



蔬菜高效优质生产新技术丛书

白菜

高效生产新技术

张鲁刚 编著



西北农林科技大学出版社

蔬菜高效优质生产新技术丛书

白菜高效生产新技术

张鲁刚 编著

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

白菜高效生产新技术/张鲁刚编著. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2003.10

(蔬菜高效生产新技术丛书)

ISBN 7-81092-063-4

I. 白… II. 张… III. 白菜类蔬菜—蔬菜园艺
IV. S634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 097862 号

白菜高效生产新技术

张鲁刚 编著

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编:712100
电 话	总编室:029-7093105	发行部:7093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西安华新彩印有限责任公司	
版 次	2003 年 10 月第 1 版	
印 次	2003 年 10 月第 1 次	
开 本	787×1092 1/32	
印 张	2	
字 数	43 千字	

ISBN 7-81092-063-4/S·16

(本套共 8 册)定价:28.00 元

如有印装质量问题,请与本社联系

序

农村城镇化，农业产业化，农民知识化，这是解决我国“三农”问题的必由之路。其中最难解决的是农民知识化，也就是提高亿万农民科技文化素质问题。然而，没有农民的知识化就不可能实现农业现代化。因此，国家最近决定把“农民培训”工作纳入各级政府的基本职责和长期发展计划，加大了财力、物力和科技投入，并组织科教机构、企业、农民及社会各界力量，强化农民培训和农技推广服务工作。

农民知识化不仅是经济、社会发展的需求，也是农民自身脱贫致富奔小康的强烈要求。如今的农民只靠勤劳已不能从土里刨金，他们必须从自给自足、分散经营的小农经济中解放出来，组织起来，成立多种形式、以农民为主体的经济合作组织，走生产、加工、销售一体化的产业化道路，依靠科技进步的推动、支撑与社会化服务体系的力量，才能实现创业致富奔小康的目标。在实现这个远大目标的过程中，农民必须改造自己，努力实现自身的知识化、专业化，成为职业化的农民。如是，则传统意义上的“农民”将随着产业化的进程逐渐消失，这也是世界各国农业现代化的必然结果。

为了帮助农民实现知识化、专业化和职业化，西北农林科技大学出版社组织具有丰富实践经验的专家、教授，编写了这套为农民知识化服务的系列丛书。丛书的选题与内容适应了当前农业结构调整和产业化发展的需求，以市场为导向，

以名、优、特产品为中心，以优质、高效、无公害和标准化的新技术为主线，突出了先进性、实用性和可操作性，精炼了他们在长期科研、生产和推广实践中积累的丰富知识和经验，凝聚了他们爱农、为农、支农的一片真情。加之丛书定价便宜，农民能买得起，学得懂，用得上，因此，堪称是农技推广和农民培训的好教材。我相信，这套丛书一定能成为农民朋友打开知识宝库的金钥匙，学习专业技术的好帮手，掌握职业技能的指南针。

愿西北农林科技大学出版社为农民出版更多的好书，愿丛书与她的作者们成为农民最信赖的朋友！

刘笃慧（陕西省人民政府参事，研究员）

2003年10月

目 录

一、植物学特征及生长发育需要的条件·····	(1)
(一) 植物学特征 ·····	(1)
(二) 生长发育过程 ·····	(5)
(三) 生长发育需要的条件 ·····	(8)
二、品种类型及优良品种介绍 ·····	(15)
(一) 春大白菜新品种·····	(15)
(二) 夏大白菜新品种·····	(19)
(三) 秋早熟大白菜品种·····	(22)
(四) 秋中晚熟大白菜品种·····	(24)
三、优质、高产、高效无公害栽培技术 ·····	(29)
(一) 春大白菜栽培技术·····	(29)
(二) 夏大白菜栽培技术·····	(34)
(三) 秋大白菜栽培技术·····	(39)
四、主要病虫害及其防治技术 ·····	(44)
(一) 病虫害防治原则·····	(44)
(二) 主要病害的防治技术·····	(44)
(三) 主要虫害及其防治技术·····	(51)

