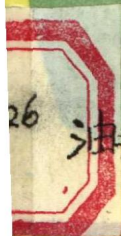


农作物生理知识丛书

油菜应用生理



河南科学技术出版社

农作物生理知识丛书

吴 丁 韩锦峰主编

油菜应用生理

张嘉宝 李保庆 李明文编著

河南科学技术出版社

内容提要

本书的主要内容为：油菜的种子结构、成分和发芽出苗规律；油菜根系的吸水、需水规律与合理灌溉；油菜的矿质营养与合理施肥；油菜的光合作用；油菜的呼吸作用；油菜的营养生长；油菜的生殖生理等。

农作物生理知识丛书

吴 丁 韩锦峰主编

油菜应用生理

张嘉宝 李保庆 李明文编著

责任编辑 曹力献

河南科学技术出版社出版

河南郑州解东印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 5.125 印张 98千字

1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷

印数：1 — 3,860 册

统一书号16245·132 定价0.75元

《丛书》前言

自党的十一届三中全会以来，由于党在农村各项政策的贯彻落实，特别是实行生产责任制后，极大地调动了广大农民的生产积极性，出现了千家万户学科学、用科学、实行科学种田的大好局面。为了适应这一形势发展的需要，省植物生理学会特组织有关植物生理和作物栽培工作者一起，编写了这套《农作物生理知识丛书》，旨在从作物生理的基本理论上提高农村基层干部、农民技术员、回乡知识青年和有文化的农民的农业科学技术水平，发展农业生产，使农业科学理论更好地为农业现代化服务。

《丛书》的编写是以我省主要农作物（共为十二种）为对象，着重用植物生理学的基本原理，紧扣各作物从种到收全过程的生长发育特点，阐明其增产关键措施的理论依据，以及如何适应情况的变化而具体的运用。与生产关系不甚密切的内容，一般只作简要叙述，或略而不提。各本书还根据其作物特点，介绍了一些简单的植物生理实验方法，以促进农村科学实验的开展。在理论阐述上，力求做到深入浅出；在文字上则要求达到通俗易懂，文图并茂，生动形象。

为了编写好本《丛书》，在学会的领导下由吴丁、韩锦峰、郭省三、袁剑平等同志组成编辑委员会，以加强《丛书》的组织领导和编审工作。《丛书》在组编过程中，曾得到河南省农林科学院、河南农学院、河南师范大学、新乡师范学院、中国农科院棉花研究所等单位的大力支持，特此致以谢意。

由于水平所限，书中错误和不妥之处，敬希读者多予批评指正，以便及时修订补正。

河南省植物生理学会

1982年8月

引 言

油菜是一种适应性强、经济价值较高的油料作物，在全国范围内终年都能生产。每年初夏，南方以长江流域为中心的冬油菜产区忙于收割冬油菜；北方以黄河流域上游为中心的春油菜产区则忙于播种春油菜。这样在全国范围内就形成了春播秋收、秋种夏收的油菜生产盛况。

菜籽油富含脂肪酸和多种维生素，是我国人民的主要食用油和重要的工业原料。菜籽饼中氮、磷、钾三要素俱全，是良好的有机肥料。随着油菜品质育种工作的深入发展，油菜品质将会进一步得到改善。油菜的角壳、茎秆内含粗蛋白和粗脂肪，如加工成糠，可作饲料，为牲畜所食用。油菜的根系发达，分泌有机物质多，能改良土壤结构，提高土壤养分的有效性。因此，因地制宜地发展油菜生产，不但可以获得油品，促进畜牧业发展，而且对改革耕作制度，促进粮棉和其它经济作物的发展也有着重要意义。

为了发展油菜生产，不断提高单位面积产量，在生产中争取主动，就必须了解油菜生命活动规律及其与环境条件的相互关系，即油菜的生理知识。油菜从子房内胚珠受精、合子形成起就是新一代的开始。但生产上通常把油菜种子萌发

