体史大堆的最高千粒重达 44.6 克, 而其二倍体的只有 29.5 克, 超过了 51.2%。四倍体的结实率就远不及二倍体。四倍体 37-2 裸大麦的结实率只有 45.83% 到 61.67%, 而其二倍体则有 84.23%。四倍体史大堆的结实率只有 48.48% 到 70.06%, 而其二倍体则有 93.47%。四倍体史大堆大麦的出穗期一般较二倍体延迟了 8—12 天。

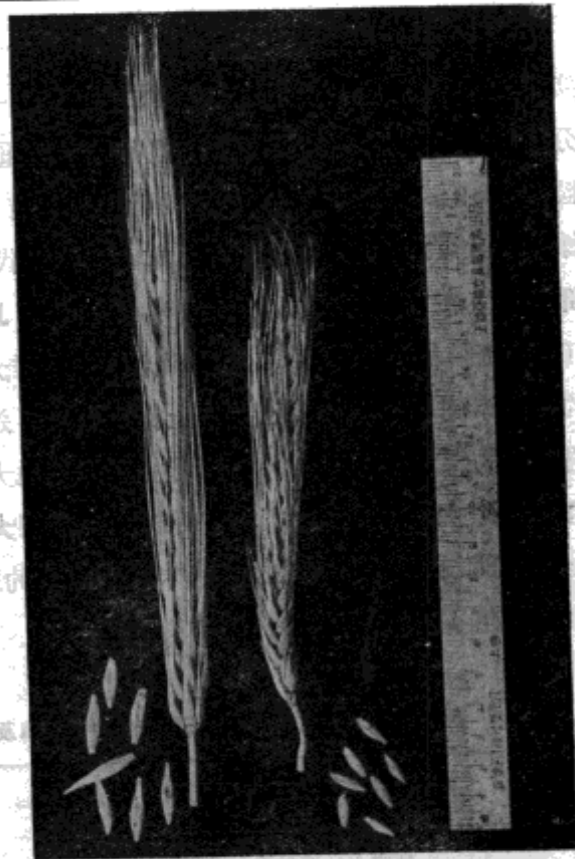


图 5 左, 同源四倍体史大堆大麦穗子(具有 96 个小穗)及种子; 右, 二倍体史大堆大麦穗子(具有 102 个小穗)及种子。

表 17 第一代四倍体大麦与二倍体亲本的重要特性比较(1951—1952)

株号	品 种	株高 (厘米)	分蘖数	穗 数	穗长 (厘米)	千粒重 (克)	结实率 (%)	每穗 小穗数	抽穗期 (月/日)
10847-1	37-2 裸大麦 4N	—	—	—	5.85	40.4	45.83	60	—
10849	37-2 裸大麦 4N	95.0	8	4	6.30	39.4	59.29	76	4/2
10851-2	37-2 裸大麦 4N	—	—	—	6.25	37.9	61.67	90	4/2
10853-6	37-2 裸大麦 4N	81.7	7	3	5.70	41.4	46.88	64	4/2
B 001-3	37-2 裸大麦 4N	73.7	9	9	7.60	35.9	47.19	75.8	—
10853-3	37-2 裸大麦 2N	103.3	13	13	6.20	24.0	84.23	93	—
B 002-15	史大堆 4N	83.3	—	7	12.83	37.8	50.39	84	—
B 003-4	史大堆 4N	90.0	—	8	15.00	44.6	52.22	90	—
B 003-6	史大堆 4N	86.7	—	3	15.00	42.9	66.12	94.5	—
B 003-11	史大堆 4N	—	—	—	15.30	36.0	48.48	99	3/19
B 003-15	史大堆 4N	88.3	16	16	12.80	34.0	70.06	81	3/19
B 004-3	史大堆 4N	93.3	—	9	13.80	37.0	66.94	91.5	3/23
B 004-5	史大堆 4N	—	—	—	12.50	30.0	55.76	87	3/23
B 002-6	史大堆 2N	118.3	35	35	12.30	29.5	93.47	97	3/11

註: 种子播种于小瓦钵中, 幼苗出三片真叶时, 检查气孔后移栽于大地中。

表 18 是四倍体史大堆大麦三年精选中一部分植株 (三年都有記載資料者) 結实率及千粒重变异的情况。在第二代 (1952—1953) 結实率基本上沒有改进, 大部分的植株都在 50—60% 之間, 但种子千粒重則有相当的增加。4006—1 植株的千粒重达 49.8 克, 而第一代最高的千粒重只有 44.6 克, 增大了 11.67%。在 13 个植株中千粒重达 45 克以上者占 9 株。到第三代 (1953—1954) 选出的植株千粒重大部分穩定在 45 克左右, 但結实率都在 90% 以上, 已趋于正常。最高結实率的 1054—1 植株达 98.9%。所以四倍体史大堆大麦仅仅經過三年选种后, 其最困难的結实率問題, 可以說已基本上得到解决。这个結果的出現可能是与史大堆本身遺傳性的特質是分不开的。因为并不是其他大麦品种的同源四倍体的結实率問題也能同样順利的得到克服。如四倍体 37—2 棵大麦的結实率在三年中都保持在 50% 上下, 而并未得到改进, 因之, 也未选出优良的單株, 而只能作为一个四倍体的品种加以保存, 以供四倍体品种間杂交之用。

表 18 四倍体史大堆大麦三年精选中結实率及千粒重变异的情况 (1951—1954)

1951—1952			1952—1953			1953—1954		
株 号	結实率 (%)	千粒重 (克)	株 号	結实率 (%)	千粒重 (克)	株 号	結实率 (%)	千粒重 (克)
B 002—8	—	—	4054—1	51.2	46.1	1058—1	91.1	41.3
			4055—3	54.6	45.9	1059	94.7	41.7
			4057—3	50.8	44.9	1060—1	94.5	39.1
						1060—2	93.7	48.4
B 002—15	50.4	37.8	4016—1	56.1	45.6	1040—1	92.8	42.9
			4051—2	50.9	43.7	1053—1	94.5	45.2
						1053—2	98.1	47.4
			4052—5	56.7	48.4	1014—1	97.1	42.5
						1014—2	98.5	48.6
			4052—7	56.8	43.6	1054—1	98.9	44.1
			4053—1	55.3	49.2	1055—1	95.9	42.3
						1055—2	97.7	39.0
			4053—2	61.0	46.5	1015—1	97.9	43.7
B 003—6	66.1	42.9	4006—1	60.7	49.8	1012—3	92.6	38.1
B 004—3	66.9	37.0	4030—4	59.6	46.9	1046—1	96.6	44.3
			4031—2	61.5	42.4	1048—1	94.2	30.7
			4033—2	51.3	49.1	1049	92.3	42.8

在 1952 年春四倍体大麦出穗时,我们就进行了四倍体史大堆品种内的株间杂交及四倍体史大堆与四倍体 37-2 裸大麦品种间的杂交工作。两年精选的一部分杂种植株的结实率与千粒重列于表 19 中。四倍体史大堆品种内杂种第一代植株的一般结实率还是很低,都在 50% 以下,最低的一株 3604-3 只有 16.4%,但有一株 3605-1 的结实率达到 83.5%。第一代的千粒重基本上没有增加,仍在 40 克上下。但杂种第二代许多植株的结实率就提高到 90% 以上,种子的千粒重也有到达 50 克以上的。例如 1218-1 植株的结实率达到 89.8%,千粒重达 53.6 克。在表 19 中所列 6 株内就有 4 株的千粒重在 50 克以上。与表 18 中未经品种内杂交的四倍体史大堆比较,很显然的,四倍体史大堆品种内不同株间的杂交,在第二代中对种子千粒重的提高还是表现了良好的效果。

表 19 四倍体大麦品种间与品种间杂交后代二年精选中结实率与千粒重变异的情况 (1951-1954)

