

日本的油菜育种



国外科技参考资料 第39号

上海科学技术情报研究所

21
0

目 录

日本油菜育种的历史和现状	1
用嫁接法进行种间杂交以育成油菜新品种	6
从芸苔属的花粉粒诱导单倍体.....	17

日本油菜育种的历史和现状

1970年8月,日本召开了1969年度日本油菜育种试验研究总结会议,会上就当时日本油菜育种试验研究的概况以及过去的历史作了总结报告。现摘要介绍于下。

育 种 试 验

日本自江户时代(1600~1867年)即开始种植油菜。1957年,全国油菜种植面积达26万公顷(约合390万亩),菜籽产量达29万吨,为最高峰,此后即迅速减少。当时油菜育种工作集中在东海近畿、北海道以及福岛和福岡等农业试验场进行。1961年又加上鹿儿岛农业试验场鹿屋支场,共有五处从事此项工作。但是由于日本近年来经济结构急剧改变,农业劳动力纷纷离开农村,而油菜栽培的生产力很低,因此是稻茬油菜的栽培面积首先减少,接着早茬油菜的栽培面积也减少了,现在日本菜籽的需要量为每年30万吨左右,油菜的栽培面积减少大部分要靠加拿大进口。

由于油菜栽培有上述动向,油菜的育种工作也相应地趋于紧缩了。东海近畿农试场和福岡农试场自1966年起停止了油菜育种工作,北海道农试场自1968年也停止了这项工作。目前只有福岛农试场和鹿儿岛农试场鹿屋支场两处仍在进行。另有青森农试场藤垢支场进行着就地选拔工作。特性鉴定试验由

岩手农试场高寒试验地(负责鉴定耐雪性)、福井农试场(负责鉴定耐湿性)、广岛农试场(负责鉴定菌核病抗性)、佐贺农试场和鹿儿岛鹿屋支场(都负责鉴定晚播适应性)共计五处分别进行。负责系统的适应性鉴定试验的连一处也没有。

自从 1930 年日本农林部指定鸿巢农试场和其他四处试验场从事油菜育种工作以来,四十年之间的经过概况是:自 1930 年至 1946 年,把在鸿巢利用杂交所得到的初期世代交由各指定试验场进行 F_3 以后的后期世代的选拔。1947 年以后则由各育种点负责自杂交至品种育成的全过程。1930 年开始育种时,是系统选育与杂交育种同时并进,用于系统选育的材料是属于甘兰型(*Brassica napus*) ($n=19$) 的“早生朝鲜”、“四日市黑种”、“吾妻”、“不二”、“中生朝鲜”等几个品种,这几个品种都是来源于明治初年(约百年前)引进到日本西部的朝鲜种。用作杂交育种的母本,在甘蓝型方面,除了上述品种之外,还有些是新从欧洲各地引进的品种。在白菜型(*Brassica campestris*) ($n=10$) 方面,用了江户时代以来的日本地方品种和从中国台湾省、印度等地引进的品种。自 1930 至 1946 年,在鸿巢进行的杂交组合数,属于甘蓝型(*B. napus*) 种内杂交的有 286 个,属于甘蓝型(*B. napus*) 和白菜型(*B. campestris*) 之间的种间杂交的有 521 个;自 1947 年至 1969 年,各个育种点进行的杂交组合数,属于同种内的有 410 个,属于异种间的有 144 个。

过去四十年中育成的品种达到了 40 个,现按年代和育种方法汇列成表如下。

在 40 个品种中,用系统选育法育成的有 10 个品种,用种内杂交育成的有 15 个品种,用种间杂交育成的也有 15 个品种。用种内杂交育成的 15 个品种中,有 8 个品种的双亲或其中一个亲本是通过种间杂交育成的。由此看来,在日本油菜育种过程中,

	系统选育	<i>B. napus</i> × <i>B. napus</i>	<i>B. napus</i> × <i>B. napus</i> *	<i>B. napus</i> × <i>B. campestris</i>	共 计
1930~1939	8	0	0	1	9
1940~1949	0	2	0	7	9
1950~1959	0	5	2	6	13
1960~1969	2	0	6	1	9
共 计	10	7	8	15	40

