

油菜育种

田正科 张金如 编著



青海人民出版社



油 菜 育 种

田正科 张金如编著

福建人民出版社

油菜育种

田正科 张金如编著

*

青海人民出版社出版

(西宁市西关大街86号)

青海省新华书店发行 青海新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 8.625 插页: 2 字数: 191,000

1982年11月第1版 1982年11月第1次印刷

印数: 1—8,400

统一书号: 13097·47 定价: 0.73元

前 言

油菜是我国的主要油料作物，其播种面积和总产量均居于油料作物的首位。它在我省也是优势作物之一，越来越引起人们的重视。

随着油菜栽培面积的扩大和生产条件的改善，农业生产对油菜品种的要求越来越高。特别是营养医学和畜牧业的发展对油菜产品提出了新的质量指标。因此，育种工作者必须掌握先进的科学技术，培育出高产、优质的良种，以尽快改善菜子油和油渣的品质，提高油菜产品的有效利用率和经济效益。

为了适应农业发展的需要和满足广大农业科技人员的要求，我们根据多年来在油菜育种工作中的实践经验，参考国内外有关文献资料，编著了《油菜育种》。本书比较系统地介绍了油菜育种工作概况及油菜的起源、演化和产区划分，着重论述了油菜引种、选择育种、杂交育种、品质育种及其他育种途径，并对育种试验鉴定、资料分析和良种繁育等问题作了较详细的叙述。可供农业科研人员和农业大、专院校师生参考。

由于我们水平有限，书中~~缺点和~~错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 著 者

一九八二年三月

目 录

第一章 油菜育种工作概况	1
第一节 世界油菜生产与品种概况.....	1
第二节 我国油菜育种工作的成就.....	3
第三节 目前油菜育种的发展动向.....	6
第二章 油菜的分类与起源	13
第一节 油菜的类型及其授粉方式.....	13
第二节 油菜的起源与演化.....	20
第三节 青海是小油菜的原产地.....	23
第三章 油菜产区划分与育种目标	29
第一节 我国油菜产区划分及其育种目标.....	29
第二节 我省油菜产区划分及其育种目标.....	35
第四章 油菜的引种与选择育种	44
第一节 油菜的引种.....	44
第二节 油菜的选择育种.....	54
第五章 油菜的杂交育种	67
第一节 亲本选配及性状遗传.....	68
第二节 杂交方式及其应用.....	77
第三节 花器构造与杂交技术.....	82
第四节 杂种后代的种植和选择.....	88
第五节 加速杂交育种进程的几个问题.....	94
第六章 油菜的品质育种	96
第一节 品质育种的内容.....	96
第二节 品质育种的方法.....	104

第七章 油菜育种的其他途径	126
第一节 油菜杂种优势利用	126
第二节 油菜辐射育种和倍性育种	151
第八章 油菜育种的试验鉴定和资料分析	159
第一节 油菜品种的试验鉴定程序	159
第二节 油菜品种性状的鉴定方法	163
第三节 油菜育种的田间试验技术	172
第四节 油菜育种试验资料的整理	182
第五节 油菜育种试验资料的分析和总结	186
第九章 油菜的良种繁育	221
第一节 油菜良种繁育的基本任务	221
第二节 油菜品种混杂退化的原因及其防止措施	222
第三节 油菜良种繁育的程序	229
第四节 油菜的种子检验	237
附录一 油菜育种试验观察记载项目标准	242
附录二 青海省油菜品种资源简介	250
附录三 具有突出优良性状的油菜品种资源名录	257
附录四 统计用表	265
T 值表	265
F 值表	266
Q 值表	270