亲 本 1951-1952				杂种等一代 1952-1953				杂种第二代 1953-1954			
品 种	株号	结 实 率 (%)	千 粒 重 (克)	杂 交 组 合	株号	结 实 率 (%)	千 粒 重 (克)	株号	结 实 率 (%)	千 粒 重 (克)	
史大堆 4N	B002-16	—	—	B003-15 × B003-1	3604-3	16.4	40.0	1216-1	192.8	51.2	
史大堆 4N	B003-1	—	—		3604-6	48.4	40.7	1217-1	191.5	45.2	
史大堆 4N	B003-14	—	—					1217-2	290.6	47.5	
史大堆 4N	B003-15	70.1	34.0					1218-1	189.8	53.6	
				B003-15 × B003-1	3605-1	83.5	38.2	1226-2	292.8	50.5	
37-2 裸大麦 4N	10846-1	—	—		3605-2	31.0	36.7	1231-1	190.9	52.2	
37-2 裸大麦 4N	10851	61.7	37.9					1232-1	190.7	51.8	
37-2 裸大麦 4N	10853-6	46.9	41.4		3605-4	49.4	41.9	1238-1	191.5	42.4	
37-2 裸大麦 4N	B001-2	—	—					1239-1	192.4	46.5	
				B003-15 × 10846-1	3606-3	44.2	42.3	1253-1	192.9	49.4	
				B003-15 × 10853-6	3607-1	58.7	39.9	1268-1	190.6	53.0	
					3607-4	61.7	41.8	1278-1	190.1	49.0	
					3607-6	60.4	38.2	1282-1	191.0	53.9	
					3607-7	61.3	41.4	1288-1	191.9	47.5	
					3607-10	55.8	35.5	1291-1	193.8	51.0	
								1297-1	291.9	55.6	
					3607-11	56.5	44.5	1301-1	293.1	56.5	
					3607-12	54.6	35.5	1308-1	189.2	51.4	
				F008-14 × 10851	3608-2	46.7	47.5	1322-1	190.6	49.0	
								1323-1	189.6	54.8	
				B002-16 × B001-2	3603-1	46.1	46.1	1201-1	191.7	47.6	
								1202-1	491.1	51.4	

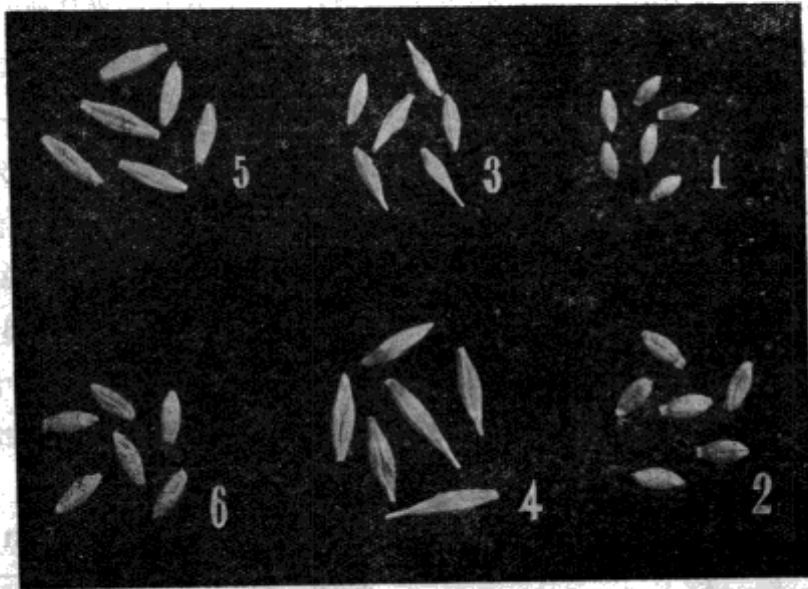


图6 1.二倍体 37—2 裸大麦种子; 2.同源四倍体 37—2 裸大麦种子,种皮皱缩,种子未完全饱满; 3.二倍体 37B—45A 种子; 4.同源四倍体 37B—45A 种子; 5.(四倍体史大堆×四倍体 37—2)×四倍体 37B—45A F_1 种子(株号 11011—1); 6.四倍体史大堆×四倍体 37—2 F_2 中的裸粒种子(株号 11167—1)。缩小 0.714 倍。

四倍体史大堆与四倍体 37—2 裸大麦品种间的杂交,第一代所表现的结实率并不高,最低的只有 44.2% (3606—3 植株),最高的也不过达到 61.7% (表 19, 3607—4 植株)。第一代的种子千粒重也不大,最低的仅 35.5 克 (3607—10 与 3607—12 植株),最高的亦只达到 47.5 克 (3608—2 植株)。但在第二代中结实率与千粒重都有非常显著的提高。所有选出的植株结实率都达 90% 左右,接近正常,而种子千粒重最高的竟达到 56.5 克 (1301—2 植株),显然的超过了四倍体史大堆品种内杂交的结果。表 19 中所列的 13 株中就有 8 株的千粒重在 50 克以上。

四倍体史大堆的穗子较长,着粒较稀,是有壳大麦。四倍体 37—2 穗子较短,着粒较密,出穗较迟,是裸大麦。它们的杂种第一代穗子着粒密度是中间型,出穗期与四倍体史大堆相近,颖壳与种子不易分离。杂种第二代穗型仍保持中间型,但出穗期有显著的变异。最早的在 3 月 22 日出穗,最迟的 4 月 7 日左右才出穗,前后相差有半月之久。在第二代选取的 91 株中,只发现一株裸粒,它的千粒重达 48.87 克,结实率达 90.5% (图 6, 6)。

在 1951 年 10 月间王中棣同志又以 0.05% 秋水仙碱溶液处理了几个 37 B 系

統的大麥雜種品系的發芽種子。處理時間是 12 小時。結果獲得 37B—45A 與 37B—54C 二個品系的同源四倍體。這二個雜種品系都包括一個共同的親本，就是威斯康申 38 大麥 (Wisconsin 38)。這二個四倍體大麥品系在外形上非常相似，只有一個顯著的區別就是 37B—45A 在葉鞘上有銀灰色腊質，而 37B—54C 全沒有。

兩個 37B 二倍體品系的種子千粒重是較高的，一般在 30 克左右，但結實率就不很高，一般只有 90% 左右。它們的同源四倍體第一代千粒重都在 50 克以上，最高有超過 60 克的，但結實率大部分只有 60% 左右 (表 22)。在第二代 37B—45A 的種子千粒重有許多植株都超過了 60 克以上，最高的達到 67.17 克，但結實率很少有超過 90% 以上的。如將四倍體 37B—54C 的大粒種子加以精選，則其千粒重可到 80 克。這樣大粒的種子是在大麥中所從未見過的。

在 1953 年春，大麥出穗時，又進行了四倍體史大堆與 37B 大麥品種間的雜交，及史大堆-37-2 雜種第一代與 37B 大麥的雜交。同時也進行了一部分四倍體史大堆大麥品種內雜交，史大堆與品種間雜種第一代的回交，及雜種第一代之間的雜交。由這些雜種的第一代所選出的優良植株的性狀彙集於表 20 中。

表 20 1953—1954 年四倍體大麥品種間雜交第一代所選出的單株的重要特性

株 號	雜 交 組 合	株高 (厘米)	穗數	每穗 小穗數	結實率 (%)	千粒重 (克)	出穗期 (月/日)
11012-4	(史大堆 × 37-2) F1 × 37B-45A	142.0	6	93.0	85.0	50.10	3/26
11011-1	(史大堆 × 37-2) F1 × 37B-45A	152.0	8	82.5	74.5	57.11	3/26
11011-3	(史大堆 × 37-2) F1 × 37B-45A	146.0	6	80.5	79.6	53.57	3/26
11014-2	37B-45A × 史大堆	138.5	7	53.0	86.8	54.18	3/28
11017-2	37B-54C × 史大堆	137.5	10	91.5	94.5	46.91	3/26
11056-1	史大堆 × 史大堆	141.0	9	84.0	82.2	56.46	4/6
11019-3	史大堆 × F1 (史大堆 × 37-2)	133.0	7	97.5	94.9	45.45	3/28
11070-1	史大堆 × F1 (史大堆 × 37-2)	143.5	6	106.5	90.6	46.08	3/26
11042-2	(史大堆 × 37-2) F1 × F1 (史大堆 × 史大堆)	128.5	7	106.5	90.2	50.62	3/28
11060-1	(史大堆 × 37-2) F1 × F1 (史大堆 × 史大堆)	141.5	6	100.5	91.5	41.93	3/26
11080-1	(史大堆 × 史大堆) F1 × F1 (史大堆 × 37-2)	138.5	4	100.5	82.1	50.93	3/30