一、植物学特征及生长发育需要的条件

（一）植物学特征

1. 根

大白菜的根系属于直根系，主根较发达，上粗下细，其上生有侧根和根毛，由主根和侧根形成一个上部大、下部小的圆锥形根系。主根的粗细因品种而异，粗的直径可达5~6cm，细的只有2~3cm。根系的分布范围广而深，主根向地下伸长可达1m以上。主根上有两列侧根，随着生长，侧根上可继续产生下一级侧根，最多可产生六、七级侧根。一般在子叶期开始发生第一级侧根，第一、二片真叶时发生第二、三级侧根，莲座期时可以发生四、五级侧根，结球期时，可发生六、七级侧根，而且根系的吸收面积达到最大，地上部的增长量也达到了高峰值。从吸收功能上看，虽然大白菜的主根深度可达1m以上，但主要的吸收根系在地表72~30cm左右，因此说大白菜是浅根性的作物，在栽培上需要采取促根、壮根等措施，才易获得丰收。

直播的大白菜主根发达，根系扎得深，而育苗移栽的幼苗，其主根常被切断，因而扎得浅，但侧根分级和数量较多，形成了密集的根群。

2. 茎

大白菜的茎有两种形态：即短缩茎和花茎。

短缩茎就是大白菜叶球叶片着生的部位，刨开大白菜叶球，剥去叶片，就可以看到在根的上面“宝塔型”的短缩茎。其实在大白菜种子发芽后，展开一对子叶时就有了幼茎，由于茎的居间很小，所以从外观上几乎看不出茎的形态。当幼苗有8~10片真叶，形成一个小的圆盘状叶丛时，虽然幼茎还很短，但用肉眼已可分辨。莲座期结束时，外叶已全部形成，这时茎的顶部开始形成球叶顶芽，在短缩茎上密排着很多叶片，这时的茎还是很短，很难区分叶片之间的节间。进入结球期，随着球叶的迅速发育，就可以明显看到粗壮而短的短缩茎，群众称之为“白菜疙瘩”。短缩茎是贮藏营养的器官，越冬返青时可从该茎的叶腋间抽出花茎。

大白菜的幼苗通过春化处理，或是大白菜成株经过冬季贮藏后，在适宜的温度与光照条件下会长出花茎，花茎有明显的节和节间区分，节间组织柔嫩，含水量较高。节上着生绿色的叶片，茎的顶部形成花芽，到盛花期，茎的下部逐渐木质化。花茎的高度可达60~120cm，呈淡绿色或绿色，表面有蜡粉。花茎除主枝外还有1、2、3级侧枝。一般大白菜单株的种子产量主要由1、2级侧枝决定，生产上常采用“打顶”——及早摘除主枝顶端的方法提高种子质量和产量。

3. 叶

大白菜的叶片因在植株上生长的位置和功能的不同，分别称为子叶、基生叶、莲座叶、球叶（顶生叶）、茎生叶等，基生叶、莲座叶和球叶统称为真叶或中生叶。

大白菜种子出土萌发后，随着下胚轴的伸长，将两片子

叶带出地面。子叶为肾形至倒心型，两片子叶的大小、形状相似，叶面较光滑，有明显的叶柄，叶脉不明显。一般播种后8~10天子叶面积达到最大值。在苗期快结束时，逐渐枯萎脱落，苗越健壮脱落时间越晚。

当子叶出土展开之后，在与子叶垂直的方向陆续出现了两个长椭圆形叶片，具羽状网状脉，叶缘有锯齿，叶表面有毛，有明显叶柄而无托叶的初生叶，称为基生叶。这两片叶出现间隔期短，相对着生，与子叶形成十字形。

基生叶之后到球叶出现之前的叶子称为莲座叶。它的特点是叶片肥大，皱折不平，深绿色，板状的叶柄明显，羽状、网状脉很发达。它是大白菜的重要同化器官，为大白菜的生长和结球制造养分，并起到保护叶球的功能。莲座叶的多少因品种而异，有18~24片。

