

# 甘蓝 (包菜、圆白菜) 栽培技术

GANLAN (BAOCAI · YUANBAICAI) ZAIPEI JISHU



金盾出版社

# 甘蓝（包菜、圆白菜） 栽 培 技 术

方智远 孙培田 编著  
刘玉梅 杨丽梅

金 盾 出 版 社

## 内 容 提 要

结球甘蓝别名包菜、圆白菜、洋白菜、卷心菜、莲花白、茜子白、椰菜，是我国主要蔬菜之一。本书分结球甘蓝概述、生物学特性、遗传资源、育种、种子繁殖、栽培、病虫害防治和贮藏加工等八章，介绍了近年来国内外研究成果和栽培经验。我国许多地区运用这些成果和经验，提高了结球甘蓝的产量和质量，使广大菜农增加了收益。本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所科技人员编著，适于广大菜农、农业技术人员和农业院校师生阅读参考。

## 甘蓝(包菜、圆白菜)栽培技术

方智远等编著

金盾出版社出版发行

北京复兴路22号南门

(地铁万寿路站往南)

邮政编码: 100842

电话: 8218137 8214039

总参通信部印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本: 32 印张: 3 字数: 81千字

1991年1月第1版 1991年4月第2次印刷

印数: 21001—42000册 定价: 1.10元

ISBN 7-80022-254-3/S·82

(凡购买金盾出版社的图书，如有缺页、  
倒页、脱页者，本社发行部负责调换)

# 目 录

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| <b>第一章 结球甘蓝概述</b> .....                                   | (1)  |
| 第一节 起源、传布及其在蔬菜中的地位.....                                   | (1)  |
| 第二节 我国结球甘蓝研究成就.....                                       | (1)  |
| 一、遗传育种(3) 二、种质资源(4) 三、病虫害防治(5) 四、栽培技术(5)                  |      |
| <b>第二章 结球甘蓝的生物学特性</b> .....                               | (6)  |
| 第一节 植物学性状.....                                            | (6)  |
| 一、根(6) 二、茎(6) 三、叶(6) 四、花(7)                               |      |
| 五、果实和种子(8)                                                |      |
| 第二节 生长发育及对环境条件的要求.....                                    | (9)  |
| 一、生长与发育(9) 二、对环境条件的要求(11)                                 |      |
| <b>第三章 结球甘蓝的遗传资源</b> .....                                | (13) |
| 第一节 结球甘蓝的分类.....                                          | (13) |
| 一、植物学分类法(13) 二、叶球形状分类法(14)                                |      |
| 三、栽培季节及熟性分类法(14) 四、植物学性状和熟性综合性状分类法(14) 五、幼苗春化型分类法(14)     |      |
| 第二节 中国结球甘蓝的遗传资源.....                                      | (15) |
| 一、早熟抗寒遗传资源(15) 二、早熟优质遗传资源(16)                             |      |
| 三、中熟、抗病、抗热遗传资源(16) 四、中熟、不易未熟抽薹遗传资源(18) 五、一年一熟大型晚熟遗传资源(19) |      |
| <b>第四章 结球甘蓝的育种</b> .....                                  | (19) |
| 第一节 结球甘蓝的育种目标和方法.....                                     | (19) |
| 一、结球甘蓝的育种目标(19) 二、结球甘蓝的育种方法(21)                           |      |
| 第二节 原始材料搜集、鉴定与纯化.....                                     | (22) |
| 一、原始材料的搜集(22) 二、原始材料的一般鉴定、纯化                              |      |

方法(23) 三、原始材料抗病性的鉴定和筛选 (24)  
四、优质材料的筛选 (25) 五、抗未熟抽薹原始材料的  
筛选(25) 六、抗寒性原始材料的筛选 (26) 七、极早  
熟春结球甘蓝种质资源的筛选 (26) 八、 $R_1$ 萝卜胞质  
甘蓝雄性不育材料的转育和筛选 (26)

第三节 结球甘蓝主要性状遗传规律及杂种优势表现………… (26)

一、主要性状遗传规律 (26) 二、杂种优势表现 (28)

第四节 优良自交不亲和系的选育………… (29)