在表 20 中, 杂种第一代的表现远较 1952—1953 年的四倍体史大堆的品种内杂交及史大堆与 37—2 大麦的品种间杂种第一代为好。四倍体 37B 大麦为亲本之一的杂交第一代植株都要高些, 最高一株如 11011—1, 达 152.0 厘米。但每穗小穗数比较少, 其平均数每穗没有超过 95 个小穗的, 最低的, 如 11014—2, 平均每穗只有 53.0 个小穗。结实率最高的一株, 11017—2, 虽达到 94.5%, 但其余各株的结实率都没有超过 90%。因为 37B 大麦的千粒重较高, 所以杂种第一代选出的植株除 11017—2 只有 46.91 克外, 其余各株都在 50 克以上, 最高的达到 57.11 克 (11011—1, 图 6, 5), 虽然还没有如其亲本之一有超过 60 克的, 但均比一般的四倍体史大堆为高。

现将四倍体大麦 1953—1954 年选种工作的总的情况列入表 21。在田间初选的共計 234 株, 經室内檢定后选取了 109 株, 淘汰的計 53.42%。选取的植株中结实率在 90% 以上的, 占初选总株数的 28.2%; 种子千粒重在 50 克以上的占 29.49%。各类四倍体大麦中只有 37B—45A 的结实率还未曾选出有达到 90% 以上的植株。

表 21 四倍体大麦 1953—1954 年株选之总情况

选取标准		史大堆	37B—45A	37B—54C	雜种 第一代	雜种第二代		总 計	
千粒重	结实率					史大堆 品种内	史大堆 ×37—2	株数	%
60克以上	80%以上	0	2	0	0	0	2	0.86	
50克以上	90%以上	4	0	1	1	5	26	11.11	
40克以上	90%以上	20	0	0	5	4	40	17.09	
50克以上	80%以上	0	0	2	3	3	41	17.52	
选取总株数		24	2	3	9	12	59	109	46.58
落选株数		18	6	6	38	25	32	125	53.42
田间初选总株数		42	8	9	47	37	91	234	100.00

从表 21 中很明显的表现了一点, 就是杂交对种子千粒重的影响。未經杂交的四倍体史大堆选出的 24 株中只有 4 株的种子千粒重在 50 克以上, 但即使是史大堆品种内的株间杂交, 在第二代选出的 12 株中就有 8 株的千粒重在 50 克以上。品种间的杂交对千粒重的影响更为显著。在选出的 59 株中就有 48 株的千粒重在 50 克以上。种子千粒重的增加并不一定表示种子的增大, 而在这里主要的是表现

在种子的饱满度上。所以从这个事实看来，多倍体品种間的杂交是一个克服多倍体品种所常遇到的种子不饱满的有效办法。

在四倍体大麦杂交工作中有一点是不易解释的，就是不論品种內或品种間的杂交，其杂种第一代的表现并不一定好，但在第二代中就会出现許多好的植株。一般的杂种优势都在杂种第一代中有明显的表现，而后便逐渐减低，但从四倍体大麦的資料看来，杂种优势并不充分的表现在杂种第一代，但却显著地表现在第二代的一些植株上。它的原因現在虽然还没有足够的資料来加以說明，但这个事实已給我們明显地指出了对多倍体品种的杂种第一代不应进行过严的淘汰。因之在表 21 中的杂种第一代落选的 38 株中又选留了种子千粒重在 50 克以上及結实率在 70% 以上的植株 5 株，与千粒重在 45 克以上及結实率在 80% 以上的植株 8 株。

現將 1954 年选出的优良四倍体大麦及其前一代的重要特性列于表 22 中以資比較。第三代四倍体史大堆植株比其第一代要高得多。在第一代(表 17)最高的一株也不过只有 93.3 厘米，而到第三代則一般植株都在 100 厘米以上 140 厘米以下，但比亲本二倍体史大堆，还是要矮一些，一般的二倍体史大堆株高都在 140—150 厘米之間。在四倍体中还常出現株高在 100—110 厘米之間的矮生型，例如表中的 1041—1 植株就是。这种矮生型是可以遺傳的，并且还可以穩定。例如 1044 全行都是矮生型的。这种矮生型在抗倒伏上是很有价值的。四倍体的分蘖力一般不如二倍体的强。因为我們播种的是單株，所以二倍体的分蘖力更能充分發揮，在 1951—1952 年一株多到 35 穗(表 17)，在 1953—1954 年一株也有 14 穗。但一般四倍体一株就只有几穗，很少达到 10 穗以上。在大地栽培中并不要求过旺的分蘖，分蘖过多有时反而多耗初期的养料，而以后又不能都抽穗。所以四倍体的分蘖較少并不一定是它的缺点。每穗小穗数四倍体与二倍体之間沒有显然的区别，但因四倍体是大粒型的，所以穗子的長度四倍体很显著的超过了二倍体(图 5)。它們的結实率比上一代更有显著的提高，虽然还不及二倍体，但已都在 90% 以上，可以說基本上已达到結实正常的程度。种子千粒重有的植株也比上一代有所提高。例如从混合播种区中选出的 G 史 4N—9 (經 1956 年檢定結果，可能是天然杂交的植株)，其千粒重竟达 57.25 克，比二倍体亲本增高了 174.3%。就是一般的四倍体种子千粒重也比二倍体的高一倍左右，如果其他的情况一样，則四倍体在理論上就应该比二倍体高一倍的产量。所以在实际上將來运用多倍体大麦于生产实践上时，

表 22 1954 年选出的比夏四倍体大麦及其前一代的重要特性

株号	品种名称	1 9 5 3-1 9 5 4				1 9 5 2-1 9 5 8									
		代 数	株高 (厘米)	穗 数	每穗 小穗数	结实率 (%)	种子 千粒重 (克)	抽穗期 (月/日)	株 号	代 数	株高 (厘米)	穗 数	每穗 小穗数	结实率 (%)	种子 千粒重 (克)
1041-1	史大堆 4N	3	105.5	10	82.5	92.8	42.90	3/26	4016-1	2	—	4	75.8	56.1	45.6
1053-2	史大堆 4N	3	117.0	3	103.5	98.1	47.43	3/22	4051-2	2	—	10	60.6	50.9	43.7
1060-2	史大堆 4N	3	131.5	3	96.0	98.7	48.41	3/18	4057-3	2	—	3	88.7	50.8	44.9
G 史 4N-9*	史大堆 4N	3	130.0	6	92.5	91.4	57.25	—	—	—	—	—	—	—	—
1078	史大堆 2N	—	145.0	14	97.5	100.0	20.87	3/10	4013-2	2	137.0	4	99.0	98.5	22.6
1021-1	37B-54C 4N	2	127.0	14	63.0	97.6	54.20	3/20	37B-54C	1	—	5	62.2	58.2	51.1
G 王粉 4N-2	37B-45A 4N	2	112.6	4	75.0	87.4	66.63	—	37B-45A	1	—	8	49.3	65.8	64.8
G 王粉 4N-7	37B-45A 4N	2	114.0	7	67.5	83.7	67.17	—	37B-45A	1	—	8	49.3	65.8	64.8
10894	37B 2N	—	148.0	12	55.5	91.9	29.42	3/22	B001-1	—	—	4	84.0	89.3	33.5
11161-1	史大堆×37-2, 4N	F2	137.5	4	100.5	90.6	57.20	—	3607-9	F1	129.8	5	80.4	58.9	45.3
11163-1	史大堆×37-2, 4N	F2	135.5	2	100.5	91.1	58.89	—	3607-11	F1	—	4	88.5	56.5	44.5
11163-3	史大堆×37-2, 4N	F2	124.0	2	96.0	84.4	55.23	—	3607-11	F1	—	4	88.5	56.5	44.5
1297-2	史大堆×37-2, 4N	F2	144.0	6	99.0	91.9	55.45	3/24	3607-10	F1	112.0	6	90.1	55.8	35.6
1301-2	史大堆×37-2, 4N	F2	138.0	2	100.5	93.1	56.49	3/24	3607-11	F1	—	4	88.5	56.5	44.5
1218-1	史大堆×史大堆 4N	F2	131.0	3	97.5	89.8	53.62	3/18	3604-6	F1	113.0	5	93.6	48.4	40.7
1230-3	史大堆×史大堆 4N	F2	130.2	6	103.5	86.0	54.25	3/24	3605-1	F1	107.5	5	69.6	53.5	38.2
1232-1	史大堆×史大堆 4N	F2	—	2	96.0	90.7	51.76	3/24	3605-2	F1	108.0	3	87.0	31.0	36.7