到新种子的成熟称为油菜的一生，本书就按油菜一生的生长发育顺序编写。

目 录

引言

第一章 油菜的种子生理	(1)
第一节 油菜种子结构和化学成分.....	(1)
第二节 种子的发芽和出苗.....	(5)
第二章 水分生理与合理灌溉	(11)
第一节 水分的生理作用.....	(11)
第二节 油菜根系吸水与需水规律.....	(14)
第三章 油菜的矿质营养	(25)
第一节 油菜必需的矿质元素及其生理作用.....	(25)
第二节 油菜对矿质元素的吸收和运转.....	(30)
第三节 油菜的合理施肥.....	(38)
第四章 油菜的光合作用	(46)
第一节 油菜的光合机构.....	(46)
第二节 油菜光合作用的机理.....	(49)
第三节 油菜的光呼吸.....	(53)
第四节 影响油菜光合作用的因素.....	(55)
第五节 油菜群体的光合作用.....	(61)
第五章 油菜的呼吸作用	(76)

第一节	呼吸作用的生理意义·····	(77)
第二节	油菜的呼吸代谢途径·····	(78)
第三节	影响油菜呼吸作用的因素·····	(83)
第六章	油菜的营养生长·····	(86)
第一节	营养器官及其生长·····	(87)
第二节	油菜的壮苗生理·····	(115)
第三节	油菜的越冬生理·····	(121)
第七章	油菜的生殖生理·····	(127)
第一节	油菜的光温效应·····	(127)
第二节	油菜的花芽分化·····	(131)
附录:	油菜应用生理实验方法·····	(147)

第一章 油菜的种子生理

第一节 油菜种子结构和化学成分

一、种子的形态与结构

油菜种子是由胚珠受精后发育而成的。种子一般呈球形或近似球形，也有的呈卵圆形或不规则的棱形。种子的色泽，白菜型和芥菜型变化较大，有黄色、褐色、红褐色和暗红色等。甘蓝型种子一般为黑色。千粒重因类型和品种不同差异很大。一般芥菜型品种1—2克，白菜型品种2—3克，甘蓝型品种3—4克。

油菜籽是属于双子叶植物无胚乳种子，成熟的种子由种皮、胚乳遗迹和胚三部分组成。种皮由珠被发育而成，较为坚硬并具各种色泽。菜籽在水中浸泡之后，剥去种皮，即可见到黄白色的胚。胚乳中的养分在发育过程中为胚所吸收利用，最后剩下一层遗迹包围于胚的周围。胚为种子的主要部分，包括胚根、胚茎、胚芽和两片肥大的子叶，均为薄壁组织细胞组成。胚芽上有两个叶原基（出苗后长出第一、二两片真叶）和一个茎生长点。胚根在种子萌发后长成主根。种子的大部分为子叶所充满，两片子叶弯曲纵面褶皱，紧抱幼

胚(图1—1)。子叶内部细胞富含颗粒状油滴。种子充实的状况与出苗好坏、幼苗的壮弱及菜籽的出油率有很大关系。栽培上选用主轴留种和保证后期正常灌浆成熟就是这个道理。

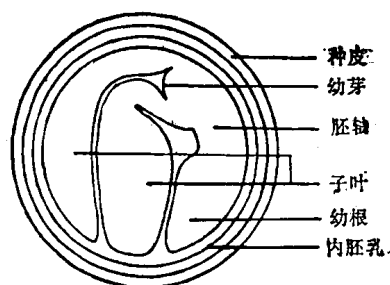


图 1—1 油菜种子剖面示意图

二、种子的化学成分

油菜种子化学组成主要有脂肪(占30—45%)、蛋白质(占15—20%)、糖类(占17—24%)、水分(占6.5—14%)、矿物质(占3—4.5%)和毒甙等。其中脂肪和蛋白质之和高达60%以上,是人类食用油及植物蛋白质的重要来源之一。但目前一般品种脂肪中芥酸含量高,种子榨油后的饼粕中含毒甙较多,影响食用油的营养价值和饼粕的综合利用,是当前育种上急待改进的品质性状。