第一章 油菜育种工作概况

第一节 世界油菜生产与品种概况

油菜是主要的油料作物，也是食用和饲用蛋白质的重要来源。随着现代科学技术的发展，油菜产品已广泛用于工业，成为数千种工业品的重要原料。因此，近三十年来，在世界范围内，油菜播种面积和产量水平，一直处于稳步上升的趋势。据联合国粮农组织1975年统计：全世界油菜年播种面积为1.53亿亩，平均单产110斤，总产1.68亿担。其中以亚洲各国的生产比重最大，面积为1亿多亩，占世界油菜总面积的70%；平均亩产67斤，比世界平均单产水平低39.1%；总产仅占世界总产的40%多。其次是北美洲的加拿大，面积为2622万亩，亩产133斤；总产占世界总产量的21%，为世界最大的油菜出口国。第三是欧洲各国，油菜面积为1900万亩，占世界油菜总面积的12.4%；亩产263斤，总产占世界总产量的30%左右。此外，澳洲、非洲和南美各国仅有零星分布，所占比重很小。

按国家分析，油菜种植面积最大的是印度，1975年播种面积为5520万亩，亩产82斤，总产4504万担，占世界总产的27%。但出口甚少，每年还需要进口一定数量的油菜。其次是我国，面积为3754万亩，亩产67斤，总产2508万担，占世界总产量的15%。1979年后，我国油菜面积增加，单产水平大幅度提高，油菜产品已成为主要出口物资之一。第三是加拿大，1949年油菜面积仅为12万亩，至1975年增加了二百多

倍，所产菜子主要用于出口，年销售量占国际市场菜子总交易额的一半以上。从食用价值看，加拿大生产的菜子及菜油质量最好，有较强的商品竞争力，这是由于该国近二十年来重视品种改良和品质育种的结果。其他各国的油菜面积，均在1000万亩以下，所产菜子主要供本国消费。

从当前油菜生产水平分析，单产最高的地区是北欧各国。其中以荷兰单产最高，亩产346斤，个别年份亩产可达400斤；其次是英国，亩产333斤；第三是波兰，亩产313斤；第四是瑞典，亩产258斤。瑞典是世界油菜分布最北的国家（北纬58~60度）。他们拥有一批耐寒性强的冬油菜品种和极早熟的春油菜品种；第五是法国，亩产216斤。这些国家单产水平高的因素有三：一是重视品种改良，特别是重视推广甘蓝型良种。二是增施肥料，尤其重视有机肥和复合化肥的配合施用。三是实行机械化耕作，从整地播种，到收获脱粒均使用机械，做到了耕作、管理及时，减少了收获过程中的浪费，提高了单位面积产量。在上述三因素中，油菜品种改良是主要因素，因为增施肥料和使用机械都对品种改良提出了新的要求，只有满足这种要求，才能促进油菜生产的发展。

六十年代后期，加拿大育成低芥酸和无芥酸品种以后，世界油菜育种和生产，便转向以品质改良和无芥酸菜子的生产方向。芥酸含量低或不含芥酸的品种，顿时声价十倍。加拿大率先于1974年，在95%的油菜播种面积上改种为无芥酸品种；法国和西德相继于1978年全部实现了食用菜油的无芥酸化；波兰、瑞典、英国等欧洲国家，也争相效法，至七十年代末期，基本上都种上了无芥酸品种。亚洲各国行动较慢，但也都先后迈出了油菜品质改良的步伐，积极引进选育低芥酸品种。目前，全世界育成的二十多个优良的无芥酸油

菜品种，在生产上得到了广泛的利用，使国际市场上交易的菜油，其芥酸含量降到5%以下，这是人们在油菜育种史上的一项重大成果。这一成果已大大改善了菜油的食用品质，扩大了菜油的利用范围，提高了菜油的商品价格，从而更加刺激了各国生产油菜的积极性。

第二节 我国油菜育种工作的成就

我国是世界上种植油菜最早和播种油菜面积最大的国家之一，也是白菜型油菜和芥菜型油菜品种资源最丰富的国家。解放前，全国常年种植油菜4700~4800万亩，以白菜型品种为主。芥菜型油菜，仅在西北、西南及华北地区有零星分布。甘蓝型油菜在抗日战争后期开始引进，直到1951年以后，才逐步推广种植甘蓝类型油菜。