* 据 1956 年测定结果,可能是天然杂交的植株。

增产 20—30% 应当是容易达到的。

37B—45A 的四倍体千粒重更高, G 王粉 4N—7 达到 67.17 克。它們的株型也較矮, 都不到 120 厘米, 但莖秆則很粗健, 穗形較小, 每穗小穗数都不到 80, 并常有缺小穗現象 (每一穗节上正常的有三个小穗, 缺小穗的則只有二或一个小穗)。这是該四倍体品种所特有的現象, 也是它的缺点。

四倍体大麦中最有希望的是杂种后代, 如四倍体品种間杂种第二代的 11163—1 植株千粒重达到 58.89 克, 結实率也达到了 91.1%。杂种一般的植株較高, 穗形也較大, 每穗小穗数常在 100 以上。

四倍体大麦品种內的杂种后代也有較好的表现, 尤其在千粒重的增加上, 許多植株都超过了 50 克。

关于結实率与种子饱满度問題, 在大麦中可說已基本上克服。根据这个事实說明了运用多倍体品种間杂交, 可能是克服这方面困难的最有效方法。目前在四倍体大麦选种工作中所留下的問題便是如何选用种的方法稳定已經选出的优良植株, 使它們在生产上有整齐一致的表现。从选出的矮生型表现整齐的事实, 选出稳定的品系也完全是可能的。

(四) 四倍体水稻

1952 年夏以秋水仙硷处理秈稻 422, 粳稻銀坊及水源的幼苗。秋收时这些經处理的植株一部分穗上发现同时并存有大小不同的二类籽实 (图 8)。一类是与原来未經处理的植株完全一样的种子, 另一类則是显然大得多的籽实。二倍体的 422, 銀坊及水源都是无芒的, 三个品种的所有大粒型种子大都有不同程度的短芒 (图 7), 1953 年將这些收获种子分別播种于钵中, 由大粒型所得的都是植株較矮、結实率較低的同源四倍体。1954 年 1 月初又在溫室播种这些四倍体品种, 在 5 月間出穗时并进行同源四倍体秈粳稻品种間杂交。以四倍体粳稻作母本与四倍体秈稻 422 杂交, 获得 11 粒杂种种子。杂种种子于 5 月 30 日收获, 当天即行播种, 得杂种植株 7 株, 其中有 4 株为銀坊 $4N \times 422 4N$, 3 株为水源 $4N \times 422 4N$ 。杂种 F_1 于 10 月底收获。关于亲本及杂种第一代的結实率、种子大小及米的品質等特性彙集于表 23 中。

表 23 水稻二倍体, 四倍体及四倍体梗稈稻杂种的穗子及种子的主要特征(1954)

鉢 号	品 种	芒*	10 粒 种 子		結实率 (%)	每穗 粒数	千粒重 (克)	米 腹白	米 品 質
			長 (厘米)	寬 (厘米)					
55	422 2N	無	8.10	3.00	82.40	147.4	25.07	1/4	中上
48	銀坊 2N	無	7.25	3.55	86.35	119.7	27.50	無	上
6	水源 2N	無	7.00	3.70	88.27	102.3	25.47	無	上
41	422 4N	短	9.80	3.55	57.75	81.3	34.17	3/4	下
45	銀坊 4N	短	8.30	4.15	13.12	61.0	29.33	1/3	下
30	水源 4N	短	8.40	4.15	19.42	40.6	29.42	1/3	下
49-I	銀坊 × 422 F ₁ 4N	長	9.05	4.35	61.72	139.3	35.56	3/4	下(未完全成熟)
49-II	銀坊 × 422 F ₁ 4N	長	9.10	4.45	24.46	137.7	41.29	1/4	中
49-III	銀坊 × 422 F ₁ 4N	長	9.55	4.05	45.93	136.3	40.13	1/5	中上
50	銀坊 × 422 F ₁ 4N	短	8.65	3.80	40.31	194.8	32.08	1/4	中
52-I	水源 × 422 F ₁ 4N	長	9.10	4.00	54.34	132.5	40.97	1/4	中上
52-II	水源 × 422 F ₁ 4N	長	9.35	4.25	47.66	141.0	41.82	1/5	中上
52-III	水源 × 422 F ₁ 4N	短	10.40	3.75	17.95	97.5	31.88	1/3	下

* 芒長在 1 厘米以下者为短芒, 1 厘米以上者为長芒。

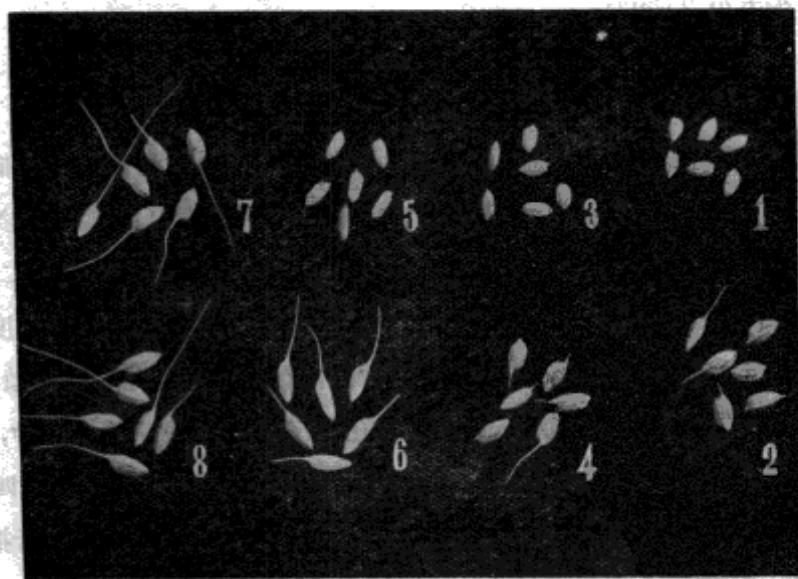


图 7 1. 二倍体水源梗稈稻种子; 2. 同源四倍体水源梗稈稻种子; 3. 二倍体銀坊梗稈稻种子; 4. 同源四倍体銀坊梗稈稻种子; 5. 二倍体川农 422 梗稈稻种子; 6. 同源四倍体川农 422 梗稈稻种子; 7. 同源四倍体銀坊 × 同源四倍体 422 F₁ 种子; 8. 同源四倍体水源 × 同源四倍体 422 F₁ 种子。縮小 0.545 倍。



图8 銀坊梗稻幼苗經秋水仙硷处理后所获得的一穗,其上同时存在二倍体与四倍体的种子。第一分枝上的第2,3,4,6粒为四倍体,其余为二倍体。第2,3,6,9分枝为二倍体,第4,5,7,8分枝为四倍体。二倍体种子较小,无芒。四倍体种子较大,部分种子并具有短芒。第四分枝上的第2粒是二倍体种子。

由表 23 可以看到所有四倍体梗稻的种子都不够饱满,因之所增加的千粒重也较少。与二倍体的比较,所有四倍体品种都有较多的腹白,较次的米的质量,较少的每穗粒数及很低的结实率。四倍体品种中,秈稻在结实率与种子饱满度上的表现远较粳稻的为好。四倍体秈稻 422 的结实率达 57.75%, 种子千粒重达 34.17 克,而四倍体梗稻最高的结实率只有 31.81%, 千粒重只有 30.72 克。

同源四倍体秈梗稻品种间杂交第一代的表现远超过了它们的亲本。亲本都是短芒的,而杂种第一代七株中有五株是长芒的(芒长超过 1 厘米),二株是短芒的。它们的粒形是同源四倍体秈梗稻种子的中间型。杂种第一代的穗子增大很多,除 52-III 一株外,每穗粒数都在 100 粒以上,50 号一株的平均每穗粒数并达到 194.8

粒, 52—II 号的最大一个穗子达 270 粒。所以杂种的每穗着粒数已成倍的超过了同源多倍体, 并且与二倍体 422 的着粒数相近, 有的还超过了它。杂种种子的千粒重有四株超过了 40 克, 最高的达 41.82 克, 超过了二倍体 422 种子千粒重的 66.8%。具有短芒的二株杂种千粒重最低的只有 32 克左右。49—I 号因为有一部分种子未完全成熟, 所以千粒重较低, 只有 35.56 克。米的品质除 52—III 植株外, 所有杂种比同源四倍体亲本都有很大的提高。