一、自交不亲和性的选择 (29) 二、经济性状及自交退化  
程度的选择 (30) 三、蕾期授粉结实性状的选择 (30)

第五节 结球甘蓝与优良杂交组合的选配………… (31)

一、杂交组合选配的基本原则(31) 二、配合力测定  
(32)

第六节 部分结球甘蓝 $F_1$ 简介………… (32)

京丰1号 (32) 报春 (32) 双金 (33) 圆春(33) 庆丰 (33)  
秋丰 (33) 晚丰 (34) 夏光 (34) 寒光(34) 苏晨1号 (34)  
春丰(34) 浙丰1号(早丰) (35) 华杂1号(35) 甘杂1号(35)  
西园2号 (35) 西园3号(35) 西园4号 (35) 秦菜3号 (36)  
理想1号 (36) 秋锦 (36) 东农605 (36) 东农606 (36)  
夏甘蓝1号 (36) 8325 (36) 内配2号 (37) 中甘8号 (37)  
中甘9号(37) 中甘10号(37) 中甘11号(37) 中甘12号(38)

第五章 结球甘蓝的种子繁殖………… (38)

第一节 常规品种的繁殖………… (38)

一、采种形式 (38) 二、采种的技术要求 (39)

第二节 结球甘蓝 $F_1$ 的制种技术………… (41)

一、 $F_1$ 亲本原种的繁殖(41) 二、 $F_1$ 种子的制种 (43)

第六章 结球甘蓝的栽培………… (45)

第一节 栽培制度………… (45)

一、一年一茬栽培 (46) 二、一年两茬栽培 (46)  
三、一年多茬栽培 (46)

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| 第二节 春甘蓝的栽培·····                                | (46) |
| 一、育苗技术(46)    二、早熟春甘蓝栽培形式(53)                  |      |
| 三、中晚熟春甘蓝栽培(57)    四、未熟抽薹产生的原因及防止措施(57)         |      |
| 第三节 夏甘蓝的栽培·····                                | (60) |
| 一、育苗技术(60)    二、栽培管理(60)                       |      |
| 第四节 秋冬甘蓝的栽培·····                               | (61) |
| 一、育苗技术(61)    二、栽培管理(62)                       |      |
| 第七章 结球甘蓝的病虫害及其防治·····                          | (64) |
| 第一节 病虫害防治的意义及一般方法·····                         | (64) |
| 一、病虫害防治的意义(64)    二、病虫害的一般防治方法(64)             |      |
| 第二节 病害及其防治·····                                | (67) |
| 卷叶(67)    僵苗(67)    幼苗冷害(67)    甘蓝黑根病(67)      |      |
| 幼苗猝倒病(68)    甘蓝黑腐病(69)    甘蓝软腐病(70)    甘       |      |
| 蓝黑胫病(70)    甘蓝霜霉病(71)    甘蓝菌核病(72)    甘蓝       |      |
| 黑斑病(73)    甘蓝病毒病(74)                           |      |
| 第三节 虫害及其防治·····                                | (75) |
| 菜粉蝶(75)    菜蛾(76)    甘蓝夜蛾(76)    斜纹夜蛾(77)    菜 |      |
| 螟(78)    黄曲条跳甲(78)    菜蚜类(79)    地老虎(80)       |      |
| 第八章 结球甘蓝的贮藏与加工·····                            | (81) |
| 第一节 贮藏·····                                    | (81) |
| 一、贮藏原理(81)    二、贮藏方法(83)                       |      |
| 第二节 加工·····                                    | (85) |
| 一、结球甘蓝的非发酵性腌制(85)    二、结球甘蓝的                   |      |
| 发酵性腌制(泡制)(86)    三、结球甘蓝的干制(87)                 |      |
| 四、结球甘蓝的其他加工方法(88)                              |      |

# 第一章 结球甘蓝概述

结球甘蓝别名包菜、圆白菜、洋白菜、卷心菜、莲花白、茼子白、椰菜等。是十字花科芸薹属甘蓝种中能形成叶球的一个变种，常被简称为甘蓝。染色体数 $2n=2x=18$ 。