* 这个组合的双亲或亲本之一是通过种间杂交育成的。

甘蓝型和白菜型的异种间杂交所起的作用是非常大的。

引人注意的是：在杂交育种中，就甘蓝型而言，尽管用了许多从欧洲引进的品种作为母本，但从中没有育成新品种，大部分新品种都是用自明治初年引进日本的经过改良已适应日本情况的朝鲜种的选系与其他品种杂交育成的。至于白菜型，尽管在许多杂交组合中用了中国台湾和印度的品种，但是种间杂交育成的品种大部分是在杂交组合中用了已在日本栽培多年的地方品种而育成的，至于用台湾产的白菜型油菜育成的只有2个品种。

在日本，由于来自朝鲜种的油菜品种都是晚熟的，又由于稻茬油菜占有很大的比重，所以，日本油菜育种的最大目标一向放在早熟品种的育成上。为了达到这一目标，曾经利用白菜型油菜的早熟性，育成了“陆奥油菜”、“早油菜”、“紫油菜”等一些品种。这些品种在产量和质量上都还存在着若干问题。日本油菜育种的第二个目标放在菌核病抗性上，但因不曾找到具有这种抗性的母本，所以没有育成抗病品种，比较地具有抗病性的仅有“五十铃油菜”、“限界油菜”、“千菜油菜”等。油菜育种的第三个目标是含油量高和质量好。最近育成的品种除了极早熟品种外，含油量都在50%（按干重计）左右。不过，象加拿大和瑞典

所做的旨在防止因脂肪酸和菜籽饼中含有有毒物质用作饲料时会引起问题的育种试验,日本却未做过。另外,日本对于直播栽培的问题,曾自 1955 年以后加以研讨。在九州南部则对是否适于在甘薯后茬地进行直播的晚播性品种进行了选择。

1970 年度,福岡农场提供了“九州 59 号”(指定试验地育成的品系)作为现有推广品种的后备。该品系是从“油胜”和“紫油菜”的杂交后代育成的。双亲都是从甘蓝型和白菜型杂交育成的品种。这个品系尽管早熟,所产菜籽却是千粒重为 5 克左右的大粒(过去的早熟品种的千粒重是 3.0~3.5 克),而且含油量高、产量高、抗病性强、耐涝、适于移栽,也适于直播,算得是一个适应性强的 高产稳产品系。

育种的基础试验

日本有关油菜育种的基础试验主要在鸿巢试验地进行。根据这些试验结果,确立了育种方法。油菜是常异交作物,但是它的自交能育性高,自交后生活力减退少,所以过去日本所用油菜育种方法基本和自交作物相同。目前瑞典和德国由于发现了油菜自交后生长衰退,已经有人试验利用杂种优势来育种了。日本也有类似的情况。它自从开始油菜育种以来经历了十年,能够用于杂交的母本已濒枯竭。尽管利用种间杂交产生了一些具有新的性状的品种,但是看来也已接近极限。所以,为使油菜育种出现飞跃的进展,认真研讨利用杂种优势的育种,也已刻不容缓。为此,1969 年度日本油菜育种总结会议决定:从 1970 年度起,必须与各个育种地点取得联系,积极推进基础试验,以便于利用 F_1 的育种工作。

在这次会议上提出来的利用杂种优势的油菜育种工作主要如下。福岛农试场鉴于来自朝鲜种的品种和来自欧洲种(引进北海道的极晚熟品种)的品种之间杂种优势很大,计划通过多系相互杂交(diallel cross)以弄清出现这种优势的机制。另外,为了利用辐射育种场所找到的、从“紫油菜”的突变中获得的单因子隐性遗传的雄性不育材料,以便把雄性不育性转育到多数品种上。福岛农试场一面已在缩短世代,一面开始进行回交,而且为要检验同各个品种的组合能力,正在开始必要的准备工作。鹿儿岛农试场鹿屋支场考虑到难以大量获得 F_1 种子,已在研讨如何利用 F_2 种子,并已发现了 F_1 和 F_2 的生产力之间的正相关。平塚农业技术研究所想要积极地利用油菜是常异交作物这一特点,正在试将 2 个品种混合栽培,并把这样获得的 F_1 和亲本的集团密植栽培,以使 F_1 的能力通过竞争而发挥到最大限度。

甘蓝型油菜和白菜型油菜在日本的油菜育种中占有重要地位。福岛农试场对于这两者之间的种间杂交正在继续研究,以求了解其基本规律。并且已就 F_1 收获时的条件与 F_2 中甘蓝型出现频率之间的关系,以及用作母本的甘蓝型同白菜型的近交系数和 F_2 中甘蓝型的出现频率之间的关系等,发表了研究报告。