普通二倍体籼粳稻品种间杂交第一代的结实率都是非常低的。趙連芳所作的五个籼粳稻杂交组合, 第一代的结实率就有三个组合不到 2%, 一个组合 5.25%, 最高的一个组合也只达到 24.73% (8)。但在我们七株的四倍体籼粳稻品种间杂交第一代, 结实率最高的达 61.72%, 最低的亦有 17.95%, 所以籼粳稻杂交第一代的结实率, 四倍体远超过了二倍体。

表 24 四倍体籼粳杂交第一代原株与分株的结实率及每穗粒数

株号	杂 交 组 合	原 株		分 株	
		结实率(%)	每穗粒数	结实率(%)	每穗粒数
49—I	銀坊 × 422	29.41	119.0	74.58	149.5
49—II	銀坊 × 422	26.53	147.0	23.30	133.0
49—III	銀坊 × 422	45.14	144.0	46.42	132.5
50	銀坊 × 422	33.24	138.5	46.60	206.0
52—I	水源 × 422	63.51	100.5	48.28	159.5
52—II	水源 × 422	62.33	92.3	38.08	214.0

四倍体籼粳杂种第一代的结实率即在同株内亦表现出甚大的变异。如第一代的 7 株中曾有 6 株进行分株, 即在原株有 4—5 个分蘖时, 将其较大的分蘖分开, 每分蘖单独栽成一株。原来的目的是为了估计到籼粳稻杂种结实率可能很低, 而杂种又比正常播种期迟了四十几天, 结实率可能更低, 所以进行分株, 希望能够获得较多的种子。在杂种成熟时, 即发现有的原株与分株之间在结实率与每穗粒数上有显著的差异。一般的情况是分株的每穗粒数都要较原株的多, 在原株穗形较小的情况下尤为显著。如 52—II (表 24) 原株每穗粒数平均只有 92.3, 而分株的就高达 214.0, 最大的一穗竟达 270 粒。结实率最高的是 49—I 的分株, 达 74.58%,

可以說已接近正常的結实率(1953年在9/13出穗的422的結实率是76.80%),但它的原株的結实率則很低,只有29.41%。六株杂种中,就有三株的結实率,分株的反而不及原株,最显著的是52-II,原株的結实率是62.33%,而分株的就只有38.08%。这些显著的变异充分說明杂种的結实率对外界环境的反应是非常敏感的。

在水稻四倍体选种工作中,結实率与种子饱满度仍是遇到的主要問題。从四倍体籼粳杂种第一代的表现已充分显示这二个主要問題亦能通过同源四倍体品种間的杂交获得解决,但不能忽視的,环境条件亦起着很重要的影响。在1954年同源四倍体422曾在1/5日(溫室內)及5/31日二次播种(表25)。在1/5日播种的,于5/1日檢查花粉粒,其直徑为59.0 μ ,坏花粉粒只占7.8%;在5/31日播种的,于9/26日檢查花粉粒,其直徑只有37.7 μ ,而坏花粉粒增至35.2%。同时結实率与种子的千粒重及品質也有显著的差异。在1/5日播种的,比5/31日播种的,結实率要高18.93%,千粒重大15.83克,米的品質前者是上等,沒有腹白,而后者是下等,腹白占3/4。二倍体(对照)在1/5日播种的,比5/31日播种的,花粉粒也要大一点,坏花粉粒也要少一些,結实率稍高一点,情况与四倍体相似,只是差异的程度要小得多;但种子千粒重与米的品質,結果剛与四倍体的相反,即前者的千粒重反而較后者低2.57克,米的品質也远較后者低劣。这个結果不但說明四倍体的生理反应与二倍体有显著的区别,而且也充分說明环境条件是可以大大的改进四倍体的結实率与种子饱满度。从种子的千粒重上說明四倍体饱满的种子应该比二倍体的重約一倍。这也就是說四倍体增产的潜在力在結实率与种子饱满度問題解决后是可以比二倍体的提高到一倍左右。

表 25 播种期对同源四倍体 422 的花粉,結实率及种子千粒重的影响(1954)

	播种期 (月/日)	檢查花粉日期 (月/日)	花粉粒 直徑(μ)	坏花粉粒 (%)	結实率 (%)	每穗粒数	千粒重 (克)	米腹白	米品質
二倍体	1/5(溫室)	5/1	42.0	1.2	85.36	118.0	22.50	4/4	下
四倍体	1/5(溫室)	5/1	59.0	7.8	76.68	93.0	50.00	無	上
二倍体	5/31(天然)	9/26	32.8	5.4	82.40	147.4	25.07	1/4	中上
四倍体	5/31(天然)	9/26	37.7	35.2	57.75	81.3	34.17	3/4	下

一般說来同源四倍体水稻的結实率是不正常的。四倍体 422 在溫室栽培 5 月間出穗的个别穗子的結实率曾达到过 80%。同源四倍体粳稻的結实率更低,但可驚异的,在 1952 年銀坊粳稻用秋水仙硷溶液处理获得同源四倍体时,有一穗上同时并存有二倍体及四倍体的种子,其中大粒型的四倍体种子 31 粒,空壳 2 粒,即有 93.94% 結实;普通粒型的二倍体种子 53 粒,空壳 3 粒,即有 94.64% 結实(表 26, 图 8)。所以在同一穗上四倍体的結实率与二倍体的一样正常,并且种子也是饱满的。二倍体的种子千粒重为 27.35 克,四倍体的达到 39.31 克。但以后各代同源四倍体銀坊的結实率和种子千粒重就再沒有达到过这样的高度(表 26)。这个事实所启示的意义將在討論中加以分析。

表 26 同源四倍体銀坊各年結实率的变化

收 穫 期	四 倍 体	二 倍 体
1952 年 9 月初	93.94*	94.64*
1953 年 9 月初	8.13	86.95
1954 年 6 月中	**54.20	94.37
1954 年 9 月初	18.12	—

* 秋水仙硷处理的当代植株上四倍体与二倍体种子生长于同一穗上(图 8)。

** 在溫室中生長。

四. 討 論

在多倍体选种工作中,不孕性与种子饱满度是亟待解决的二个主要問題。对于同源四倍体結实率常低的原因,有些研究者常归之于减数分裂时四价染色体分配的不平均而产生生活力很低或甚至沒有生活力的大小配偶子所致^[14]。四价染色体普遍存在于同源四倍体的性細胞减数分裂时,是无可爭辯的事实,它也确能致使染色体分配的不平均。但根据我們对四倍体黑麦的研究,这种染色体分配不均衡的花粉母細胞只占 10.9%⁽²⁶⁾,如果胚囊母細胞的不均衡减数分裂也只占同样的百分数,則在理論上由之而造成的不孕性應該只在 10% 左右,但事实上同源四倍体黑麦每小穗一般只結一粒种子左右,也就是有 50% 左右的不实率。这个不实率远超过于由染色体分配不平衡所造成的不孕胚囊百分数。同时同源四倍体黑

麦中單株的花粉母細胞的四价染色体頻率与它的結实率，在我們的結果中也看不出有什么联系。所以我們認為由四价染色体分配不均衡所造成的不孕性，并不是同源四倍体不孕性的主要原因。

由小麦-黑麦屬間远緣杂交而获得的双二倍体，一般在減数分裂时并不形成四价体，或形成得非常少。在天然双二倍体如二粒小麦系 (emmer group) 中的种間杂种亦常有四价染色体的存在 (Hosono)⁽²⁰⁾，但在这些种間杂种中一般并不存在不孕性問題。但在 Писарев⁽¹⁵⁾ 的，Wellensiek⁽²⁸⁾ 寄給我們的，以及我們自己获得的小麦-黑麦双二倍体都存在着不孕性及种子不飽滿問題。所以这些事实也說明減数分裂时四价染色体的形成不可能是造成不孕性的主要原因。