组成大白菜叶球的叶片叫球叶或顶生叶，由球叶向心抱合形成的大顶芽就是我们说的叶球——大白菜。先长的球叶在外，后长的球叶在内，最外层的球叶能见到部分阳光，叶色呈绿色至淡绿色，内部球叶见不到阳光，叶色呈白色或淡黄色。球叶在叶球内不能平展生长，而是以各种折叠的方式充实叶球。球叶是大白菜营养贮藏的场所，又可起到保护生长点不受不利的气候条件的危害，也可防止其他外力的机械损伤。

大白菜进入生殖生长期，抽薹后，在花茎（薹）上产生绿色的同化叶，这种叶子叫茎生叶，它与其他叶片的形态都不相同，叶片较小，先端尖，基部阔，呈三角形，没有叶柄，叶片直接抱茎而生，叶片硬度比其他叶为大，表面较光滑，平展，有蜡粉，叶缘锯齿少。

4. 花

大白菜的花是完全花，由花梗（柄）、花托、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊组成。花梗是花与花枝相连的中间部分，花梗的上端逐渐膨大形成花托。花萼是包被在花最外方的叶状体，呈绿色，共4片，排列成内外2轮。花冠位于花萼内侧，由4个离生的花瓣组成，与花萼相间排列，花瓣一般为黄色，花瓣开放后呈十字形花冠。雄蕊着生于花冠内方，由6枚雄蕊组成4强雄蕊，排列成2轮。外轮2枚，花丝较短，内轮4枚，花丝较长。花药2室，成熟后，纵向开裂释放花粉，花粉主要靠昆虫传播，又叫虫媒花。雌蕊1枚，位于花的中心，子房上位，2心室，有假隔膜。柱头成熟时，分泌粘液，以利于花粉在柱头上萌发、授粉。

大白菜的花序是总状花序。花枝的顶端可无限生长，每个花枝基部有一片茎生叶。同一花枝，开花的顺序是由基部向顶部逐步开放。不同花枝，主枝上的花先开，然后按一级侧枝和二级侧枝顺序开放。一般单株可产生1 000~2 000花朵，花期20~30天。

5. 果实

大白菜的果实为长角果，也叫荚果，长5~10cm，一枝花序可着生荚果30~60个，授粉后到种子成熟需30~40天，成熟的荚果易纵裂而使种子散落。一个果荚中可着生种子20~30粒。

6. 种子

大白菜的种子一般呈圆球形，微扁，也有扁圆形，其颜色从红褐色至褐色，或黄色。直径约0.13~0.15cm，千粒重2.0~4.0g。种皮内有成熟的胚，包括有子叶、胚芽、下胚轴和

胚根，无胚乳。胚芽被严密地包裹在子叶之中，它受着种皮和子叶的双重保护。常温下，种子寿命可维持5~6年，但贮藏年代多发芽率则低，所以生产上多用2~3年采收的种子。

（二）生长发育过程

大白菜为典型的二年生作物，生长发育过程分为营养生长和生殖生长两个时期。秋播大白菜在秋季冷凉气候条件下进行营养生长，通过发芽期、幼苗期、莲座期、结球期，形成硕大叶球，并孕育花芽，经过冬季休眠，于第二年春季温暖及长日照条件下，进入生殖生长期，再经过返青期、抽薹期、开花和结果期，完成一个世代的发育。

1. 营养生长阶段

（1）发芽期 大白菜从播种到第一片真叶展开时为发芽期，一般5~6天。在适宜的温度、水分和空气条件下，白菜种子吸水膨胀，16h后胚根由珠孔伸出，24h后种皮开裂，子叶及胚轴外露，继而生根，36h后子叶露出土面，种皮脱落。播种后第3天子叶完全张开，同时两个基生叶伸出，俗称“破心”，这是发芽期结束的临界特征。发芽第4天，胚根生长可达10cm，但只有根毛没有侧根。