译自日本《育種学雑誌》20(6):365~366, 1970 年 12 月

上海市农科院作物育种栽培研究所校

用嫁接法进行种间杂交 以育成油菜新品种

大约四十年前，日本主要种植白菜型油菜 (*Brassica campestris* ssp. *oleifera*, $n=10$) 以生产植物油料。但是现在却专种甘蓝型油菜 (*Brassica napus* var. *oleifera*, $n=19$)，而甘蓝型的各个品种大多数是通过甘蓝型与白菜型的种间杂交育成的。在日本农林部着手于油菜的育种之前，盛永(1929)已经发现；甘蓝型 (*B. napus*) 是白菜型 (*B. campestris*) ($n=10$) 和甘蓝 (*B. oleracea*) ($n=9$) 之间的双二倍体。在这次发现之后过了几年，即在 1935 年，又有人通过白菜型和甘蓝的杂交第一次搞成了甘蓝型油菜的人工合成。自此以后，二十几年间，又有许多位育种工作者相继报道：他们用芸苔属 (Genus *Brassica*) 中的 10-染色体和 9-染色体的物种 (主要是白菜型和甘蓝的不同品种) 为种种不同的亲本组合，育成了新种。

倘使用通常的杂交方法，则白菜型油菜和甘蓝两个物种是非常不亲和的。而且很难使得种间杂交所产生的新种的经济性状趋于稳定。作者为了追究这些问题，曾不断地研究通过芸苔属中的 10-染色体和 9-染色体的种间杂交以育成甘蓝型作物，在现在的这次实验中，作者用了各种专门方法进行了油菜和甘蓝之间的种间杂交。

材 料 和 方 法

实验中用了下面几个物种和品种：

白菜型油菜($n=10$):

“田舍数”, “早稻菜”, “矶边-在来”, “三重-在来”, “宫城-在来”

甘蓝($n=9$):

羽衣甘蓝(var. *acephala*)——“仓敷枯”, “Chou moellier”

苜蓝(var. *gongyloides*)——苜蓝

把这些植物都栽培在试验钵中, 上用塑料薄膜遮盖。1963年春, 用蕾期授粉法(bud pollination)进行杂交。对生在第一次分枝花序上的5至8个花蕾, 进行了下面的处理:

(1) 嫁接 两个物种都用“劈接法”(细田等, 1963)相互嫁接, 不切去砧木的生长点。嫁接是在接穗生出3~5片叶, 而砧木生出8~10片叶时进行的。图1示出嫁接植物的几个例子。偶尔也从接穗摘去少数几个叶子。从接穗和砧木长出的花序都被用于杂交。



图1 嫁接植株

a. Chou moellier/矶边-在来的幼龄植株

b. Chou moellier/宫城-在来

c-1. 早稻菜/仓敷枯

c-2. 正在开花的早稻菜/仓敷枯植株

(2) 施用蔗糖-洋菜液 在授粉前, 用小注射器把几滴5%和10%蔗糖液(内加0.6%洋菜)滴在子房基部的周围。

用油菜同甘蓝杂交，在荚成熟后观察杂交种子的能育性。1963年9月11日将种子播种，并检查每一正常成长的植株的花粉母细胞中的染色体数。杂交能育性由每一受粉花的结籽率来表示。染色体数用铁-乙酰-胭脂红法来检查。

结 果

正如表1所示，仅在用油菜为母本时杂交是成功的，从共计534个受粉花得到14粒种子，又从这些种子产生了9个 F_1 杂种。而反应（包括137个花）不曾获得杂种。在上述9个杂种中，有7个来自接穗和砧木的花（总数为99），其杂种能育性为7.1%。另一方面，用5%蔗糖液处理过的139个花只产生了1个杂种，用通常方法授粉的166个花也只产生了1个杂种，两者的杂交能育性分别为0.7%和0.6%。

应用嫁接后再杂交的方法最有效果，尽管杂交能育性因亲本组合不同而高低不一。把“早稻菜”嫁接在“仓敷枯”上再同茼蓝杂交，所得杂种能育性最高，达到38.5%。其次是“宫城在来”（用它为砧木，上用 *Chou moellier* 为接穗）同 *Chou moellier* 之间的杂种，其能育性为14.3%。“宫城在来” $\times$ 茼蓝产生了1个杂种（其杂种能育性为3.2%），这是用5%蔗糖液处理过的。“矶边在来” $\times$ *Chou moellier* 产生了另一杂种（其杂种能育性为5.0%），这是用通常方法进行的杂交。

