

油菜的形态与生理



26
2

江苏科学技术出版社

油菜的形态与生理

傅寿仲 贺观钦 编著
朱耕如 王祖福

江苏科学出版社

油菜的形态与生理

傅寿仲 贺观钦 编著
朱耕如 王祖福

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏人民出版社

印刷：南通县印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 字数170,000字

1983年9月第1版 1983年9月第1次印刷

印数1—5,500册

书号 16196·134 定价 0.68元

责任编辑：张海君

编 者 的 话

《油菜的形态与生理》是我们在多年工作实践的基础上，综合近三十年来国内外油菜科研与生产的主要成果编著而成的。

全书的九个部分是一个有机的整体。首先，从生育过程入手，给读者对油菜的生长发育有个比较完整的、系统的概念。然后，由表及里，阐述油菜营养器官和生殖器官的形态建成、营养生理、水分代谢、光合作用、抗性等基本代谢过程和对外界不良因素的抵抗能力。进而通过看苗诊断一章将形态、生理的变化与高产栽培紧密地联系起来。最后在“产量形成”一章中，对全书的主要内容作了归纳，强调了产量形成的营养生长基础、协调生长以及“源”与“库”等问题，并提出了高产的技术途径。

本书还对油菜研究中的一些新问题，如生态型的划分，花芽分化的分期，光合器官的更替，物质积累与再分配，需水与用水，抗性生理，群体叶色变化，株相分析等提出探讨性的见解。旨在引起读者的关注与兴趣，共同将油菜形态、生理以及高产栽培等方面的研究引向深入。

为了写好这本书，我们从工作实践中提出论点，吸取国内外同行们的研究成果和学术观点加以分析整理，有的问题还

回到我们各自的试验研究中验证之后编入书中。尽管我们作了一番努力,但由于资料不足,水平有限,再加作者的行文风格各有不同,难免有缺点和错误之处,欢迎读者批评指正。

本书由傅寿仲、贺观钦、朱耕如、王祖福四人共同编写,最后由傅寿仲同志定稿。

1982年10月

目 录

一、生育过程	2
(一)阶段发育	2
1. 冬性型	3
2. 春性型	3
3. 半冬性型	3
(二)生育期	5
1. 生育时期的划分	6
2. 生育期变化的影响因素	7
3. 积温与生长	14
(三)生态型	18
1. 甘蓝型油菜生态型的初步划分	18
2. 甘蓝型油菜不同生态型的特性	19
二、营养器官	28
(一)种子发芽和出苗	28
1. 种子形态与构造	28
2. 种子生活力	30
3. 发芽出苗	35
4. 幼茎生长	37
(二)根的生长	39
1. 形态与构造	39
2. 根系分布与伸展	41
(三)茎和分枝	44
1. 根颈	44
2. 茎	45
3. 分枝的生长	50

(四)叶的生长	56
1.叶片形状	56
2.主茎叶片数目	58
3.叶片出生速度、大小和寿命	61
4.叶片养分输送的区域性	63
5.叶片的颜色	65
三、生殖器官	67
(一)花芽分化	67
1.花蕾分化过程	67
2.主花序分化过程	73
3.各花序分化的顺序	73
4.花芽开始分化的时期	77
5.花芽分化速度	79
(二)开花、授粉与受精	81
1.开花	81
2.授粉	83
3.受精	83
4.花粉与雌蕊日龄对受精的影响	86
5.雌蕊受精能力的变化与形态、组织化学变化的关系	87
(三)角果与种子发育	89
1.角果形态	89
2.角果构造	92
3.角果生长	93
4.胚珠的形成与数目	95
5.胚胎发育	95
6.影响胚胎发育的条件	96
7.油菜的结角率	97
8.油菜的结籽率	101
9.角果和种子的物质积累	102
10.影响种子粒重和含油量的因素	105
(四)菜籽油的脂肪酸组成	108

1. 菜籽油中脂肪酸的种类和含量	108
2. 脂肪酸在油菜体内的转化	110
3. 脂肪酸的形成与环境条件	114
四、营养生理	116
(一) 氮素营养	118
1. 油菜体内氮素的积累与分布	118
2. 油菜各器官氮素营养的特性	121
3. 油菜各器官氮素营养动态	122
4. 油菜不同叶层的氮素动态	124
5. 氮素营养对油菜品质的影响	126
6. 不同类型油菜品种对氮素的吸收与利用	128
7. 氮素平衡问题	129
(二) 磷素营养	133
1. 油菜对磷素的吸收与运转	133
2. 磷素对油菜生长发育的影响	135
3. 油菜对磷素的需要量	136
4. 油菜对难溶性磷的吸收能力	137
5. 适宜的施磷时期	139
(三) 钾素营养	140
1. 钾的生理作用	140
2. 油菜体内钾的形态与分布	142
3. 油菜对钾素的需要量	143
4. 缺钾症状	144
(四) 氮、磷、钾营养元素的综合作用	145
(五) 油菜对硼的特殊需要	146
1. 油菜体内硼的含量及积累	147
2. 硼素对油菜的生理作用	148
3. 油菜硼素缺乏症的典型症状	149
4. 发生硼素缺乏症的条件	151
5. 防治缺硼症的对策及效果	153
(六) 硫素营养	155