## 第一节 起源、传布及其在蔬菜中的地位

结球甘蓝起源于地中海至北海沿岸，是由不结球野生的甘蓝演化而来。早在4000多年以前，野生甘蓝的某些类型就被古罗马和希腊人所利用。后来逐渐传至欧洲各国栽培改良。经过长期人工栽培和选育，逐渐演化出甘蓝类的各个变种，如结球甘蓝、羽衣甘蓝、抱子甘蓝、花椰菜、青花菜、球茎甘蓝等(图1)。13世纪欧洲开始出现结球甘蓝类型，16世纪传入加拿大，17世纪传入美国，18世纪传入日本。传入我国的时间，尚有不同的看法。近年来，蒋名川、叶静渊等，根据我国古籍和地方志的记载，认为结球甘蓝是从16世纪开始通过下述途径逐渐传入我国的：一是由东南亚传入我国云南；一是由俄国传入我国黑龙江和新疆。

结球甘蓝营养丰富，球叶质地脆嫩，可炒食、煮食、凉拌、腌渍或制干菜，外叶还是畜、禽、鱼的好饲料。

结球甘蓝的适应性和抗逆性均较强，易栽培，产量高，耐贮藏。因此，世界各国普遍种植，成为欧、美各国的主要蔬菜。结球甘蓝也是我国主要蔬菜作物之一，是东北、西北、华北等较凉地区春、夏、秋季的主要蔬菜。在南方各地的秋、冬、春季也大面积栽培。

## 第二节 我国结球甘蓝研究成就

解放前，我国结球甘蓝不仅品种少、结球率及产量低，且收获期

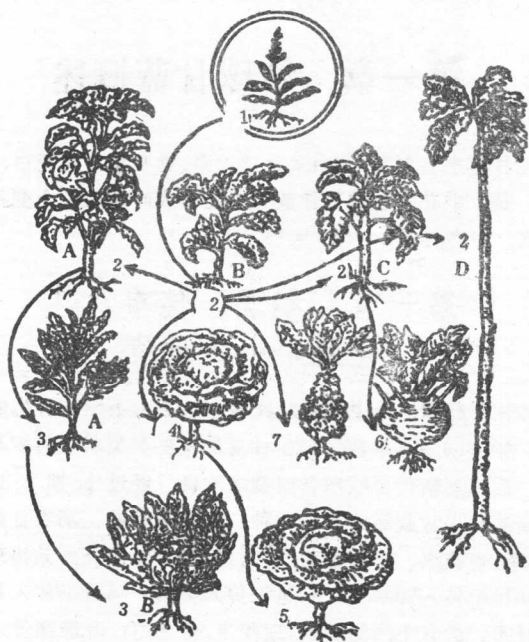


图1 在人工选择和培育下野生甘蓝的变异性 (马尔柯夫, 1953)

1.一年生野甘蓝 2.羽衣甘蓝(2A—分枝者, 2B—不分枝者, 2C—髓状者, 2D—饲用高茎者) 3.花椰菜 [(3A—二年生者(木立花椰菜), 3B—一年生者(花椰菜))] 4.甘蓝 5.皱叶甘蓝 6.球茎甘蓝 7.孢子甘蓝

晚。早熟品种6月中下旬才能收获,结球多为70%~80%,亩产仅1500千克左右。晚熟品种亩产也只有3000千克左右。少数科研教学单位进行过国外引进品种的比较试验及植株颜色、叶形等性状的遗传研究。

解放初期,各地陆续由国外引入一些新品种,经过品种比较试验,选出丹京早熟、狄特马尔斯克、苏联11号等优良品种,并在生产中推广。50年代中后期到60年代中期,在引进国外品种和地方品种调查的基础上,开展了新品种选育工作。如旅大市农科所育成早熟

春甘蓝新品种金早生，是我国通过系统选育的方法育成的第一个结球甘蓝新品种。旅大市农科所、中国农科院江苏分院、西安市农科所等单位先后开展了甘蓝杂种优势的研究。为解决甘蓝 $F_1$ （一代杂种，下同）的制种问题，中国农科院江苏分院、上海市农科院进行了自交不亲和系的选育。1955~1964年，各地开展了群众性的蔬菜遗传资源调查、收集、整理工作，当时全国主要农业科研、教学单位保存的结球甘蓝种质资源即达434份。国外引种工作和结球甘蓝的栽培技术也取得了一些进展，特别是北京、天津等许多单位都比较系统地总结研究了争取春甘蓝既早熟丰产又防止未熟抽薹的经验和措施。