在我們的多倍体材料中有二种現象是与不孕性有关的：第一，就是缺乏好的花粉粒；第二，花粉粒是好的，但結实率仍很低。在第一种情况下，花药常不裂开，虽开花而沒有花粉撒布出来，有的花药虽爆裂，但里面的花粉不多，或大部分是不充实而沒有生活力的。在这类情况下，常可形成整穗不实，或每穗只結极少数种子。例如小麦-黑麦双二倍体，在同一株的不同分蘖穗上常出現个别穗子花药爆裂正常，花粉充足，結实良好，但另一些穗子花药全不裂开，完全不結种子 (表 13)。在同源四倍体水稻中粳稻的花药常很瘦小，花粉量也不多，結实率甚低，我們曾用这些花粉与同源四倍体秈稻 422 进行杂交亦未能得到种子。这一类花药不正常的情形，至少在現象上非常类似普通小麦中多花小穗上頂部小花花药退化而不能結实的情况。这种頂部小花的不孕性显然不是花粉母細胞的減数分裂发生問題，而很可能是由于养料主要集中到先授粉結实的种子上去，造成花粉形成时养料供应不足而使花粉粒在生長的中途退化⁽¹¹⁾。这种因缺乏养料而使花粉粒退化的情况与因減数分裂的不正常而造成沒有生活力的花粉現象是很容易从細胞分析上区别开来。例如小麦-黑麦杂种第一代 (染色体数目未經加倍的) 在減数分裂时因为沒有相对染色体而几乎都是單价染色体，所以染色体的分配非常不正常，結果产生大小极不一致的小孢子。这些大小不等的小孢子就形成大小极不一致、絕大多数沒有生活力的花粉粒。但若由于缺乏养料而造成沒有生活力的花粉，則其大小上常是相当一致的。例如小麦-黑麦双二倍体 (染色体数目已經加倍的) 的花粉粒，及小穗頂部退化小花的花粉粒即屬后者的情况。根据上述分析結果，明显的指出多倍体中花药不爆裂，花粉不正常是由于生理上养料供应不足而造成的。

第二种情况是花药爆裂正常,花粉充足,但不孕性仍高,例如同源四倍体黑麦便有这种现象。在这里又可以观察到二种情形:一种是授粉而没有受精,例如同源四倍体黑麦花粉虽很充足,但一穗上许多小花常继续开二、三天而不关闭,说明这些花因未能受精而不孕。另一种是虽受精但种子发育中途停止,形成瘪子。这种情况在同源四倍体粳稻中常可以发现。瘪子在程度上存在着很大的变异。所以不同程度的瘪子出现即将不孕性与种子的不饱满二个問題联系起来。同时也说明了二者在本质上是一个問題。这个本质上的問題,我們认为同样的是生理上的养料轉移与供应的問題。

同源四倍体銀坊的結实很低,一般尚未超过 20%,在溫室栽培的一次,結实率亦不过 54.20%(表 26),但可驚异的是秋水仙硷处理的当代,四倍体与二倍体的小穗生長在同一穗上(图 8),四倍体的結实率竟达到 93.94%,千粒重达到 39.31 克。这也就是說,四倍体的穗子長在四倍体的植株上,得到很低的結实率,当四倍体的小穗長在二倍体植株的穗上时,就获得正常的結实率和种子饱满度。因此,在这里已明显地表示出决定結实率的高低和种子的饱满度不是四倍体的小穗本身而是其植株的性質。由于植株的性質而影响到結实率及种子饱满度就不可能是直接的影响,而只能是通过某种中間物而产生間接的影响。这个中間物的最大可能性就是养料或同化物質。二倍体的植株供应养料正常,所以其上所長的不論是二倍体或四倍体的小穗都能正常結实;四倍体的植株因为养料供应不正常,因之使其上所長的四倍体穗子結实率低、种子不饱满。

四倍体植株养料供应不正常,看起来显然不是由于植株生長太坏,致使养料供应不足。因为一般四倍体植株都生長健旺,所以在这种情况下可能发生的問題是养料轉移的問題,就是植株中所积累的养料不容易轉移 to 穗部去,当其穗部在最需要养料时缺乏养料的供应,因而造成結实率低及种子不饱满的現象。在現象上这与栽培中遇到的因施肥过多,植株徒長,而造成的不孕性及种子不饱满頗为相似。由植株徒長而造成的不孕性,我們分析水稻肥料試驗中已經指出,非常可能的是由于养料的轉移发生問題而造成⁽¹⁰⁾。在最近的文献中也可以看到,植株的徒長,就在莖叶中积儲养料,阻碍同化物質的轉移,而影响作物的产量。例如塞耳突(C. C. Сербин)⁽⁹⁾的試驗結果指出,鉀鹽及磷鹽能加强叶子中糖分的轉移,而銨鹽则会延緩糖分的轉移。鎂及硼等微量元素也都有促成同化物質轉移的功用^(9,7)。以噴洒

的方法，施用鎂于徒長的馬鈴薯植科上，便显著的增加了块莖的产量⁽⁷⁾。皮沙列夫⁽¹⁵⁾用根外施肥的方法供給他的小麦-黑麦双二倍体以硼元素，在这种条件下，自1951年起經三年选种，結实率已由每穗結种子19.8粒，提高到50粒，个别优良的并已达到80粒。在我們小麦-黑麦双二倍体的肥料試驗中也明显的表現出在抽穗始期施用磷鉀肥結实率由对照（不施肥）的每小穗0.96粒种子，提高到1.45粒，千粒重由对照的33.88克提高到39.96克（表15）。黑麦二倍体与四倍体叶片含糖量分析的結果也同样指出四倍体黑麦在單糖的轉化上是有阻碍的，因之在总糖量的积儲上就不及二倍体。

以上一系列的事实都很明显地指出多倍体的不孕性与种子不飽滿主要是由同化物質的轉运发生阻碍所造成。因之在施肥技术上对同化物質轉运有利的措施，如噴洒磷鉀鹽及微量元素等，对多倍体結实率及种子飽滿度的提高上將会有所帮助。但在这里有一点是必須特別指出的，就是这些措施的效果在多倍体上常不如对普通徒長上来得太。也就是說这些措施还不能很完滿地克服多倍体的不孕性及种子飽滿度問題。这是因为多倍体的不孕性及种子不飽滿并不純粹是由外界条件所造成，而是由有机体的內部原因所引起。

我們認為多倍体所存在的这个內部原因是由同質結合所引起的，因之本質上在某些方面是与多次强制自交后所发生的結实性退化現象相同。在一般受精作用中，結合的雌雄配偶子具有相当大的异質性，即使在强制自交中，雌雄配偶子虽然来自同一植株或甚至同一朵花，也还不能認為他們是完全同質性的，当然，在异質性的程度上，自交就远不如异株交配。在自交中就是因为异質性的减低，同質結合程度上的增加，而产生植株生活力减弱，生产力下降等退化現象。在自交的头几代中退化的程度常随自交的代数而增加。所以退化的程度与同質性的程度是密切联系的，就是同質性的程度愈高，退化也就有愈严重的可能。正如李森科所說⁽³⁾：“在一定的程度上，性細胞愈相等，这样性細胞結合时所产生的有机体，对于改变的条件是愈不适应的。”但当这些自交系重行杂交时，杂种就表现了很强的杂种势。在玉米中就是用强制自交及由之而选得的优良自交系間的杂交来控制杂种优势，使杂种玉米获得高额的产量（Н. П. Дубинин, 1935）⁽³¹⁾。在这个意义上李森科的話⁽³⁾：“我們只需要熟練的利用这个現象，这样当这是对于我們最有利的时候，我們就可以創造最好的异質結合子化的植株，和相反地能够知道什么时候应用什么

方法使植物同質結合子化”，是很有启发性的。

在人工引变多倍体时，我們用秋水仙硷使正在分裂的細胞重新結合成为一个新的多倍体細胞。这种因化学葯品的刺激作用使二个正在形成的細胞重新結合的現象，我們認為与受精作用中雌雄配偶子的結合具有类似的性質，当然在这里我們不能称它为受精作用。这里二个細胞結合成一新細胞的最大特点，是結合的二个細胞是完全同質性的。因为这二个結合的細胞是剛从一个細胞經有絲分裂而形成的子細胞。所以，形成的多倍体新細胞在这个意义上說来是完全屬於同質結合。无論是同源四倍体，或由远緣杂交后而获得的双二倍体，以其形成过程中細胞結合的性質來說都是同質結合。

