

# 第一章

## 大棚蔬菜生产基础知识

蔬菜生长发育需要一定范围的温度、光照、水分、空气、土壤营养等环境条件，这些环境条件相互影响、相互作用，共同构成了蔬菜生长发育的环境条件。只有了解各种蔬菜对这些条件的具体要求，并进行合理利用和科学管理，才能使大棚蔬菜生产达到理想的目的。

### 第一节 大棚蔬菜温度管理

#### 一、蔬菜对温度的要求

温度对蔬菜的生长发育及产量形成有着重要的作用。各种蔬菜对温度都有一定的要求，都有温度的三基点：最高温度、最适温度和最低温度。在最适温度下，蔬菜的同化作用旺盛，生长良好，能获得更高的产量；当超过最高温度或最低温度，生理活动就会停止，甚至死亡。因此，蔬菜在最适温度条件下，光合作用最强，生育最快，品质最好。

根据蔬菜对温度的不同要求，蔬菜可以分为以下

5类:

一是耐寒的多年生宿根蔬菜,如茭白、藕、黄花菜等,它们的地上部分能耐高温,但到了冬季地上部分枯死,而以地下的宿根越冬,能耐 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的低温。

二是较耐寒的一、二年生蔬菜,如大葱、大蒜、韭菜、菠菜以及白菜的某些品种,这些蔬菜同化作用最旺盛的温度为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,但能耐 $0^{\circ}\text{C}$ 左右的低温。

三是半耐寒的蔬菜,如胡萝卜、萝卜、莴苣、芹菜、豌豆、蚕豆、甘蓝、大白菜等,它们同化作用最旺盛的温度为 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。超过 $20^{\circ}\text{C}$ 时,同化能力减弱;超过 $30^{\circ}\text{C}$ 时,同化作用所积累的物质几乎全为呼吸所消耗。这些蔬菜不能长期忍耐 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的低温。

四是喜温的蔬菜,如番茄、樱桃番茄、茄子、辣椒、菜豆、黄瓜等。这些蔬菜最适宜的同化温度为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。当温度超过 $40^{\circ}\text{C}$ 时,则生长几乎停止;而当温度在 $15^{\circ}\text{C}$ 以下则授粉不良,会引起落花落果。

五是耐热的蔬菜,如南瓜、丝瓜、冬瓜、甜瓜、西瓜、豇豆等。这些蔬菜同化作用最旺盛的温度为 $30^{\circ}\text{C}$ 左右。其中,西瓜、甜瓜、豇豆等在 $40^{\circ}\text{C}$ 高温下仍能生长。

各种蔬菜在大棚栽培中对温度的要求不一,同一种蔬菜在不同生长发育阶段对温度的要求也不同。种子发芽期,一般需要较高的温度,以利于胚芽萌发。出土前,保持较高的温度以使其快速出土;出土后,发生第一片真叶前,应适当降温,温度过高易形成高脚苗。幼苗期生长最适温度,通常比种子发芽期的最适温度低些;营养生长期

要求的温度比幼苗期要稍微高些；生殖生长期要求较高的温度；种子成熟期，又要更高的温度；休眠期则要求低温。

除气温外，地温也是影响蔬菜生长发育、产量和品质的重要因素。一般规律是，对气温要求较高的蔬菜，对地温的要求也较高；在一定的温度范围内，地温越高，作物的呼吸作用越旺，根系的呼吸能力也越强。

### 二、大棚中的温度条件

#### （一）温度变化规律

大棚内气温变化一般是日出后棚内气温逐渐上升，到下午1时左右气温达到最高值；而后随着棚外气温下降，棚内温度也逐渐下降，一般第二天日出前棚内温度达到最低值。棚内容积越小，白天温度升高得快，下降得也越快，则日夜温差越大；而棚内容积越大，则日夜温差相对越小。

大棚中的地温日变化规律与气温相似，但地温比气温稳定。最高地温出现时间比最高气温出现约晚2小时，而最低温出现的时间要短一些。表层地温变化大，而深层地温变化小。

#### （二）逆温现象

聚乙烯膜覆盖的大棚，在冬季有微风晴朗的夜晚，棚内顶部温度有时会出现比棚外低的现象叫逆温现象。原因是夜间棚外气温高处比低处高，由于风的扰动，棚外近地面处可从上层空气中获得热量补充，而大棚内由于覆盖物的阻挡，得不到这部分热量；冬天白天阴凉，土壤储藏热

量少，加上聚乙烯膜对长波辐射率较高，保温性略差，地面有效热辐射大、散热多，从而造成棚内温度低于棚外的现象。由于逆温现象的出现仅限于棚顶气温，棚内地温仍比外界高，而逆温出现时间又很短，多数情况下，危害程度很轻。

### 三、温度的调控

#### (一) 增温措施

1. 选择优质 EVA 消雾膜或多功能农膜，提高保温效果 EVA 膜或多功能农膜有较强的透光和保温性能，且强度大、耐老化。EVA 消雾膜为 3 种不同的薄膜复合而成：内层为无滴保温膜，中层为长寿膜，外层为软质防尘膜。它对土壤逆辐射出的红外线有较强的阻隔能力，可使棚温增高 1~2℃。