60年代中后期到70年代中期，进行了甘蓝自交不亲和系的选育和杂种优势利用的研究，取得了重要进展，中国农业科学院蔬菜所和北京市农林科学院蔬菜所的科技人员一起，于1973年育成我国第一个甘蓝杂交种京丰1号，使利用自交不亲和系配制杂交种这一先进技术在我国得到突破。上海市农业科学院园艺所育成中熟甘蓝 $F_1$ 新平头在上海郊区推广。山东农学院、广东省农业科学院、中国农业科学院蔬菜研究所等单位的科技人员互相协作，繁育出国产黄苗甘蓝种子，改变了我国华南地区全部依赖进口种子的状况，为国家节省了大量外汇。

近10年来，结球甘蓝的遗传育种、品种资源以及植保、栽培等方面都获得一批重要的科研成果。

### 一、遗传育种

培育出一大批结球甘蓝优良品种，使生产上的品种更新1~2次，从而结束了依赖国外引种的被动局面。各单位通过自交分离定向选择的方法，育成100多个不同类型的结球甘蓝自交不亲和系，初步选出30多个有希望的杂交组合，其中30余个 $F_1$ 已通过省、区、市级审定，并在生产中推广应用。如上海市农科院园艺所育成抗病、耐热的夏光甘蓝和丰产抗寒的寒光甘蓝，在上海郊区及各地推广；陕西省农科院蔬菜所育成的秦菜1号、2号，具有早熟、丰产等优点；中国农业科学院蔬菜所和北京市农林科学院蔬菜所合作，继育成京丰1号后，又先后育成报春、双金、圆春、庆丰、秋丰、晚丰等早、中、晚熟配套 $F_1$ ，比原有同类品种增产20%~30%，而且整齐度高，抗逆性强，适应性

广,已被许多省、市、区推广。1978~1984年,这些品种在全国29个省、市、区累计推广414万亩,共增加经济效益约6.04亿元。1985年,甘蓝自交不亲和系的选育及其配制的系列新品种获国家发明一等奖。此外,山西省农科院蔬菜所育成理想1号、江苏省农科院育成苏晨1号等,在生产中推广应用之后都比当地原有同类品种增产20%以上。由于甘蓝F<sub>1</sub>的育成和推广,在我国各地结球甘蓝生产中,F<sub>1</sub>种植面积一般都占总面积80%~90%以上,对提高我国甘蓝生产水平起到十分重要的作用。同时,各地还开展了自交不亲和系原种繁殖和F<sub>1</sub>的制种技术的研究,从而加速了结球甘蓝F<sub>1</sub>的推广。

1983年开始,结球甘蓝新品种选育列为国家重点科技攻关课题。解决结球甘蓝生产上病毒病、黑腐病日益严重的问题。育种目标由原来侧重于丰产,进而提出了优质、多抗、丰产相结合的要求,把我国结球甘蓝育种推向一个新的水平。几年来,已育成一批抗病、优质、丰产的新品种,如西南农业大学的秋甘蓝新品种西园2号、3号,陕西省农业科学院蔬菜所的黄×黑、东北农学院的早熟优质春甘蓝新品种605也都在当地大面积示范推广。中国农业科学院蔬菜所育成中甘8号和中甘11号,两个新品种已在北京、山西等省市及全国农作物品种审定委员会通过审定。中甘8号高抗芜菁花叶病毒,中甘11号则表现早熟、优质、丰产,比原有早熟甘蓝F<sub>1</sub>报春增产20%左右,1986~1990年在20余个省市推广200余万亩,成为目前国内种植面积最大的早熟甘蓝新品种。

## 二、种质资源

近10年来,中国农业科学院蔬菜所组织全国各地进行了蔬菜种质资源的搜集鉴定保存工作,到1987年,已搜集整理出结球甘蓝种源398份,1977~1986年,中国农科院蔬菜所从世界不同地区引进结球甘蓝种质资源279份,以及美国的R<sub>1</sub>萝卜胞质甘蓝雄性不育系,进一步丰富了我国结球甘蓝的遗传资源。在此基础上,许多单位结合育种工作,筛选出一批具有抗病、抗寒、抗未熟抽薹、优质等特殊优良性状的种质资源。如西南农业大学、中国农业科学院蔬菜所、陕西农业科学院、东北农学院等单位采用苗期人工接种鉴定和田间鉴定相结