(一)种子的含油量 油菜是种子含油量较丰富的油料作物,但由于类型和品种繁多,品种间含油量差异很大。据全国858个油菜品种测定,最高(西藏的“隆子”)含油量为51.60%,最低含油量(新疆的“昭苏野油菜”)仅为21.81%。油菜的不同类型和同一品种在不同的纬度、不同的海拔高度种植以及不同的色泽等,含油量均有所不同。在上述测定中,甘蓝型油菜含油量最高,平均为41.7%;白菜型其次,平均为39.73%;芥菜型最低,平均为39.12%。一般

说来，同一品种种子含油量随着纬度的降低和海拔高度的减少而减少。如高纬度加拿大的“斯斑”、“米达期”品种，在原产地含油量分别为49.43%、45.16%，在武昌种植后，含油量分别下降到39.28%、42.37%，我国云贵高原和青海高原的“云油6号”、“黔油23号”、“青油6号”品种，在原产地含油量分别为45.78%、40.20%和46.92%，而在武汉种植后下降为40.67%、37.61%和39.43%。这主要是高纬度、高海拔地区昼夜温差大，有利于脂肪的积累所致。种子的色泽对含油量的影响，一般说来是同类型不同品种间色泽越浅含油量越高，以黄籽种子含油率最高。

（二）菜籽油的脂肪酸组成 脂肪是生物化学名称，工业化学称脂肪为油脂，有机化学名称为甘油三酸酯。菜籽油由甘油和棕榈酸、芥酸等脂肪酸组成。一般脂肪酸占整个甘油三酸酯的94—96%，甘油基的重量仅占4—6%。我国油菜品种的脂肪酸含量平均为：棕榈酸2.57%、油酸15.79%、亚油酸14.57%、亚麻酸9.18%、二十碳烯酸9.41%、芥酸48.37%。菜油中各种脂肪酸的含量有一定的相互关系，其中芥酸的含量与油酸、亚油酸呈负相关，与花生油酸呈正相关。据测定，奥罗的芥酸含量为0.8%，而油酸高达67.3%，花生油酸只有1.2%；甘油一号的芥酸含量为54.6%，而油酸只有19.0%，花生油酸则为11.1%。一般菜籽油含有大量芥酸，它的凝固点高，有些在4℃时即行硬化，又不易被消化吸收，营养价值低。在菜油中不饱和脂肪酸含量高，在接触空气、光和热等因素时，会迅速氧化，发生一系列化学反

应,使食味变劣,不适宜作食品工业和烹调用油。因此,要求通过育种工作,去掉或降低芥酸和亚麻酸的含量,提高亚油酸的含量,以适应食用的要求。另一方面高芥酸菜籽油对动物,特别是人作为食用油时是否会发生什么危害以及怎样危害,目前尚不完全清楚。一些试验结果表明,鼠、兔、猪、雏鸡等动物,用含20—50%的芥酸菜籽油作饲料时,会抑制动物的生长,脂肪会蓄积在心肌条纹中,影响心肌功能等。当用芥酸含量0—8%菜油饲养动物时,不发生病变。当饲料中的饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸达到一定比例时,对动物也不发生危害。据观察,人食用普通高芥酸菜籽油一定时间后,血液中的甘油三酸酯有不同程度的升高,血小板有降低现象,当恢复混合脂肪后,又回到正常水平。总之,人的食用脂肪是多种来源的,食用一部分普通高芥酸菜油,当前并未发现对人的身体健康有影响。为了改进菜油品质,提高利用价值,我国科研单位已作了大量工作,并已选育出一批无芥酸和低芥酸新品系、品种,很快将用于大面积生产。