（2）幼苗期 从第一片真叶展开至第八至十片真叶长大，大于1cm以上的叶片共有14~15片。当植株形如圆盘状时，幼苗期结束，俗称“团棵”或“开小盘”，生长时期约16~22天。幼苗期叶片数目分化较快，而叶面积扩展速度缓慢。一般人们将两片基生叶生长到与子叶大小相近，并排列成十字形时叫做“拉十字”，此时，主根可达17cm，侧根3~4cm，根

系分布浅、范围小。再经过 5~9 天后，由 4 片真叶排成十字形时，形成了“拉大十字”期，此时，主根可伸长 22~35cm，根系分布宽度约为 20cm 左右，随后叶面积及叶片数明显增多，再经过 7~9 天的时间就达到幼苗期结束时的形态指标：主根长达 60cm，土面下 7~25cm 处大量发生侧根，侧根长度达 10~35cm，发生了第三、四级分根，同时根部发生明显的“破肚”现象，完成了初生生长的使命，转入了次生生长的进程。

(3) 莲座期 从幼苗期结束至外叶全部展开，心叶刚开始出现抱合现象的时期，称莲座期，约 18~28 天。在莲座期结束时，各品种的外叶已全部展开，全株绿色叶面积将近达到最大值，形成了旺盛的莲座状，为结球创造了良好的条件，一般早熟品种外叶数 16~20 片，中、晚熟品种叶片数为 22~24 片。在此时球叶的第 1~15 叶已开始分化、发育。此期主根伸长速度减缓，最长主根可达 1m 以上，地下 6~32cm 范围内侧根发达，长度达 18~48cm。这一时期莲座叶生长旺盛，促进球叶多分化，是栽培的主要目标。

(4) 结球期 从个体看，是以心叶开始抱合至叶球膨大充实，达到采收状态时为结球期，生长期约 30~60 天。从群体来看，指田间 80% 的植株表现出心叶抱合时到 80% 的植株达到商品采收的时期。结球期可分为前期、中期和后期。前期的特点是外层叶生长迅速，较快地构成叶球的轮廓，通常将这一长相叫“抽桶”或“长框”，这是前期结束的临界特征。此期为第一至五片球叶的发育高峰期，根系不再深扎，但侧根分级数及根毛数猛增，直径幅度达 80~100cm，吸水、吸肥能力极强。中期又叫灌心期，是叶球内部球叶充实最快的生

长时期，是第6~10片球叶的发育高峰。此期叶片停止分化，开始花芽分化，叶片数目不再加多。后期，指当叶球体积不再增大，球叶继续生长充实叶球到成熟，这时外叶逐渐衰老黄化，根系开始衰老，吸水吸肥能力减弱明显。

(5) 休眠期 秋大白菜的休眠是因气候条件不适宜——低温，而被迫休眠，如果遇到适宜条件，可以不休眠或随时恢复生长。在休眠期间没有光合作用，依靠叶球内的养分生活，外叶的养分继续向球叶部分输送，内部继续形成幼小花蕾，为进入生殖生长作准备。春大白菜、夏大白菜条件适宜时可以没有休眠期，直接开花。

2. 生殖生长阶段

(1) 返青期 从大白菜种株（成株）栽于采种田到抽薹开始为返青期。这一期，移栽到田间的成株，在适当的温度、光照和水分条件下，球叶生理代谢活跃，球叶由白色逐渐变绿，并开始发生新根和毛根。此期约为7~10天。

(2) 抽薹期 从开始抽薹到开始开花为抽薹期。此期根和花薹生长要求平衡，最好根比花薹生长的快。随着花薹的伸长，茎生叶叶腋间的一级侧枝也长出，当主花茎上的花蕾开始开花时，则抽薹期结束。此期约15天左右。

(3) 开花期 由开始开花到植株基本谢花为开花期。此期花蕾和侧枝迅速生长，从花茎下部向上陆续开花，并继续抽生花枝，分枝越多，种子结的越多。早熟大白菜成株采种，每个种株约有12~20个花枝，中、晚熟品种每株有15~25个花枝，平均每株有1 000~2 000朵花。主枝和一级分枝上花数占90%左右。此期约需15~20天。