合的方式已筛选出一批高抗芜菁花叶病毒的抗原材料。近年来,又采用多抗性鉴定技术,初步筛选出39份抗芜菁花叶病毒并兼抗黑腐病的抗原材料,其抗病性已达到国际先进水平。此外,还筛选出一批冬性强抗未熟抽薹的资源材料,育成02-12、02-1-10、47-1-1等抗寒材料,为结球甘蓝的优质、多抗、丰产育种提供了丰富的资源。

### 三、病虫害防治

病毒病对结球甘蓝的危害日益严重,中国农业科学院蔬菜所、西南农业大学、陕西省农业科学院、东北农学院等单位,开展了病毒病种群及其株系分化的研究。并将血清学为主的鉴定技术应用于病毒监测,使病毒鉴定更加快速准确。通过几年的努力,基本摸清了我国结球甘蓝生产区危害的病毒毒源分类,在此基础上开展了危害最重的芜菁花叶病毒株系分化的研究(初步分为7个株系)。中国农业科学院蔬菜所还采用国际上公认的对芜菁花叶病毒具有株系特异性的鉴别寄主,将北京地区结球甘蓝、白菜的芜菁花叶病毒鉴别为 $C_1 \sim C_5$ 个株系,其中以致病力强、危害性大的 $C_4$ 、 $C_5$ 为主。上述单位以及北京农业大学等还开展了甘蓝黑腐病、黑胫病发生情况、流行规律、病原菌提纯及致病力的研究,并提出了结球甘蓝苗期人工接种抗芜菁花叶病毒兼抗黑腐病的鉴定方法和标准。这些研究结果都为抗病育种的开展提供了可靠的科学依据。

在虫害防治方面,进行了高效、低毒、低残留新农药的筛选,使防止菜青虫、蚜虫等结球甘蓝主要虫害的农药更新了2~3次。目前,菊酯类农药也基本代替了过去的有机氯、有机磷农药,同时还进行了苏云金杆菌及颗粒性病毒等生物农药的研制和应用,使对菜青虫的防治更加安全有效,为生产无公害蔬菜、保障人民健康创造了条件。

### 四、栽培技术

在北方结球甘蓝春季育苗方面,逐步改变了老式阳畦育苗方式,采用营养钵或电热线育苗,使苗期缩短了1个月左右,而且是防止春甘蓝未熟抽薹的重要措施。在栽培管理方面,天津、北京、河北、河南、山西等省市,进一步总结制定出春甘蓝早熟、丰产,不发生未熟抽薹的措施。特别是春季采用薄膜覆盖或大棚栽培早熟结球甘蓝,不仅可使

成熟期提早10~15天,还可提高产量20%以上,产值增加30%以上。

此外,在结球甘蓝生物技术及主要性状遗传规律等应用研究和基础研究方面也已取得了许多成果。

## 第二章 结球甘蓝的生物学特性

### 第一节 植物学性状

#### 一、根

结球甘蓝的根为圆锥根系,主根基部肥大,尖端向地下生长。主根基部分生出许多侧根,在主、侧根上常发生须根,形成极密的吸收根网。其根入土不深,主要根群分布在60厘米以内的土层中,以30厘米的耕作层中最密集,根群横向伸展半径在80厘米范围内。因此,抗旱能力不强。但断根后再生能力很强,移栽后容易发生新根。

#### 二、茎

茎分为营养生长期的短缩茎和生殖生长期的花茎。短缩茎虽在莲座期或结球期稍有伸长,但在整个营养生长阶段基本上是短缩的。在叶球外着生叶的茎称为外短缩茎,叶球内着生叶的茎称为内短缩茎,即叶球中心柱。一般内短缩茎越短,叶球越紧密,品质也较好。这是鉴别品种优劣的依据之一。通过阶段发育后,进入生殖生长阶段,此时抽出的茎称为花茎,花茎可分枝生叶,形成花序。