从上面的分析我們有理由可以將人工引变的多倍体看作是高度的同質結合的自交系。恢复退化的自交系的生活力及生殖力的最有效办法就是进行杂交。所以从理論上，現在可以明确的指出解决多倍体的不孕性及种子不飽滿的最有效办法是进行多倍体品种間的杂交，在杂交后代中选育結实率高、种子飽滿的單系。已有的事实也充分的指出多倍体品种或品系間的杂交是解决結实率与种子飽滿度的最有效办法。例如什布拉克(Жебрак)⁽¹⁴⁾与皮沙列夫等(Писарев и Виноградова)⁽¹⁵⁾的四倍体蕎麦就用品种間杂交的办法提高了結实率与种子千粒重。我們在大麦四倍体品种間杂交的第二代中也出現了許多結实率正常、种子千粒重特高的植株。水稻四倍体秈粳杂种第一代在結实率方面就远远地超过了二倍体秈粳杂种第一代，而且种子千粒重也远超过了四倍体的亲本。在四倍体黑麦及小麦-黑麦双二倍体方面，因为我們只有一个种，无法进行多倍体品种間的杂交，而只进行單株选育，結果对結实率与种子飽滿度都未能得到基本上的改进。同样皮沙列夫⁽¹⁵⁾虽然获得了74个組合的小麦-黑麦双二倍体，可惜他没有在这許多双二倍体之間进行杂交工作，而只进行选种工作，結果选了近十年之久，在結实率与种子飽滿度上也未获得显著的改进。

总结上述的討論，关于利用多倍体創造生产力巨大的作物新品种的步驟應該是：

1. 人工引变多倍体原始种，原始种的最低数目应有二个或二个以上。
2. 进行多倍体原始品种間的杂交工作。
3. 結合栽培条件，培育多倍体品种間杂种后代，并进行严格的选种工作，但对

杂种第一代不应淘汰过严。

4. 稳定选出的杂种后代,并逐步的进行生产力测定試驗。

只要能够解决多倍体的结实率与种子饱满度問題,多倍体选种工作是有巨大的潜在力与广阔的前途的。四倍体水稻的种子千粒重在我們的材料中一般已达到41克,比二倍体原种422的千粒重增大了60%。姑且暫不考虑四倍体在植科生長方面的优越性,只就种子的大粒型一点上来估計,四倍体增产的潜在力,在理論上就可以比二倍体大60%。由种子的增大百分数来估計四倍体将来增产的潜在力是完全切合实际的。苏联在1950年蕎麦的品种試驗結果証明,四倍体比二倍体标准种增产60%,同时四倍体的种子千粒重也比二倍体的大60%(1)。增产百分数完全符合于种子增大的百分数。

在四倍体大麦中,我們选得的許多结实正常的單系,它們的种子千粒重比普通的二倍体大一倍到一倍半,这也就是說,它們的增产潜在力,也將可以达到相当的倍数。同时一般二倍体大麦莖秆細弱,容易倒伏,而四倍体大麦莖秆粗健,抗倒伏力也强,所以它具有更大的增产潜力当无疑問。

小麦-黑麦双二倍体的种子虽然并不比普通小麦大,但它的穗子就比普通小麦大1/3甚至到一倍。穗子的大小是决定产量的重要因素之一,所以小麦-黑麦双二倍体的增产潜在力也是很大的。

这一系列的事实有力的說明在多倍体选种工作上所創造出来的新品种在增产上將不是10%或20%,而是50%甚至一倍。这在育种史上將要成为一个新的时期,人們要运用多倍体的自然規律,創造出許多在地球上尚未有过的新种。在我們社会主义建設事业飞躍发展中的祖国,这方面的工作將一定能够迅速地得到发展,使它在农业生产上起到应有的作用。

五. 总 結

我們在禾谷类作物的黑麦,小麦-黑麦杂种,大麦及水稻方面进行了多倍体的选种工作,并获得了下列的主要結果:

(一)关于四倍体黑麥

1. 同源四倍体黑麦比二倍体有較粗大的莖叶,較大的气孔,較長的穗子,較大的种子,較少的分蘖,較矮的植株,及較低的结实率。

2. 在生理特性方面, 同源四倍体黑麦比二倍体有较强的抗旱力, 较缓慢的单糖转化, 因之在一天中总糖量的积储亦较少。

3. 同源四倍体的结实率一般只有 50% 左右, 其结实率的高低与减数分裂时的四价染色体频率没有明显的联系。

4. 自交迅速降低同源四倍体的结实率及种子千粒重, 自交系的混合播种, 有效地提高了结实率与种子千粒重。

5. 二倍体黑麦有染色体 7 对, 同源四倍体黑麦有染色体 14 对。在减数分裂时, 同源四倍体黑麦的花粉母细胞中形成 0—7 个四价体, 平均每细胞有四价体 2.2 个 (表 4)。

6. 同源四倍体黑麦的结实率与种子饱满度问题尚未获得基本上的解决。

(二) 关于小麦-黑麦双二倍体

1. 小麦、黑麦的属间远缘杂交以中国春小麦 (*T. vulgare*) 为母本, 平武黑麦 (*S. cereale*) 为父本。杂交的结实率同小麦品种间杂交的一样高。中国春小麦与黑麦杂交的完全可孕性的特征是遗传的。矮立多小麦与黑麦杂交的可孕性极低, 我们尚未获得过杂种种子。以中国春小麦作母本与矮立多杂交的 F_1 再与黑麦杂交, 结实率达 61.86%, 如以矮立多作母本与中国春小麦杂交的 F_1 再与黑麦杂交, 结实率就只有 17.07%。

2. 小麦-黑麦杂种第一代可孕性极低, 分株的平均每穗只结种子 0.39 粒, 未分株的每穗 0.044 粒。经秋水仙碱处理成功的双二倍体结实率就提高到平均每穗结种子 20 粒 (表 13)。但双二倍体结实率的变异幅度可自全不结实到每穗结种子 60 粒以上。这种结实率的变异也存在于同一株的各穗间。

3. 小麦-黑麦双二倍体的结实率与种子饱满度是尚待解决的主要问题。抽穗始期施用磷钾肥对结实率与种子饱满度的改进, 有相当的效果。

4. 双二倍体的最大特点就是穗子特别大, 每穗小穗数比一般的小麦多三分之一到一倍。

5. 双二倍体基本上没有分离现象, 植株与穗形都相当整齐一致。但双二倍体与玉皮小麦杂交的 F_2 有高度的分离情况发生, 植株与穗形, 结实率及种子饱满度都有很大的变异。在 F_2 中有许多植株的结实率与种子饱满度完全正常, 但这些植株在形态上都属普通小麦类型。

(三)关于四倍体大麦

1. 大麦的同源四倍体共获得四个品种: 成都本地种史大堆, 裸大麦 37—2, 杂种大麦 37B—45A 及 37B—54C。二倍体大麦有染色体 7 对, 同源四倍体 14 对。

2. 同源四倍体比二倍体的亲本, 有较粗健的茎叶, 较矮的植株, 较大的穗形和种子, 及较少的分蘖。

3. 同源四倍体史大堆品种内株间杂交, 及四倍体史大堆与 37—2 裸大麦品种间杂交, 在 F_1 的植株中, 结实率与种子千粒重并未比亲本有所提高, 但在 F_2 的植株中就出现了许多结实率在 90% 以上, 种子千粒重在 50 克以上的植株。结实率及千粒重提高的植株数, 品种间杂交的后代比品种内杂交的多。所以同源四倍体品种间的杂交对提高结实率和种子千粒重甚为有利。

4. 同源四倍体史大堆与 37—2 裸大麦杂种第一代都是有壳大麦, 在第二代中只发现一株是裸大麦, 它的结实率达 90.5%, 种子千粒重达 48.27 克。这个千粒重比二倍体 37—2 裸大麦增加一倍, 比四倍体裸大麦亲本最高的千粒重 41.4 克增加 18.0%。

5. 同源四倍体史大堆在第一代与第二代时只有 50% 左右的结实率, 种子千粒重比二倍体大 50% 左右, 但选种到第三代时, 许多植株的结实率达到 90% 以上, 个别的穗子甚至达到完全结实, 千粒重亦增加到比二倍体的高一倍左右。

6. 种子千粒重最高的是同源四倍体 37B—45A, 达 67.17 克, 粒选过的种子千粒重可以达到 81.6 克。但与同源四倍体史大堆杂交的 F_1 植株, 其千粒重就没有超过 60 克的, 选出的 9 株中, 有 4 株在 50 克以上, 有 5 株在 40 克以上。