(4) 结荚期 从谢花后到果荚生长，种子发育成熟为结

荚期。此期花枝生长基本停止，果荚和种子迅速生长发育，种子成熟时果荚枯黄。当大部分果荚变成黄绿色时即可收获。

上面所述的大白菜生长发育时期，是指完整的生长发育过程。根据不同的情况和要求，有时并不需经历全部的生育时期，如仅为生产食用商品大白菜，就只经历营养生长阶段而无需再经过生殖生长阶段。若采取小株采种或春播采种方式，植株可从莲座期或幼苗期直接进入生殖生长阶段而不需经历结球期和休眠期。

(三) 生长发育需要的条件

1. 温度

大白菜是半耐寒性植物，生长的适宜温度是 $12\sim 22^{\circ}\text{C}$ ， 10°C 以下生长缓慢， 5°C 以下停止生长。短期 $0^{\circ}\text{C}\sim -2^{\circ}\text{C}$ 受冻后能恢复， $-2^{\circ}\text{C}\sim -5^{\circ}\text{C}$ 以下则受冻害。秋、春大白菜能耐轻霜，不耐严霜。夏大白菜有一定的耐高温能力。

大白菜不同发育时期对于温度的要求各不相同。

发芽期，要求较高的温度。大白菜的种子在 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 时即能发芽，但发芽势很弱。在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 发芽迅速， $1\sim 2$ 天即可发芽，易于出土，而且幼苗健壮，是发芽的适宜温度。在 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时，发芽更迅速，但幼苗虚弱徒长。生产上一般都掌握在温度降低到 26°C 左右时播种。另外在确定适宜的播种期时，还要计算全生育期是否能满足品种对积温的要求。

幼苗期对温度的适应性较强，既可耐 $-3\sim -4^{\circ}\text{C}$ 的低温，不受冻，又可耐 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的高温。一般适宜温度为 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。春大白菜必须保证幼苗期在 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ 以上，才能防止苗期通

过春化阶段。夏大白菜幼苗可以耐 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ 的温度。

莲座期是大白菜光合器官形成的主要时期，对温度要求严格，此期的适宜日均温是 $22\sim 17^{\circ}\text{C}$ 。秋大白菜这一时期，外界温度从高向低变化，有利于物质积累；春大白菜这一时期，温度从低向高变化，光合作用逐渐加强，促进莲座叶发育。一般当白天温度 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，夜间 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ ，昼夜温差为 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 左右，而且光照充足时，光合作用强，呼吸作用的消耗物质少，莲座叶增长和发育迅速。温度过高，莲座叶会徒长，容易感染病害。温度过低，莲座叶生长缓慢，营养面积小，延迟进入结球期。

结球期是大白菜产品器官形成的重要时期，对温度的要求甚为严格。适宜的温度范围是 $12\sim 22^{\circ}\text{C}$ 。当日均温超过 27°C 时，秋大白菜球叶不再抱合，难于形成紧实的叶球。如果温度降低到 5°C 以下，则球叶的增长量显著下降，逐渐停止生长。所以秋大白菜品种的选择和播期安排都以将结球前期与中期安排在日均温 $12\sim 19^{\circ}\text{C}$ ，白天温度达到 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，夜间温度在 $5\sim 12^{\circ}\text{C}$ 的季节为宜。

休眠期，以 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 为宜，温度低于 -2°C 会发生冻害，温度高于 5°C 容易腐烂。

抽薹期， $12\sim 22^{\circ}\text{C}$ 最适宜花薹生长，为了防止花薹徒长及发根缓慢的生长不平衡现象，一般以 $12\sim 16^{\circ}\text{C}$ 为宜。

开花和结荚期，要求较高的温度，月均温 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ 为最适宜。月均温低于 17°C ，并常有日温 15°C 以下的低温时，不能正常开花、授粉、受精；月均温高于 22°C ，并常有日温 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 以上的高温时，植株衰老加快，种子不能充分成熟。