(三)硫代葡萄糖甙 硫代葡萄糖甙是一种含硫甙类物质(甙是由糖分子中半缩醛羟基和非糖化合物分子中的羟基或酚基失水缩合而成的缩醛衍生物),其中重要的有3—丁烯基硫代葡萄糖甙、4—戊烯基硫代葡萄糖甙和2—羟基—3—丁烯基硫代葡萄糖甙三种。甘蓝型油菜中以2—羟基—3—丁烯基硫代葡萄糖甙为主。在正常情况下,硫代葡萄糖甙和芥子酶共存于同一种子的不同细胞中,不互相接触,因此不产生有毒物质。当种子榨油时,细胞壁破坏,甙与酶类接

触，在有水存在的条件下，就分解为有毒物质，其中主要产生异硫氰酸盐、恶唑烷硫铜和腈等有毒物质。这些有毒物质，能阻碍甲状腺素的合成，而且产生甲状腺激进素，导致甲状腺肥大和增生过盛。高浓度的异硫氰酸脂对皮肤和粘膜及消化道的表面有破坏作用。腈还能造成肝和肾的肿大和显微结构的破坏。故用普通菜籽饼作饲料，会对禽兽发生毒害。尽管对饼粕进行热处理使芥子酶失去活性，使之不能分解硫代葡萄糖甙，产生毒素，但因增加了开支，很少应用。所以从六十年代起一些主要种植油菜的国家开展了低硫代葡萄糖甙品质育种工作，我国目前也已选育出双低（低芥酸、低硫代葡萄糖甙）和双无品系、品种，将在近几年内用于生产。

第二节 种子的发芽和出苗

一、种子的发芽力和萌发过程

油菜种子一般无休眠期，正常成熟的种子遇到适宜的条件即可发芽。种子是活的有机体，它不断进行着呼吸作用，吸收氧气，消耗有机养分；同时放出能量、二氧化碳和水等。而油菜籽是富含脂肪种子，特别要注意干燥低温保存。据试验，种子含水量达14.6%时，第一年播种发芽率只有45%左右；而用石灰罐干燥保存的种子，到第五年的发芽率仍有80%以上。一般应选择正常成熟、水分控制在10%以