7. 在四倍体大麦的选种工作中, 结实率与种子饱满度问题已基本上获得解决。

(四)关于四倍体水稻

1. 水稻的同源四倍体共获得三个品种: 秈稻 422, 粳稻银坊及水源。

2. 四倍体比二倍体有较矮的植株, 着粒数较少的穗子, 较大的种子及很低的结实率。在结实率上同源四倍体粳稻比同源四倍体秈稻更低, 前者一般在 20% 以下, 后者 50% 左右。但秋水仙处理过的当代, 银坊粳稻有一个穗子同时存在着四倍体与二倍体的小穗, 这个穗上的四倍体小穗结实率达到 93.94% (图 8)。

3. 三个二倍体都是无芒品种, 但它们的同源四倍体都有短芒。

4. 二倍体秈粳稻杂种 F_1 的结实率很低, 如赵莲芳⁽⁸⁾作的 5 个组合中就有 4 个

組合的結实率在 6% 以下, 最高的一个亦仅达 24.73%, 但同源四倍体秈粳稻杂种 F_1 的結实率最低的亦有 17.95%, 最高的一株达 61.72%, 分株的材料中最高的达到 74.58%。所以四倍体秈粳杂种的結实率远超过了二倍体杂种。

5. 四倍体秈粳杂种 F_1 的种子千粒重, 7 株中有 4 株达到 40 克以上, 超过同源四倍体千粒重較大的 422 亲本 20%, 比二倍体 422 大 60% 以上。7 株中有 5 株具有長芒, 2 株具有短芒。

6. 外界环境条件对四倍体水稻的結实率与种子千粒重有巨大的影响, 在 1954 年 1 月 5 日播种于溫室內, 四月底抽穗的同源四倍体 422 結实率达到 76.68%, 种子千粒重达 50 克。

(五) 多倍体的結实率与种子飽滿度問題

在禾谷类多倍体选种工作中所普遍存在的主要問題是結实率低, 种子不够飽滿。分析已有資料的結果, 說明这是由多倍体植科的养料轉移发生阻碍所致。因之对植科的养料轉移有利的技术措施, 如孕穗后期施用磷鉀肥, 叶面噴洒微量元素硼作为根外追肥^[15], 对多倍体的結实率与种子千粒重均能有所改进。但这些措施还不能完全解决問題。这是因为多倍体的結实率低与种子不飽滿是由內在的遺傳原因所引起。这个內在原因主要是因为人工引变的同源多倍体或双二倍体是由有絲分裂中正在形成的二个子細胞再行結合而成, 所以这种結合具有高度的同質性, 因之, 在理論上, 多倍体的結实率低, 种子不够飽滿, 以性質論, 可看作有如强制自交中由同質性所引起的退化現象一样。这也就是多倍体品种間的杂交所以能很有成效的解决这个主要問題的原因。

参 考 文 献

- (1) 巴拉諾夫, П. А., 1954. 为苏联农业服务的多倍体植物. 科学譯叢, 科学出版社, 1955 (多倍体为苏維埃农业而服务, 科学文摘——植物学, 1955年, 第3期: 52—56.)
- (2) 史科尔尼克, М. Я., 等 1954. 用微量元素处理播种前的种子及根外追肥. 科学譯叢, 植物的根外追肥, (1955), 23—29.
- (3) 李森科, Т. Д., 1936. 論自花授粉植物的种內杂交, 农业生物学, 新农出版社, 1952. 143頁, 144頁.
- (4) 李竞雄, 1940. 秋水仙碱之效果及其对于植物育种之意义, 农业叢刊第10号 (四川省农业改进所).
- (5) 苏联“植物学杂志”编辑部, (1954). 物种与物种形成問題討論的若干結論及其今后的任务, 科学通报, (1954), 12期: 26—37.
- (6) 齐津, Н. В., 1954. 植物学的远緣杂交. 苏联农业科学, 1955, 1: 1—10.
- (7) 凱庫赫, А. М., 1953. 馬鈴薯的根外追肥. 科学譯叢, 植物的根外追肥, (1955), 45—49.
- (8) 趙蓮芳, 1933. 水稻育种之理論与实施. 中华农学会报, 114: 1—52.
- (9) 塞耳賓, С. С., 1954. 糖用甜菜根外营养及根外追肥的生理影响. 科学譯叢, 植物的根外追肥, (1955), 54—63.
- (10) 鮑文奎、严育瑞, 1954. 肥料对于作物生長和发育的影响 I. 水稻. 农业学报, 第5卷(2—4): 137—154.
- (11) 鮑文奎、严育瑞, 1956. 肥料对于作物生長和发育的影响 II. 水稻生長中心的轉移与养料的分配. 农业学报, 第7卷(2): 125—142.
- (12) Баранов, П. А. и Д. В. Лебедев, 1955. Дискуссия о значении полиплоидий и Гериберт Нильсон. Бот. Жур. Том 40. № 4: 548—552.
- (13) Дубинин, Н. П., 1955. Генетические методы управления гетерозисом-основа радикального повышения производительности растений и животных. Бюл. Моск. Общ. Исп. При. отд. Биол. LX(2): 109—116.
- (14) Жебрак, А. Р. и Э. А. Жебрак, 1955. Изменчивость межсортных амфидиплоидов гречихи. Бот. Жур. 40(2): 189—199.
- (15) Писарев, В. Е., 1955. Амфидиплоиды яровая пшеница × яровая рожь. Бот. Жур. 40(4): 556—560.
- (16) Дискуссия, 1955. Расширять и углублять творческую дискуссию по проблеме видообразования. Бот. Жур. 40(2): 206—216.
- (17) Aase, Hannah S. 1946. Cytology of cereals II. Bot. Review 12(5): 255—334.
- (18) Hagerup, O., 1931. Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Oekologie und Phylogenie. Hereditas 16: 19—40.

- (19) Hassid, W. Z., 1937. Determination of sugar in plants by oxidation with ferricyanide and ceric sulfate titration. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* 9:228—229.
- (20) Hosono, Sigeo, 1935. Karyogenetische Studien bei reinen Arten und Bastarden der Emmerreihe I. Reifungsteilungen. *Jap. J. Bot.* VII(3—4):301—322.
- (21) Löve, A. and D. Löve, 1949. The geobotanical significance of polyploidy. I. Polyploidy and latitude. Part. *Acta Biol. Serie A. Vol. R. B. Goldschmidt*: 273—352.
- (22) Michurin, I. V. Selected works. pp. 24—29, 156—157. Moscow 1950.
- (23) Müntzing, A., 1936. The evolutionary significance of autopolyploidy. *Hereditas* 21: 263—378.
- (24) Müntzing, A., 1937. Polyploidy from twin seedlings. *Cytologia, Fujii Jub. Vol.*: 211—227.
- (25) Nagaharu, U., 1935. Genome-analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Jap. J. Bot.* 7(3—4): 389—453.
- (26) Pao, W. K. and H. W. Li, 1948. Desynapsis and other abnormalities induced by high temperature. *J. Gen.* 48(3):297—310.
- (27) Smith, H. E., 1946. *Sedum pulchellum*: A physiological and morphological comparison of diploid, tetraploid, and hexaploid races. *Bull. Torrey Bot. Club.* 73: 495—541.
- (28) Wellensiek, S. J., 1947. Methods for producing Triticales. *Jour. of Heredity* 38(6): 167—173.
- (29) Zhebrak, A. R., 1944. Synthesis of new species of wheats. *Nature* 153: 549—551.
- (30) Zhebrak, A. R., 1949. The situation in biological science. *Verbatim report. Moscow.* pp. 467—476.

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 禾谷类作物的同源多倍体和双二倍体

作者 = 鲍文奎, 严育瑞著

页数 = 44

出版社 = 北京市: 科学出版社

出版日期 = 1956

SS号 = 11331387

DX号 = 000000743251

URL = <http://book.szdnnet.org.cn/bookDetail.jsp?dxNumber=00000743251&d=8D3C7F5729315CD368292E3596093836>

封面

书名

版权

目录

一．绪言

二．材料与amp;方法

三．结果

（一）四倍体黑麦

（二）小麦 - 黑麦双二倍体

（三）四倍体大麦

（四）四倍体水稻

四．讨论

五．总结

（一）关于四倍体黑麦

（二）关于小麦 - 黑麦双二倍体

（三）关于四倍体大麦

（四）关于四倍体水稻

（五）多倍体的结实率与种子饱满度问题

参考文献