大白菜不同生长期不仅要求适宜的温度范围，而且要有

足够的适温积温，才能使各阶段的器官充分地生长。在适温范围内，温度较高时能在较少的天数内得到足够的积温，使白菜生长迅速加快。温度较低则得到足够积温的天数增加，因此生长缓慢。积温与大白菜的品种、熟性以及原产地等因素有关。一般早熟品种积温为 $1\ 200\sim 1\ 400^{\circ}\text{C}$ ；中熟品种为 $1\ 500\sim 1\ 700^{\circ}\text{C}$ ；晚熟品种为 $1\ 800\sim 2\ 000^{\circ}\text{C}$ 。从温度条件来看，月均温在 $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的季节内都可进行大白菜栽培，也就是说，在旬平均温度 7°C 以上， 25°C 以下的生长季节达到 $70\sim 80$ 天以上的地区，都可进行大白菜的秋季栽培。

2. 光照

光照是大白菜进行光合作用的能量来源，对其生长发育有多方面的效应。光照对大白菜的影响包括光照强度、光质和光照长短等三个方面。

(1) 光照强度 大白菜属于中等光强作物，光补偿点为 $25\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光饱和点为 $960\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，在此范围内，光照越强，大白菜的光合作用越强，光照强度高于 $960\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 后，光合作用不再增强。当光强为 $25\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时，光合作用的产物刚好被呼吸消耗所抵销，植株的净光合积累为零。大白菜在幼苗期和莲座期遇到连续阴雨光照显著不足时，植株表现为叶形指数（长/宽）较大，叶柄也较细长，叶绿素含量低，叶色发黄，即徒长苗。在适温、强光照条件下，叶肉肥厚，叶绿素含量高，叶形指数较小，植株为健壮形态的幼苗。

(2) 光质 一般讲可见光能参与光合作用，但叶绿素吸收最多的是红光和黄光，吸收绿光最少。光质与大白菜的结球也有一定的关系。据研究，接近于红色光多时，球叶易于弯曲，蓝色光多时，球叶不易弯曲。一般秋季的红色光波多，

春季是蓝色光波多，所以大白菜在秋季栽培要比春季栽培更易获得成功。

(3) 日照长短 日照时数的多少与大白菜的产量和质量也有重要关系。在大白菜营养生长期内，平均每天日照时数不少于 7~8h，生长最好。一般早熟品种全生长期需 500~600h 光照，中熟品种应不少于 650~700h，晚熟品种需在 800h 以上，才能正常生长。尤其在莲座期需要较长的光照时间，平均每日达 8.5~9h 生长良好。若光照不足 8h，会影响莲座叶的健壮发育。

3. 水分

水分对大白菜生长十分重要。大白菜叶面积大，叶面角质层薄，因此蒸腾量大。据测定，在 25℃ 的温度下，中、晚熟品种结球期的蒸腾速率一般为（以 H_2O 计） $13 \sim 17 mmol m^{-2} s^{-1}$ ，每 h 蒸腾水分约 1.5kg。大白菜一生中的地上部分含水量在 90%~96%，根部也在 80% 左右。据推算，一株重 5kg 的大白菜，约有 250g 的干物质，要形成这些干物质，约需 80~100kg 的水。如果一亩地按 2 000 株种植，要生产 1 万 kg 的大白菜，则需 160~200m³ 的水。

根据生育时期、栽培方法、自然条件等，可将大白菜一生中的需水情况分为以下四个阶段：第一阶段是从播种到出苗。由于大白菜种子小、播种浅、覆土薄，播种层的温度变化异常剧烈。当天气干旱、烈日曝晒时地表温度常超过 40℃ 以上，如果水分不足则出芽后会形成“芽干”死苗现象。因此，应采取各种保墒措施，保持土壤湿度达 85%~95%。

第二阶段是从出苗到幼苗期结束，这时大白菜的幼叶少，叶片小，叶片的蒸腾量较大，100g 鲜重的叶片，在 27℃ 条件