下，并在低温条件下保存的新鲜种子作生产用种。这样的种子可保证发芽率在90%以上，发芽势在20%以上。提高种子质量，对保证全苗和培育壮苗有重要作用。

具有生活力的油菜种子在条件适宜时即可萌发，一般经过以下四个阶段：

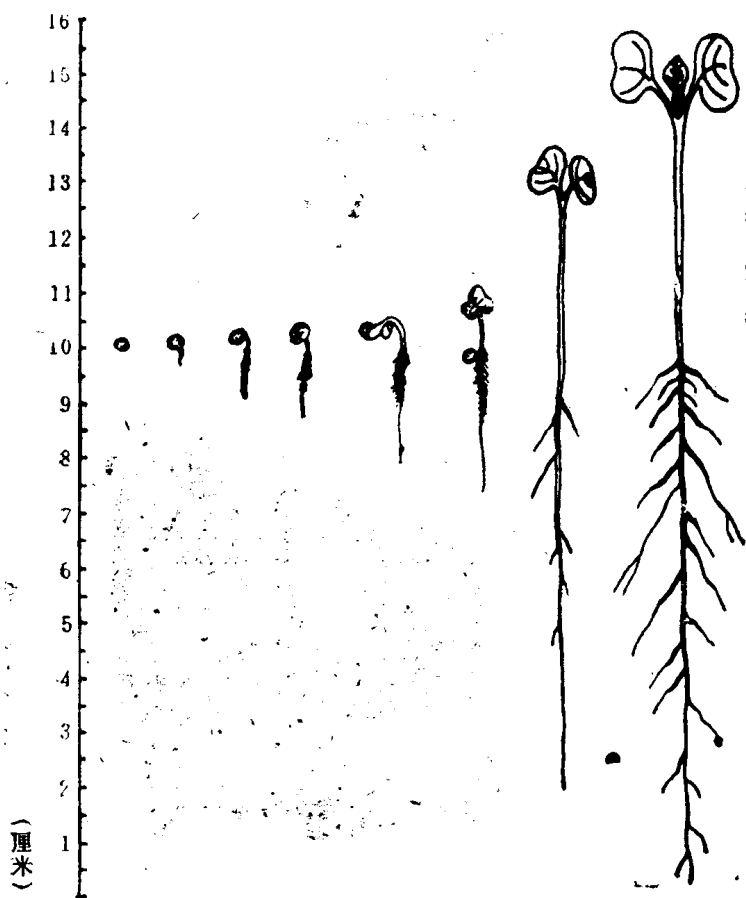


图 1—2 油菜种子发芽出苗过程

(一)吸涨阶段 种子发芽时，首先吸收水分，一般吸水达种子本身干重的60%以上，体积膨胀增大一倍左右。

(二)出芽阶段 种子吸收足够水分后，胚根开始伸长，突破种皮，现出白色根尖。

(三)幼根活动阶段 幼根深入表土2厘米时，根尖根毛区生出很多白色根毛。

(四)子叶展开阶段 当幼根长出根毛后，胚茎向上伸长，略呈弯曲，待种皮脱落后，幼茎开始直立地面；同时两片子叶逐渐展平，颜色由淡黄转绿，开始光合作用，直至叶和侧根出现后，即进入苗期（图1—2）。

二、外界条件对种子发芽过程的影响

油菜种子发芽需要充足的水分、空气和适宜的温度。

(一)水分 种子萌发首先吸收水分，只有吸收了充足的水分，才能增强原生质和酶的生理活性，保证幼胚进行旺盛的呼吸，进行贮藏物质的转化、运输和利用，便于胚根、胚芽突破种皮。油菜种子萌发对吸收水分数量有一定要求，当吸水量达本身干重的60%左右时，才能够发芽。播种时土壤湿度、田间持水量以60%左右为宜。如墒情不好或土壤湿度过大，都会影响正常的发芽和出苗。当土壤墒情差时，可以用深开沟浅覆湿土（2厘米）或播后镇压的方法保墒出苗。当土壤湿度过大时，则要浅播、浅覆土（1厘米）。

(二)氧气 干燥的种子，只能进行微弱的呼吸作用，也只需要少量氧气。当种子吸水萌动以后，所需的氧气急剧

增加，呼吸作用变得十分旺盛。由于油菜种子主要成分是脂肪，种子含碳、氢元素多而含氧少（脂肪含碳76—79%，含氧10—12%；碳水化合物含碳40%，含氧49%），萌发时需要吸收大量的氧气，才能在脂肪酶的作用下使脂肪水解为甘油和游离脂肪酸，进而转化为糖类参予呼吸作用，提供萌发所需要的能量和形成新细胞所需要的原料。如氧气不足，则种子进行无氧呼吸，不但得到的能量少，有机物消耗多，利用不经济，而且能产生大量的乙醇和二氧化碳等有毒物质，使种子中毒或窒息造成死亡。种子萌发所需要的氧气从土壤孔隙中得到，因此播种时要精细整地，调节水分和通气的关系，要求保持润湿疏松。

（三）温度 油菜种子在水分、空气适宜的条件下，能否发芽和发芽出苗的快慢，决定于温度条件。种子只能在一定温度范围内才能萌发。这主要是由于温度影响酶的活性，进而影响物质的转化和运输，影响胚的分解代谢和合成代谢。油菜种子在日平均温度3—5℃时，虽然发芽但很缓慢，一般20天才能出苗。随着温度的提高，发芽出苗所需天数逐渐缩短，12℃左右需要7—8天；在20℃左右时只需3—5天就能出苗。我省9月中、下旬，由北到南平均温度正处于20℃上下，是播种的适宜时期。

影响油菜种子萌发的上述的外界三个因素是相互影响的，水分过多时，土壤氧气不足，温度低；当土壤中的氧气充足时，水分又常常不足。因此播种前要精耕细作，施用有机肥料，改良土壤结构，解决水、温、气三者之间的矛盾，