#### 三、叶

结球甘蓝不同的生长发育时期,发生出子叶、基生叶、幼苗叶、莲座叶、球叶、茎生叶等,其形态差异很大。子叶呈肾形对生。第一对真叶即基生叶对生,与子叶垂直,无叶翅,叶柄较长。随后发生的幼苗叶,呈卵圆或椭圆形,网状叶脉,具有明显的叶柄,互生在短缩茎上。随着生长,逐渐长出强大的同化器官即莲座叶,也叫外叶。早熟品种的外叶一般为12~16片,中、晚熟品种一般为18~30片。莲座期开始至结球发生的外叶叶片愈加宽大,叶柄逐渐变短,以至叶缘直

达叶柄基部,形成无柄叶。据此,可以判断品种特性和结球的预兆,作为栽培管理的形态指标。叶色由黄绿、深绿至灰绿色,也有的品种类型为红色或紫红色。多数品种叶面光滑无毛,也有的类型叶片皱缩。叶面覆盖白色蜡粉,叶面蜡粉越多,越耐旱耐热。进入包球期再发生的叶片中肋向内弯曲,包被顶芽。随着继续分生新叶,包被顶芽的叶子也随之增大,这样生长下去就形成紧实的叶球。构成叶球的叶片都是无柄叶,为黄白色。叶球形状因品种而异,有圆球型、牛心尖球型(圆锥型)和扁圆型。花茎上的叶称为茎生叶,互生,叶片较小,先端尖,基部阔,无叶柄或叶柄很短。

#### 四、花

结球甘蓝种株抽薹开花后形成复总状花序,在中央主花茎上的叶腋间可发生一级分枝,在一级分枝的叶腋间又可发生二级分枝,若养分充足,管理条件好,还可发生三四级分枝。

生态类型不同的结球甘蓝种株,由于分枝习性不同,株形差异很大。一般来说,圆球型品种的种株,主茎生长势很强,抽薹初期往往只有1个主茎,然后慢慢从主茎叶腋间发生一级分枝,但不论一级、二级、三级分枝,其数量都比较少。而尖球型和扁圆型品种,虽主茎生长势没有圆球型品种那样强,但一二级,甚至三级分枝都比较发达。即使在同一品种中,不同个体之间抽薹分枝习性也差异很大。

每个健壮的种株开花数量,一般约有800~2000朵,但种株的花数也因品种和栽培管理条件而异。

开花顺序,一般是主薹先开花,然后是由上至下的一级分枝开花,而后是二、三、四级分枝逐渐依次开花。从一个花序来说,花蕾是由下而上逐渐开放。

春季开花时间品种之间差异很大,一般来说,在同样栽培管理条件下,牛心尖球型和扁圆型的品种开花期要比圆球型品种早7~15天。花期一般30~50天。

结球甘蓝的花为完全花,包括花萼、花冠、雌蕊、雄蕊几个部分。开花时4个花瓣呈十字形排列,花瓣内侧着生6个雄蕊。其中两个较短,4个较长,每个雄蕊顶端着生花药,花药成熟后自然裂开,散出

## 花粉。

结球甘蓝为典型的异花授粉作物，在自然条件下，授粉靠昆虫作媒介。两个不同品种栽植在一起自然杂交率一般可达70%左右。

柱头和花粉的生活力，一般以开花当天最强。柱头在开花前6天和开花后2~3天都可接受花粉进行受精。花粉在开花前两天和开花后1天都有一定的生活力。如果将花药取下贮存于干燥器内，在干燥、室温条件下，花粉生活力可保持7天以上，在0℃以下的低温干燥条件下可保持更长的时间。

从授粉开始到受精过程完成所需的时间，在异花授粉及15~20℃温度条件下，2~4小时后花粉管开始生长，经过6~8小时，它们穿过花柱组织，经过39~48小时完成受精。授粉时的最适温度一般认为是15~20℃，低于10℃花粉萌发较慢，而高于30℃也影响受精活动正常进行。