1. 硫的生理作用	155
2. 增施硫肥的效应	155
(七) 钙、镁营养	158
(八) 其他微量元素	158
五、水分生理	160
(一) 油菜对水分的吸收与利用	160
1. 需水量	160
2. 油菜各生育时期对水分的需要	163
3. 油菜主产区的气候条件与灌溉技术	168
4. 经济用水	170
(二) 降水与油菜产量	170
1. 全生育期的降水量与产量的关系	170
2. 各生育阶段的降水量与产量的关系	175
六、光合作用	177
(一) 光合面积	177
(二) 光合能力	182
(三) 光合产物的积累与运转	187
1. 不同生育阶段光合产物的积累	187
2. 各器官糖类、干物质的积累与分布	190
3. 不同生育阶段光合产物的形态与含量	192
4. 营养器官光合产物的再度利用	196
5. 光合产物运输与分配的区域性	197
七、抗性生理	203
(一) 耐湿性和耐旱性	203
(二) 耐盐性	207
(三) 耐寒性	208
1. 油菜的冻害、寒害与雪害	209
2. 油菜耐冻性的鉴定	211
(四) 抗病性	212
(五) 抗虫性	214

八、看苗诊断	215
(一)长势长相的含义	215
(二)长势长相的生理实质	216
(三)油菜各主要生育阶段的长相与诊断	220
1. 秧田期	220
2. 越冬期	222
3. 薹薹期	224
4. 花角期	225
(四)株相分析	226
九、产量形成	232
(一)产量形成的营养基础	233
(二)产量形成的协调生长	236
(三)产量形成的“源”与“库”	238

油菜在植物学分类上不是单一的种,是由十字花科(*Cruciferae*)芸薹属(*Brassica*)的许多个种组成。根据油菜的起源进化,以及形态学与细胞学的相互关系,油菜有三个基本种,即黑芥(*B. nigra* Koch. $n=8$),甘蓝(*B. oleracea* L. $n=9$),白菜(*B. campestris* L. 或 *B. chinensis* L. $n=10$);三个复合种,即阿比西尼亚芥(*B. carinata* Braun. $n=17$),芥菜(*B. juncea* Hemsl. 或 *B. cernua* Coss. $n=18$),甘蓝类型油菜(*B. napus* L. 或 *B. napella* Chaix. $n=19$)。经过长期的自然选择与人工选择,白菜、芥菜和甘蓝类型油菜,成为广泛利用于生产的栽培种。

油菜分布于南纬 40° 至北纬 60° 的广大地区,是一个正在日益发展的作物。全世界种植面积将近2亿亩,仅次于花生、向日葵,居油料作物的第三位。我国油菜栽培历史悠久,是世界油菜品种资源最丰富的国家。近年来,油菜种植面积达5,500万亩,占世界油菜总面积的四分之一,居于第一位。油菜生产的发展,对植物油脂的供销状况,具有举足轻重的作用。

油菜为一年生或越年生草本植物。分枝性强,花序具有无限生长习性,雌蕊属多胚珠型。光合器官除叶片、茎皮外,角果皮的表面积大,也有很强的光合能力。因此,油菜的增产潜力是大的。

它的产品——菜籽,经过压榨,除了提供高能量的油脂外,饼粕还是极好的蛋白质资源。六十年代以来,世界油菜育种向着改善菜油的脂肪酸组成,和降低饼粕中硫代葡萄糖甙的方向发展,开拓了菜籽综合加工利用的新途径。

一、生 育 过 程

油菜从种子萌发,经过出苗、现蕾、抽薹、开花,直到种子成熟为全生育过程。种植冬油菜的两广、福建、江西、浙江、上海、江苏、安徽、陕西、河南、湖南、湖北、四川、贵州、云南等省市,一般在9月至11月播种,翌年3月至6月收获,全生育过程较长,大多在140~250天之间。种植春油菜的内蒙、新疆、甘肃、青海、宁夏、西藏等省区,一般在4~5月播种,当年7~8月收获,全生育过程较短,大多在80~130天之间。