我国的油菜育种工作，在解放以前基本上是一个空白。解放后，在党和政府的领导下，重视了油菜的生产和科研工作，各省、市、自治区相继建立和健全了农业科研机构，逐步进行了农家品种的搜集、整理、鉴定和评选，为我国油菜育种建立起了一个丰富多采的极其宝贵的基因库。尔后各地又相继开展了引种、育种工作。1953年，四川省首先试种和推广了从日本引进的甘蓝型胜利油菜品种，控制住了油菜毒素病的蔓延。

1956年，中华人民共和国农业部在四川省重庆市原西南农业科学研究所，召开了全国油菜科研工作座谈会，全国油菜科研人员第一次欢聚一堂，根据油菜的农艺性状，结合遗传学和分类学特点，确定把我国种植的油菜划分为三个类型，即白菜类型、芥菜类型和甘蓝类型。这种分类方法，既保持了植物系统发育的理论体系，又密切结合了生产应用，对地方品种的整理鉴定、新品种的选育、以及油菜生产上的品种

区划和技术推广等工作，都有实际指导意义。

六十年代初，我国油菜科研工作，进入了一个迅速发展的新阶段。各大区及省级农业科学院（所），相继成立了经济作物研究所（室），国家也把油菜育种列为重点研究项目。1960年，中国农业科学院在武昌建立了油料作物研究所，对全国油料作物的研究工作，进行了统一的规划和指导。1961年11月，中国农业科学院油料作物研究所在武昌召开了全国第一次油料作物科学研究工作会议。会议提出了我国以发展甘蓝型油菜为主的育种工作方向，并通过协商成立了西南、西北、华中、华东、华南五个油菜育种和品种区域试验协作区，号召有条件的单位，尽快开展甘蓝型早熟、中熟品种的选育工作。这次会议之后，各地在三、四年内相继育成了一批早、中熟甘蓝型油菜品种，使我国的油菜生产进入了一个以甘蓝型油菜为主体的大发展的新阶段。我省于1964年育成了甘蓝型品种“青油2号”和“青油4号”，使我省川水地区逐渐形成一个以甘蓝型品种为主的高产油菜产区。

七十年代，是我国油菜育种和油菜生产的第二个发展时期。由于新育成的品种迅速增加，油菜品种区划及良种繁育体制的进一步健全，因而扩大了油菜生产面积，提高了良种化程度。据1973年统计，在我国油菜主产区，基本上以甘蓝型良种替换了农家品种。例如，上海市甘蓝型新品种的种植面积达到了99%；江苏、浙江两省达到了80%；四川达到75%；湖北、湖南达50~60%。我省自七十年代中期，在适于发展甘蓝型油菜的地区，大力推广种植甘蓝型油菜，基本上实现了甘蓝型油菜品种良种化。

1970年以来，我国南方也在大力试种新育成的春性早熟甘蓝型品种，不少地区变冬闲田为油菜田，改一年两熟为三

熟，经过几年的努力，油菜面积增加数百万亩，使我国岭南变成了一个新的油菜集中产区。华北及中原地带的陕西、河南、山东、河北四省，在同一时期，相继从上海、浙江、江苏等沿海地区，引进冬性较强的甘蓝型迟熟品种，适应了当地冬寒期长的特殊需要，扩大了对冬季土地的利用，提高了复种指数，形成了一个华北冬油菜新产区。以河南省为例，在1970年前油菜面积仅数十万亩，1980年已达500多万亩，单产也比1970年提高近一倍。此外，从1970年开始，我省的白菜型小油菜，引至东北的辽宁省试种，由于小油菜生育期短和植株矮小，在该省间、套、复种及耕作改制中，显示了极大的优势。吉林、黑龙江等省也相继效法辽宁的办法，从我省大量引进青油号及门油号白菜型小油菜品种，数年之内，扩种油菜三百多万亩，使我国东北地区，从原来不种油菜，迅速发展成为一个春油菜新产区。北京、天津、河北北部及山西北部，也在同一时期扩大了春油菜生产。在七十年代，我国已形成了东北、华南和中原三个油菜新产区，扩大油菜面积800多万亩，使我国的菜油产量，上升到了全国食用植物油的首位。这个成就，在技术上主要是由于我国油菜品种特性的改善和品种种类增加而取得的。据1977年出版的《中国油菜品种资源目录》统计：我国现有油菜品种1374个，其中有新育成品种269个。在新育成的品种中，甘蓝型133个，白菜型130个，芥菜型6个。由此可以看出，我国近年来油菜育种和生产的重点是在发展甘蓝型油菜。