## 五、果实和种子

结球甘蓝的果实为长角荚，圆柱形，表面光滑略似念珠状，成熟时细胞壁增厚硬化，种子排列在隔膜两侧。

每株一般有有效荚角900~1500个。荚角的多少因栽培管理条件的不同差异很大。在一个植株上，大部分有效荚角集中在一级分枝上，其次是二级分枝和主枝上。

每个荚角约有20粒种子。在一个枝条上，上部荚角和下部荚角内种子较少，而中下部荚角种子最多。种子为红褐色或黑褐色，千粒重为3.3~4.5克，一株生长良好的种株可收种子50克左右。

结球甘蓝的种子成熟所需要的时间也常因品种类型和温度条件而异。圆球型品种的种子成熟时间长一些，牛心尖球型和扁圆型的品种短一些。一般在高温条件下种子成熟快一些，白天温度较低时成熟慢一些。在华北地区，一般6月下旬收获种子。因此，5月中旬以后开的花，即使完成受精也往往不能形成完全成熟的种子，即使形成少量种子，其发芽率也很低。

结球甘蓝种子宜在低温干燥的条件下保存。北方干燥地区，充分成熟的种子在一般室内条件下可保存2~3年，而在潮湿的南方只可保

存1~2年，但在干燥器或密封罐内保存8~10年的种子仍可有相当高的发芽率。

## 第二节 生长发育及对环境条件的要求

### 一、生长与发育

结球甘蓝是两年生蔬菜作物，在适宜的气候条件下，它于第一年生长出根、茎、叶等营养器官，并在叶球内贮藏大量同化产物，经过冬季低温完成春化阶段，至翌春通过长日照阶段，随即形成生殖器官而开花结实，完成从播种到收获种子的生长发育过程(图2)，这个过程可分为营养生长期和生殖生长期。

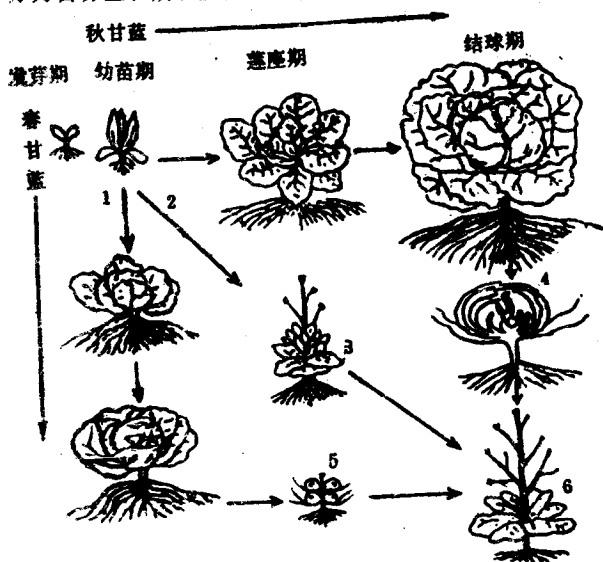


图2 结球甘蓝生长周期示意图(岩间诚造·1976)

1. 小苗越冬 2. 大苗越冬（低温花芽分化） 3. 未熟抽薹（高温长日）
4. 球内抽薹 5. 侧芽结球（低温越冬） 6. 开花（高温长日）

#### (一) 营养生长期

1.发芽期 从播种到第一对基生真叶展开,与子叶垂直形成十字形时为发芽期。随季节的不同,发芽期长短不一,夏、秋季节8~20天,冬、春季节15~20天。种子发芽到长出子叶主要靠种子自身贮藏的养分,因此,饱满的种子和整理精细的苗床是保证出好苗的主要条件。

2.幼苗期 从第一片真叶展开到第一叶环形成(一般早熟品种生长5片叶,中晚熟品种生长8片叶),达到团棵时为幼苗期。幼苗期一般为25~30天,但随育苗季节的不同而异。为培育壮苗,要根据育苗条件,因地制宜地加强水肥管理。

3.莲座期 从第二叶环出现到形成第三叶环,达到开始结球时为莲座期。依品种不同,一般需25~40天。此期叶片和根系的生长速度快,要采取适当控制肥水和及时中耕的措施,促使根系向纵深发展,防止外叶生长过旺,以利于形成强壮的同化和吸收器官,为形成硕大而紧实的叶球打下基础。