作者把所获得的杂种都命名为“COK 63”，并按照细田（1961）的编号方法给予各个个体以连续号码。现把上述9个COK 63杂种植物列为表2，并把这些杂种植物的照片汇集为图2。表2示出：5个“早稻菜” $\times$ 茼蓝的杂种有三种不同的染色体

表 1 种间杂交的结果

杂 交 组 合	受粉花数 (A)	荚 数 (B)	$\frac{(B)}{(A)} \times 100\%$	种子数	发芽种子数	获得杂种数 (C)	$\frac{(C)}{(A)} \times 100\%$
嫁	油菜 × 甘蓝						
	早稻菜/仓敷枯* × 荖蓝	13	2	15.4	6	6	38.5
	早稻菜/仓敷枯* × 仓敷枯	14	4	28.6	0	0	0.0
	Chou m./硃边在来 × 荖蓝	17	0	0.0	0	0	0.0
	Chou m./硃边在来 × 仓敷枯	6	0	0.0	0	0	0.0
	Chou m./官本在来 × Chou m.	7	7	100.0	1	1	14.3
	Chou m./官本在来 × 荖蓝	17	9	52.9	1	0	0.0
	田舍数 × 早稻菜/仓敷枯	5	3	60.0	0	0	0.0
	硃边在来 × 早稻菜/仓敷枯	13	1	7.7	0	0	0.0
	硃边在来 × Chou m./硃边在来	7	0	0.0	0	0	0.0
接	共 计	99	26	26.3	8	7	7.1
	田舍数 × Chou m.	41	31	75.6	0	0	0.0
	田舍数 × 荖蓝	23	12	52.2	0	0	0.0
	早稻菜 × Chou m.	22	21	95.5	0	0	0.0
	硃边在来 × Chou m.	10	3	30.0	0	0	0.0
	三重在来 × 荖蓝	31	6	19.4	2	1	3.2
	官城在来 × Chou m.	12	12	100.0	0	0	0.0
	共 计	139	85	61.2	2	1	0.7
	5 % 蔗糖液						

(续表)

杂 交 组 合	受粉花数 (A)	荚 数 (B)	$\frac{(B)}{(A)} \times 100\%$	种子数	发芽种子数	获得杂种数 (C)	$\frac{(C)}{(A)} \times 100\%$
田舍数×Chou m.	25	15	60.0	0	0	0	0.0
田舍数×茭蓝	29	15	51.7	2	0	0	0.0
早稻菜×Chou m.	24	20	83.3	0	0	0	0.0
砒边在来×Chou m.	20	5	25.0	0	0	0	0.0
三重在来×茭蓝	8	0	0.0	0	0	0	0.0
官城在来×Chou m.	24	16	66.7	0	0	0	0.0
共 计	130	71	54.6	2	0	0	0.0
田舍数×Chou m.	25	18	72.0	0	0	0	0.0
田舍数×茭蓝	38	21	55.3	0	0	0	0.0
早稻菜×Chou m.	16	12	75.0	0	0	0	0.0
早稻菜×茭蓝	14	14	100.0	0	0	0	0.0
砒边在来×Chou m.	20	9	45.0	1	1	1	5.0
砒边在来×茭蓝	13	0	0.0	0	0	0	0.0
砒边在来×仓敷枯	12	0	0.0	0	0	0	0.0
三重在来×茭蓝	15	6	40.0	1	0	0	0.0
官城在来×Chou m.	13	11	84.6	0	0	0	0.0
共 计	166	91	54.8	2	1	1	0.6

10 % 蔗 糖 液

对

照

(续表)

嫁 接	甘蓝×油菜 早稻菜/仓敷枯 Chou m.×早稻菜/仓敷枯 仓敷枯×早稻菜/仓敷枯	6 6 16	5 6 12	83.3 100.0 75.0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.0 0.0 0.0
	共 计	28	23	82.1	0	0	0	0.0
5 % 蔗糖液	Chou m.×田舍数 Chou m.×早稻菜 茼蓝×官城在来	16 11 6	14 8 0	87.5 72.7 0.0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.0 0.0 0.0
	共 计	33	22	66.6	0	0	0	0.0
10 % 蔗糖液	Chou m.×田舍数 Chou m.×早稻菜 Chou m.×矶边在来	8 13 7	8 11 6	100.0 84.6 85.7	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.0 0.0 0.0
	共 计	28	25	89.3	1	0	0	0.0
对 照	Chou m.×田舍数 Chou m.×早稻菜 茼蓝×田舍数 茼蓝×早稻菜 茼蓝×三重在来 茼蓝×官城在来 仓敷枯×早稻菜	6 6 6 6 6 5 13	4 6 0 4 0 0 12	66.7 100.0 0.0 66.6 0.0 0.0 92.3	1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
	共 计	48	26	54.2	1	0	0	0.0