七十年代中，我国在油菜育种理论和育种方法的研究与应用方面，也有了显著的进展。例如，对油菜主要性状的遗传规律和相关性的研究，为杂交育种的亲本选配，杂交后代的选择和杂种优势的利用提供了理论依据。同时，也为我国

南北方交替繁殖加代等育种实践,积累了宝贵经验,进而扩大了变异范围,缩短了育种年限。在油菜杂种优势的利用上,各地也进行了多方面的探索,某些项目已走在世界的前列。例如,四川省农业科学院育成了白菜型油菜的雄性不育系,达到了三系配套;湖北省育成了甘蓝型自交不亲和系油菜杂种,在部分地区已经用于生产;上海、江苏研究出了甘蓝型雄性不育的两系利用方法;我省也利用白菜型小油菜的自交迟钝特性,配制了一些油菜杂种。据各省生产试验,油菜杂种的增产率都在25%以上,预计在不太长的时期内,我国杂种油菜的育种,将会有更大的突破,生产比重将不断提高,杂种油菜的制种方法,也将更趋完善而成为油菜育种的一个重要内容。

在品质育种方面,我国基本上是七十年代中期才开始研究的,至今中国农业科学院油料作物研究所已选得几个无芥酸的甘蓝型油菜品系;我省在甘蓝型和白菜型油菜中,也选得了一些无芥酸和低芥酸的优良品系。近年在对加拿大引进的无芥酸品种“奥罗”的鉴定推广的同时,又积极推广了芥酸含量与菜饼毒性含量相对较低的甘蓝型品种“托尔”和白菜型品种“青油9号”。目前我省已有十万多亩低芥酸品种生产基地。四川、陕西、福建、上海等省、市也在做品质育种方面的工作,特别是为育种服务的品质分析方法的不断革新作了大量工作,从而有力地推进了育种的进程。预计在近几年内,我国的油菜品质育种,将会有较大的发展。

第三节 目前油菜育种的发展动向

近十几年来,与油菜育种密切相关的生物学、生物化学和营养医学等基础学科都有较大的发展。这些学科的研究成果,打破了油菜育种的传统的活动范围,产生了许多新的研

究课题，使之从个体水平、细胞水平进入到分子水平。这些新课题，吸引着广大育种工作者去研究油菜育种的新途径和新方法，以便解决随着油菜育种工作的发展而出现的一些理论和实践问题。

一、在产量育种方面

高产是油菜育种的首要目标，也是取得产品质量和其他经济效益的基础。国内外的育种工作者，围绕如何提高油菜产量的问题，进行了多方面的探索。

（一）光效育种 农作物的产量，主要是来源于太阳的光辐射和空气中的二氧化碳，即主要靠植物绿色体通过光合作用，同化二氧化碳，把太阳的光能转变为热能潜藏于种子之中。根据植物的光合生理研究得知，在构成作物产量的能量转换过程中，植物叶片和植株体的其他绿色部分，一方面通过光合作用，制造干物质，形成产量；另方面还要通过呼吸，消耗光合产物，影响产量的形成和积累。因此，作物产量的高低，决定于光合产量同呼吸作用消耗量的差值。对产量的形成来说，是由光合面积、光合能力、光合时间所反映出来的光合生产率的高低而决定。光合生产量越大，植物制造的物质越多，产量就越高，这是作物形成产量的正向发展。另一方面，在进行光合作用的同时，还有一种负向活动，即呼吸作用。呼吸强度越大，植物消耗掉的光合产物越多，产量就越低。所以，要取得高产，必须在致力于提高光合生产率和增加光合生产量的同时，尽量降低呼吸强度和减少呼吸消耗，从而得到最高的净光合量和最高的经济系数。据中国科学院遗传研究所测定：我国现有油菜品种的光合生产率，虽有一定的差异，但差别较小；光呼吸强度的差别则比较显著。同时，光呼吸同品种产量的相关性极为明显；如高产的品种，