4.结球期 从开始结球到叶球形成止为结球期。依品种不同需要25~40天,此期应及时追肥浇水,以促使球叶扩展,叶球充实。

此外,采种株还有一个休眠期。华北、东北、西北等地区的种株要经过几个月的冬季贮藏,从而进行强制休眠。南方种株可以露地越冬。此期要掌握好露地安全越冬和贮藏种株的管理,这对采种至关重要。

## (二) 生殖生长期

1.抽薹期 从种株定植到花茎长出为抽薹期,北方约25~30天。

2.开花期 从始花到终花时为开花期。依品种的不同,花期长短不一,群体花期约25~45天。

3.结荚期 从谢花到荚角黄熟时为结荚期,约40~50天。

(三) 发育 结球甘蓝是冬性较强的作物,它通过春化阶段发育,需要长到一定大小的幼苗(或称绿体)以后,才能接受低温感应而完成春化阶段发育,所以又称为绿体或幼苗春化型作物。所谓一定大小的幼苗,可以用植株的茎粗、叶片数目或者叶片面积来表示。甘蓝幼苗达到能接受低温时的大小,因品种而异。早熟品种要在茎粗0.6厘米以上,最大叶宽6厘米以上,具有7片真叶以上的幼苗。中晚熟品种要在茎粗1厘米以上,最大叶宽7厘米以上,具有10~15片真叶

的幼苗。幼苗接受的低温范围是 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，而 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ 时进行得最迅速， $15.6^{\circ}\text{C}$ 以上则不能通过春化阶段。完成春化的时间长短因品种不同而异。一般早熟品种需 $45\sim 50$ 天，中晚熟品种需 $60\sim 90$ 天。栽培中的春甘蓝一旦通过春化阶段，就很容易发生未熟抽薹现象。

结球甘蓝属长日照作物，长日照有利于其生长发育，但在不同地区不同气候条件下形成的品种，对光照条件的要求不完全一致。牛心尖球型、扁圆型品种完成阶段发育对光照要求不严格，而圆球型品种必须经过较长的光周期，才能顺利完成阶段发育，抽薹、开花。

## 二、对环境条件的要求

结球甘蓝对环境条件的要求不如大白菜那样严格，比大白菜适应性广，抗逆性也强。

### (一) 对温度、水分、光照的要求

1. 温度 结球甘蓝喜温和冷凉的气候，但对寒冷和高温也有一定的忍耐能力。一般在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的条件下最适宜生长。但在各个生长期对温度的要求也有一定差异。如在 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 时种子可开始发芽，但极为缓慢，土温升高到 $8^{\circ}\text{C}$ 以上幼芽才能出土，而 $18\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时 $2\sim 3$ 天就能出苗。 $7\sim 25^{\circ}\text{C}$ 适于外叶生长，进入结球期以 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 为适温。

对高温的适应力在不同生长期有所不同，在幼苗和莲座叶形成期，对 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的高温有较强的适应力。进入结球期，要求温和冷凉的气候，高温会阻碍包心过程，如果高温加干旱，会造成叶球松散，产量下降，品质变劣，甚至使叶球散开。开花时如遇高温，则影响开花、受精，造成不能正常授粉结实。

对低温的忍耐力往往因品种、生长期的不同而有差异。刚出土的幼苗抗寒能力弱，随着植株的生长，耐寒力逐渐加强，具有 $6\sim 8$ 片叶的健壮幼苗能忍耐较长期 $-1\sim -2^{\circ}\text{C}$ 及较短期的 $-3\sim -5^{\circ}\text{C}$ 低温，经过低温锻炼的幼苗能忍耐极短期 $-8\sim -10^{\circ}\text{C}$ 的严寒。叶球较耐低温， $10^{\circ}\text{C}$ 左右叶球仍能缓慢生长。成熟的叶球耐寒力虽不如幼苗，但早熟品种的叶球可耐短期 $-3\sim -5^{\circ}\text{C}$ 的低温，中晚熟品种的叶球能耐短期 $-5\sim -8^{\circ}\text{C}$ 的低温。在抽薹开花期，抗寒力很弱， $10^{\circ}\text{C}$ 以下的低温影响正常结实，遇到 $-1\sim -3^{\circ}\text{C}$ 低温，能使花薹受冻害。