油菜生育过程的长短及其变化,实质上是油菜阶段发育特性和所处地区生态条件综合影响的结果。

(一) 阶 段 发 育

油菜的整个发育过程是由许多在质上不同的发育阶段组成的。目前已经明确的有两个阶段,即感温阶段与感光阶段。每一个阶段的通过都意味着一定质的变化。只有通过感温阶段,才能进入感光阶段,只有通过感光阶段,才能正常地现蕾、抽薹、开花、结实。

中国农科院油料作物研究所关于胜利油菜周年播种试验结果表明:在夏季6月12日播种的,由于不具备低温条件,当年不能现蕾开花,要经过冬季低温以后,到第二年才能正常现蕾开花。四川省万县地区农科所对胜利油菜阶段发育的观察也表明:在3月25日以后播种的,由于低温条件没有得到满足,

不能在当年抽薹开花。苏联的强冬性甘蓝型油菜品种，在得不到低温的条件下，可以连续生长3~4年，而不抽薹开花。以上资料说明油菜的感温阶段是比较明确的，要求的低温条件也是严格的，但品种间有很大的差异。

油菜通过感温阶段，除了受内外因素的综合影响以外，主导因素是温度。我国不同类型和不同品种的油菜，通过感温阶段对温度的要求有一定的差异，大致上可分为下列三种类型：

1. 冬性型

一般为晚熟或中晚熟品种。如长江下游和华北地区的白菜型、芥菜型冬油菜地方品种兴化油菜、耙齿蔓，从欧洲、日本等地引进的甘蓝型冬油菜品种胜利油菜、普里莫尔等。它们对低温的要求比较严格，大约在0~10℃的低温条件下，需10~30天以上的时间才能通过感温阶段。

2. 春性型

一般为极早熟、早熟及部分早中熟品种。如西北地区的春油菜，西南地区的白菜型、芥菜型油菜地方品种小日期、毛蹄尾等，从欧洲和加拿大等地引进的夏油菜品种奥罗、托尔等。它们在5~15℃的温度条件下，经过15天左右就能通过感温阶段。这一类型的品种，在春季播种，一般都能正常开花结实。在秋季播种，当年冬季经常发生早薹早花现象。

3. 半冬性型

一般为早中熟、中熟及部分中晚熟品种。如宁油5号、宁油7号、沪油23号、大花球等。它们通过感温阶段对低温的要

求不太严格,介于冬性型和春性型之间。

日本户莉等试验指出:油菜同麦类一样对温度有一定的敏感性。他们将油菜对低温的敏感程度称为春播性。春播性的程度分为0, I, II, III, IV, V, VI等7级。随着级别的递增,对低温的敏感性下降,成熟期也愈早。

油菜属长日照作物,增加日照时数,能提早现蕾开花,减少日照时数,则会延迟现蕾开花。但是,它对光照的要求不象对温度的要求那样严格。所以,油菜既能在北极圈24小时的光照下,也能在巴基斯坦仅10小时的冬季短日照下完成个体发育。德意志民主共和国对冬油菜和夏油菜的分期播种试验结果表明:花芽在长日照或短日照条件下都能形成,但日照时数增加,能提早成熟,日照时数减少;种子产量和含油量则急剧降低。另一些研究认为,凡是对低温反应敏感,要求严格的品种,一般对光照的要求也较严格,较长的光照条件,有利于通过发育阶段,开花结实。反之,春性强的品种,一般对光照的敏感性也较弱。

油菜的阶段发育与叶组的形成、花芽分化、苗期长相、抗寒能力等都有明显的关系。

目前已经明确,油菜感温阶段是在长柄叶形成期通过的。在这之后油菜才能抽生短柄叶和无柄叶,进行花芽分化。据湖南农学院报道,在长沙冬播晚熟的胜利油菜,能够正常开花结角,但在云南昆明夏播时,当年长柄叶长到29片时,仍然不见短柄叶抽出,不能正常现蕾抽薹。

油菜花芽分化与日照的长短无关,但花芽分化之后的抽薹和花芽的进一步发育,则受光照的制约。长日照可以加强生殖生长,促进抽薹与花芽的进一步分化。反之,在短日照条件下,则会延缓抽薹与花芽的进一步分化。

油菜阶段发育特性不同,外部长相、内部生理特性也有不同。一般冬性强的品种,苗期株型匍匐,叶色深,细胞汁液浓度高,抗寒性强,而春性强的品种则相反,苗期叶片直立,叶色淡,细胞汁液浓度低,抗寒性弱。