都是低光呼吸类型的。他们在测定甘蓝型油菜品种中，发现我省育成的“青油4号”的光呼吸值最低。这一测定结果，同我省长期以来以“青油4号”品种产量最高的实践反映是一致的。因此，在油菜育种上，提出了光效育种的设想，确定了以选育低光呼吸类型为主的育种方向。

为了提高光效育种效果，有人还结合玉米的选种成就，提出了油菜高产品种的“理想植株型”概念，计划开辟油菜株型育种新途径，并初步提出了分枝紧凑、角果上举、叶片下大上小，竖斜适度，分布均匀等模式。

（二）杂种优势利用 杂种优势利用，是现代农业科学技术的重大成就之一。从玉米、高粱、水稻、蔬菜等多种作物的杂种优势利用的效果来看，可以肯定，利用油菜杂种优势，同样会大幅度地提高产量。因此，自七十年代以来，我国不少省、市（区）的农业科学院和油菜专业研究所，都开设了油菜杂种优势利用的研究课题。由于三大类型油菜的遗传机制和授粉方式不同，决定了油菜杂种优势利用的途径和方法也必然是多种多样的。目前，研究较多的是甘蓝型油菜的雄性不育三系法。我国湖南省农业科学院以及法国、日本在这方面进行了研究。由于对油菜雄性不育的遗传机制和发育规律了解不够，三系在生产实践中尚不能自由掌握，因而还未收到稳定的效果。为了尽快在生产中应用，上海、江苏等省市农业科学院还开展了甘蓝型油菜雄性不育的两系法利用试验。

在甘蓝型油菜杂种优势的利用方面，华中农学院走的是利用自交不亲和系的道路。这个方法的效果比较稳定，目前在湖北、青海等省已有几个杂种组合用于生产。但由于自交不亲和系的保种比较费工，杂种增产的幅度还不够大，还有

待进一步试验研究。

在白菜型杂种优势的利用方面，四川省农业科学院于1965年开始雄性不育的三系研究，同甘蓝型雄性不育三系研究的情况一样，至今未能投入实际应用。近年来，我省农林科学院根据白菜型小油菜的生产特点，提出了自交迟钝系杂种的利用途径，虽然进行了一些探索，但距实际利用也还有一段距离。

总之，目前对油菜杂种优势的利用研究，还处于攻关阶段，预计在不久的将来会有所突破，使杂种优势利用成为油菜生产的一种重要形式。

二、在品质育种方面

油菜是以生产食用油为主要目的的经济作物。产品的经济价值同油品的食用营养价值密切相关。自六十年代中期以来，国外在油菜的脂肪酸组成及其对人体的影响方面，做了大量的研究工作。除提出在育种实践中解决芥酸问题外，还对其他几种脂肪酸和菜饼的利用问题进行了新的探索，给油菜品质育种开拓出不少新的领域，使品质育种成为油菜研究工作中的一个重要而复杂的内容。据1978年6月在瑞典召开的第五届国际油菜会议报道，油菜品质育种，已引起外国育种学家们的兴趣。这次会议共有29个国家参加，会上宣读了154篇论文，其中用英文撰写的115篇论文中，有关品质育种的为78篇，占英文论文总数的67.8%。由此看出：国外油菜育种研究的趋势已转向品质育种方面。又据报道，国外油菜品质育种的内容，主要有以下几个方面：