* 接穗/砧木,表2同

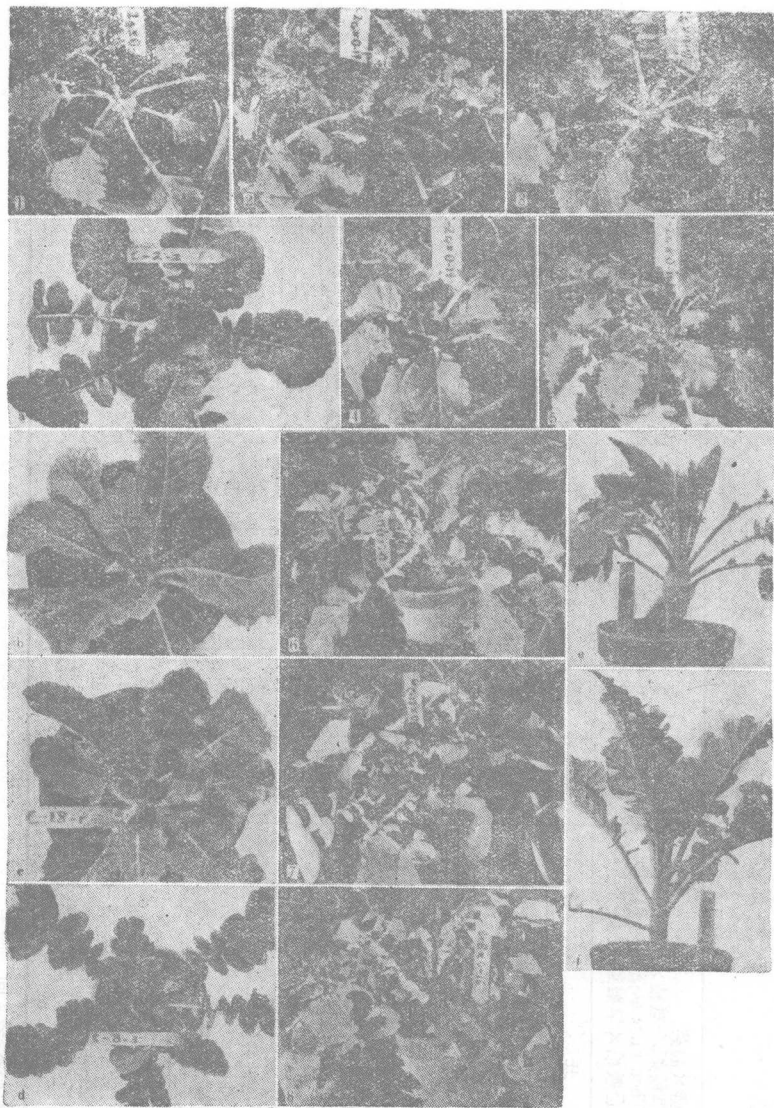


图2 幼龄杂种植株及其亲本

a. 早稻菜, b. 三重-在来, c. 官城-在来, d. 硃边-在来; 油菜

e. 茼蒿, f. Chou moellier; 甘蓝

1. COK63-F₁-1 ($2n=19$) 2. COK63-F₁-2 ($2n=38$) 3. COK63-F₁-3 ($2n=28$)

4. COK63-F₁-4 ($2n=28$) 5. COK63-F₁-5 ($2n=28$) 6. COK63-F₁-6 ($2n=38$)

7. COK63-F₁-7 ($2n=19$) 8. COK63-F₁-8 ($2n=28$)

表 2 种间杂种 COK 63 及其亲本

杂种号码	染色体数 (2n)	母 本	父 本
COK 63 F ₁ -0	?	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -1	19	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -2	38	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -3	28	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -4	28	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -5	28	早稻菜/仓敷枯	苳 蓝
COK 63 F ₁ -6	38	三重-在来, 5% 蔗糖液	苳 蓝
COK 63 F ₁ -7	19	Chou moellier/宫城-在来	Chou moellier
COK 63 F ₁ -8	28	矶边-在来	

二倍数, 即 19, 28 和 38。“三重在来”×苳蓝、“宫城在来”×Chou moellier 和“矶边在来”×Chou moellier 的染色体二倍数分别为 38, 19 和 28。