阶段发育与抗寒性的关系十分密切。在苗期,外界气温逐渐下降,油菜处于通过感温阶段的过程中,抗寒能力较强,而通过感光阶段以后,则抗寒能力下降。例如,胜利油菜、宁油1号、垛油1号在江苏省种植,一般于12月下旬开始花芽分化,进入越冬期后(苏南1月份平均温度为 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,苏北为 $-1\sim -2^{\circ}\text{C}$),主花序花芽分化缓慢,多处于花萼原基分化或雌雄蕊原基分化阶段,生长点仍被层层心叶包住,具有较强的抗寒性。但品种之间的抗寒能力各不相同。冬季温度低的地区,白菜型或芥菜型的地方良种,由于经过长期自然选择与人工选择,普遍表现耐寒,在入冬前植株体内可溶性糖含量显著高于甘蓝型品种。据江苏省农科院测定,越冬期(1月9日)叶片可溶性糖含量,胜利油菜为22.6%,322(从西南引进的甘蓝型早熟品种)为19.65%,泰县油菜为26.33%,苏州藏菜为28.44%。

又如江苏省从西南地区引进的泸州5号、6503等甘蓝型早熟品种,作为冬油菜栽培,由于春性较强,越冬前主花序的花芽分化已经全部完成,生长点暴露在心叶之外,丧失了抗寒能力,遇到冬季低温,叶片大量冻伤,主茎冻死,开春后才再抽生中下部分枝,造成花期拉长,晚熟低产。

(二) 生 育 期

油菜品种在当地气候、土壤和栽培条件下,完成个体发育所经历的天数为生育期(即从出苗起至成熟为止所经历的天

数)。一般以适期播种的生育期为标准。

1. 生育时期的划分

油菜的全生育期就产量构成因素、形态生理特点以及和外界环境条件的相互关系而言,大致可以分为四个时期,即苗期、薹期、开花期和角果成熟期。

苗期是指子叶展开到现蕾前这一生育时期。其特征是叶片丛生或匍匐,主茎不伸长,或者伸长不显著。冬油菜的苗期很长,约占全生育期的五分之三,而春油菜则较短,约占全生育期的五分之二。根据冬油菜育苗移栽的生育过程,苗期又可分为秧田期和大田期。移栽后气温高于 3°C 的时期为冬前有效生长期。气温下降至 3°C 以下至翌年气温回升至 3°C 以上的时期为越冬期。长江下游及长江以北地区的油菜,有明显的越冬期,因此油菜苗期长于其他地区。

薹期是指现蕾到薹茎基本定型这一生育时期。一般为40~50天左右,是油菜一生中生长最快的时期。在油菜的主茎顶端,拨开2~3片新叶,可以看到绿色的花蕾,称为现蕾。当全田75%以上的植株出现花蕾时,称为现蕾期;当全田75%以上植株的主茎开始伸长,而且主茎顶端距离子叶节10厘米时,称为抽薹期。春性品种现蕾、抽薹早,薹期长;冬性品种现蕾、抽薹迟,薹期短;半冬性品种介于二者之间。早熟品种过早播种,遇暖冬年会形成早薹早花,如遭受冻害,不能正常结实。

开花期是指初花到终花这一生育时期,一般为20~30天。当全田有25%植株开始开花时,称初花期;当全田有75%以上的花序停止开花时,称终花期。花期长短因品种、气温和栽培措施有显著的差异,一般早熟品种开花期早,开花温度范围偏低,开花持续时间长;晚熟品种开花期迟,开花温度范围偏高,

开花集中,花期短。肥料充足,生长旺盛,开花较迟,花期较长;肥料不足,生长瘦弱,开花较早,花期较短。

角果成熟期是指终花到种子成熟这一生育时期,一般为30~35天。当全田有75%以上植株的角果开始变色转黄,而且主花序中部以上角果的种子呈该品种成熟时的固有色泽时,即为成熟期。

2. 生育期变化的影响因素

一般认为品种特性是影响油菜生育期的内因,凡冬性强的晚熟品种生育期较长,而春性强的早熟品种生育期较短。地理位置、栽培条件等是影响油菜生育期的外因。

(1)品种类型与生育期的关系 我国油菜因品种类型以及所处地理位置和栽培季节的不同,全生育期的长短有显著的差异。据目前掌握的资料,生育期最短的是西藏亚东县的白菜型品种帕里和西藏墨竹工卡县的白菜型品种汤洛红,全生育期只有74天。最长的是山西省的汾阳油菜、上党油菜、晋城油菜、榆次油菜等白菜型品种,全生育期可达280天。表1-1是我国西南及华中地区,根据不同品种全生期的长短及成熟早晚所作的大致划分。在华东地区目前还没有极早熟品种,其余各熟期的品种均比此表的生育日数长20~30天,且愈向北,生育期愈长。油菜的熟性,也可以成熟期为标准划分。例如,在江苏省甘蓝型油菜品种可划分为下列熟性:早熟品种5月25日以前成熟;中熟品种5月底成熟;晚熟品种6月上旬成熟。

(2)播种期与生育期的关系 一个地区某一个品种的生育期有一定的变化规律。分期播种试验指出(表1-2),如播种期延迟,生育期则相应地缩短。