（一）高含油量育种 含油量的高低是衡量一个油菜品种好坏的重要标志。瑞典在提高含油量的育种过程中，培育出了一批含油量在52~56%的育种材料。苏联有人预言，油

料作物的含油量上限在70%左右。我国也育成了几个含油量在50%以上的品种。因此，国内外的育种工作者一致认为，提高油菜含油量的潜力很大，只要经过一个时期的努力，就会很快育成含油量高的品种来。

（二）提高亚油酸含量的育种 亚油酸是菜油中对人体最有益的一种脂肪酸。从食用价值出发，菜油中的亚油酸含量越高越好。国外在选育无芥酸和低芥酸品种的过程中，已经使油菜的亚油酸含量由10%增加到25%左右。不少育种工作者，仍在继续努力，争取把亚油酸的含量提高到40%以上。

（三）降低亚麻酸含量的育种 亚麻酸是一种不饱和脂肪酸（C18:3），极易氧化放出恶臭，产生游离酸，导致油脂败坏，影响贮藏。同时，亚麻酸有一种“香味逆转”现象，是食品工业中的一大难题。目前一般油菜品种的亚麻酸含量为10~13%。加拿大要求降至4%以下，法国要求降至2%以下，瑞典和西德已选出一些亚麻酸含量在5%左右的品种。

（四）黄粒育种 据分析在遗传因素相同的条件下，黄粒比棕粒种子的含油量高1.97%，蛋白质的含量高3.2%，纤维素含量低4.6%，这主要是由种皮所占种子总重的百分率决定的。一般黄粒种子的种皮百分率为12~13%，褐粒种子为16~17%，二者相差4%左右。因而，不论属于哪个类型的油菜，浅色种皮的种子都具有较高的营养价值。从今后利用菜饼生产食用蛋白质的发展前景来看，有必要更换黑色种皮的种子，因为它生产出来的食用蛋白质，呈灰暗色，会使人有一种不愉快的感觉。所以，按蛋白质和卵磷脂的品质要求，淡化种皮颜色，培育黄粒种子，已成为今后油菜育种的一种倾向。

(五) 高芥酸育种 同食用油需要降低芥酸相反，在许多工业部门则需要大量的高芥酸菜油。例如，美国每年约进口菜子油90~110万斤，其中一半用于工业。据报道，目前，美国已育成了芥酸含量达65.8%油菜品种。而且高芥酸油不需加工就有很多用处。如直接用于铸钢工业。从油中提取出的芥酸能转化成各种衍生物，在芥酸的不饱和链上，还可以分裂成稀有的巴西基酸和壬酸，并能进一步反应出许多有用的化学产品。为了满足工业的需要，同时保证饼粕的蛋白质饲用质量，美国奥列根大学正在进行高芥酸、低硫代葡萄糖甙的油菜育种工作。加拿大除主要生产低芥酸菜油外，每年都种有200多万亩的高芥酸油菜品种。因此，我国也必须考虑在培育低芥酸品种的同时，注意高芥酸油菜的育种工作。

(六) 降低卵磷脂含量的育种 卵磷脂能使菜油及菜饼的色泽暗黑，气味不良。在菜油贮藏过程中，由于卵磷脂易吸水霉变，常造成食油变质、败坏，因此国外有人计划通过育种手段，育成不含卵磷脂的油菜品种。

(七) 无叶绿素育种 菜子的子叶中含有一定数量的叶绿素。由于叶绿素的存在，有损于炼油品质，影响商业卖相。目前，我省农村使用的小型榨油机，生榨后的菜油，多呈绿色，就是菜子内有叶绿素存在的缘故。加拿大萨斯喀通试验站，已经找到一种子叶不含叶绿素的变异材料。该站计划利用这些材料育成子叶无叶绿素的品种，以此来解决加工工业中碰到的“潜在绿油”问题。

(八) 选育茎秆无残毒的品种 据加拿大测定，不论甘蓝型油菜或白菜型油菜的茎秆都有残毒留给土壤，使后作的植株和根系生长受到抑制，干物质减少，造成减产。这种残毒对大麦、小麦的某些品种危害也很严重，特别是影响了