讨 论

更岛(1964)曾将油菜和甘蓝的种间杂交的结果编成一个沿革表。这张表清楚地说明了作成这种杂交是极端困难的。为了克服这个困难, 一些研究工作者曾经努力寻求一些专门方法来增加杂种的能育性。有的人试用四倍体杂交, 有的人试用双四倍体杂交, 有的人试用混合花粉, 有的人试用胚培养。但是任何尝试都不曾获得引人注意的高的杂种能育性。细田等(1963)曾经应用嫁接或剪除花柱的方法得到多数杂种能育性相当高的种子。Tatebe (1938, 1939) 也曾报道过剪除花柱对消除萝卜属的

自交不亲和性的效果。上文也已说过,作者从 $2n$ -油菜和 $2n$ -甘蓝之间的杂交获得了 9 个杂种。9 个之中有 7 个是用嫁接法获得的,其中又有 6 个是从“早稻菜”/“仓敷枯” $\times$ 苤蓝的杂交获得的。其余的 2 个里,1 个是经过 5% 蔗糖液处理的,另一个是用普通的杂交方法进行的。值得注意的是:9 个杂种中的 7 个来自以同一品种——苤蓝——为父本的杂交。

作者用嫁接的油菜(接穗或砧木)和正常的甘蓝所作的种间杂交取得了成功。在此之前,细田等(1963)也曾用嫁接的油菜(砧木)和正常的甘蓝杂交以及用正常的油菜和嫁接的甘蓝(接穗)杂交获得了许多杂种。在这些情况下,所有的杂种种子都是由每一次杂交中的一个单独的荚或单独的花序所产生的。一般都认为在砧木和接穗之间存在着代谢中的各种数量的或质量的相互作用,并且认为砧木和接穗有着一些不同的愈合方式,例如:形成层的完全愈合、形成层的部分愈合、接穗根部的机械的愈合、复杂的结合形式等等。葛西等(1956)曾经证明:吸收到甘薯的导管中的养分仅被转移到与导管接触着的组织中。因此可以说:砧木和接穗之间的愈合形式是和部分的杂种能育性的出现有些关联的,而且由于嫁接而处于有利条件下的那些花序是可能产生杂种种子的。

虽还不能说明这种嫁接的影响是由嫁接所引起的生理因素或者说,是由无性接近即米邱林所说的“蒙导法”所引起的生理因素诱导而成的,但可断言,这种对种间杂交能育性的影响是确实存在的。

Linskens (1955) 等人报道过:有些糖类对于花粉管侵入雌蕊是有关联的。作者现在也从用 5% 蔗糖液处理子房的杂交获得了一个杂种。可是,在这种杂交和用通常方法进行的杂交之间,在杂交能育性方面并无差异。作者另从用通常方法进行的

杂交中获得了一株杂种植株。这一植株的杂种能育性比其他育种工作者所报道的都要高。这正如许多前人所已提出过的那样,大概是由于进行杂交时温度低的缘故。Röbbelen (1960) 说过:繁茂的植株或花蕾,其花粉管生长所受到的抑制,比繁茂程度较差的植株或花蕾要轻微些。因此,为了达到现在这次实验的目的,使用盆栽的健康而不太繁茂的植株,要比用生长在大田中的更为适宜。

水岛、细田等人都曾同样地提出:杂交能育性因所用亲本植物不同而异。现在的实验也清楚地指出:相似物种的杂交,其能育性因品种组合和亲本组合不同而异。根据本次实验和前人的报道,可以这样说:苤蓝同油菜品种的杂交比同其他苤蓝品种的杂交具有大得多的亲和性。

为了通过油菜同甘蓝的杂交以得到所需术的甘蓝型品种,就必需提高每一杂交组合的杂交能育性。为了达到后一目的,作者认为,合并使用嫁接法和用四倍体植物进行的胚培养法,是最有效的。

摘 要

为要创造油菜新品种,应用了嫁接法或其他专门方法,在白菜型油菜(*B. campestris* ssp. *oleifera*) 和苤蓝(*B. oleracea* var. *gongyloids*)或羽衣甘蓝(var. *acephala*)之间进行种间杂交。

从用嫁接法进行的杂交中获得了7个杂种,其平均杂交能育性是7.1%。另外获得2个杂种,其中一个是从用蔗糖液处理子房后杂交获得的,另一个是用通常方法进行的杂交获得的。前者的能育性是0.7%,后者的是0.6%。