2. 提早覆膜 可增加深层土壤的热量储存。

3. 多层覆盖 覆盖采用大棚、中棚、小棚覆盖提高棚温；或小棚上再覆盖草帘、无纺布、遮阳网等。另外，可在大棚周围设置风障。

4. 实行地膜覆盖 一般可使地温提高 2~3℃。

5. 增施有机肥料 可以提高地温，因为增施有机肥料可提高土壤中微生物活动力，能使有机肥料进一步分解而产生热量。

6. 利用电热加温线提高地温 一般 12 月育苗可利用电热加温线加热。

7. 加强大棚保温管理 尤其在寒冷季节，少通风，晚揭早盖。

覆膜时裙膜与顶膜要重叠约 30 厘米，裙膜着地 20 厘米并用土压实。要及时修补破膜。

## (二) 降温措施

1. 通风是降低棚温、预防高温危害的主要措施。通风期间，通风口的大小和时间长短应根据天气条件、作物状况灵活掌握。

2. 采用遮阳材料（如遮阳网）减少大棚的受光量，从而达到降温目的。

3. 在地温过高时，可以用灌冷凉水的办法来降低地温。

## 第二节 大棚蔬菜光照管理

### 一、蔬菜对光照的要求

#### (一) 根据蔬菜对光照强度的要求不同

一般可分为以下 3 类：一是对光照强度要求较高的蔬菜。如瓜类蔬菜、茄果类蔬菜、豆类蔬菜、芋、藕等。二是对光照强度要求中等的蔬菜。如洋葱、大蒜、韭菜、萝卜、胡萝卜、白菜、甘蓝等。三是对光照强度要求较弱的蔬菜。如芹菜、菠菜、茼蒿、莴苣、生姜等。

#### (二) 根据蔬菜对光照时间的要求不同

一般可分为以下 3 类：一是长光性蔬菜。在较长的光照条件下（12~14 小时以上）促进开花；在较短的光照条件下延迟开花或不开花。如甘蓝类蔬菜、白菜类蔬菜、芥菜、萝卜、胡萝卜、芹菜、菠菜、莴苣、蚕豆、豌豆、

大葱、大蒜等。二是中光性蔬菜。对光照长短的反应不敏感，较长或较短的光照条件下都能开花。如番茄、辣椒、甜椒、菜豆、早毛豆、黄瓜等。三是短光性蔬菜。在较短的光照条件下（12~14小时以下）促进开花，长光照条件下延迟开花或不开花。如瓜类蔬菜、豇豆、毛豆、四季豆、苋菜等。

在大棚蔬菜生产上，对散射光的作用不可忽视，在某种程度上讲，它比直射光更为重要。这是因为，散射光中的红光和黄光占50%~60%，而直射光中的红光和黄光只占37%。所以，散射光对光合作用成效更大，更有利于蔬菜高产优质。

## 二、大棚中的光照条件

大棚内光照主要取决于棚外太阳辐射强度、覆盖材料的光学特点和污染程度。新膜的透光率为80%~85%；被尘土污染的旧膜透光率低于40%；膜内面凝聚水滴，由于水滴的漫射作用，可使棚内光照减少10%~20%；棚架、压膜线以及搭架的架材会偏光。因此，棚内的光照强度始终低于棚外的光照。

棚内的光照强度是上强下弱，棚架越高，近地面的光照也越弱。

棚内水平方向不同位置的光照强度也有差异：南北走向的大棚里，上午东侧光照强度大，西侧小，下午则相反；全天两侧差异不大，但东西两侧与中间有一弱光带。东西走向的大棚里，平均光照强度高于南北走向的大棚。但棚内南侧光照强度明显高于北侧。南北最大可能相差

20%左右，水平分布明显不均。

### 三、光照的调控

#### (一) 增加光照强度，延长光照时间

##### 1. 改善采光条件

(1) 确定大棚的走向，一般大棚按南北走向搭建，使大棚全天受光均匀，作物生长整齐。

(2) 采用透光率高的薄膜，保持薄膜清洁。同时，经常排出膜内面凝结的水滴，最好选用 EVA 消雾膜。

(3) 在有利保温的前提下，应尽早揭开覆盖物，延长受光时间。采用多层覆盖的，在白天及时把内层覆盖揭开。

(4) 在保证大棚稳固的前提下，尽量选用刚性强和遮光面小的材料。如钢管大棚，以减少棚内的遮阳。

**2. 蔬菜要合理布局，减少株间遮阳** 在栽培上，应选择较耐弱光的品种，种植密度要适当。随时摘除老叶、黄叶、病叶等无效叶片，及时整枝、打杈、摘顶、绑蔓等，以充分利用棚内的有限光照。

#### (二) 遮光

在软化栽培、扦插育苗以及某些蔬菜分苗后，为促进成活和加速缓苗或进行光周期处理，需要适当遮光。此外，在炎热的夏季，夏菜延后、秋菜育苗、秋菜提早栽培、伏菜栽培等，通常采用覆盖遮阳网等遮阳物，以达到降温和减弱光照强度的目的。

### 第三节 大棚蔬菜水分管理

#### 一、蔬菜对水分的要求

蔬菜对水分的要求因种类而异。根据对水分的要求，可分为地下部分根系对土壤水分的要求和地上部分植株对空气湿度的要求两个方面。

蔬菜对土壤水分的要求见表 1。

表 1 蔬菜对土壤水分的要求

蔬菜种类	植物特性	对土壤水分的要求
白菜、甘蓝、芥菜、黄瓜及绿叶菜类蔬菜	消耗水分多，根吸收力弱，叶面积大，根入土不深	需较高的土壤湿度，栽培时，选择保水力强的土壤，经常灌溉
甜瓜、西瓜、苦瓜等	消耗水分不多，根的吸收力强，叶大但有裂刻或茸毛，根系发达，抗旱能力强	较小的土壤湿度也适应，栽培时可少量灌水或不灌水
葱、蒜、芦笋等	消耗水分、吸水能力弱，叶面积小并有蜡质，根系入土浅且分布范围小	较高的土壤湿度，对土壤水分较严格
茄果类蔬菜、豆类蔬菜、根菜类蔬菜	消耗水分、吸水能力均为中等，叶面积中等	适中的土壤湿度，中等程度灌溉
茭白、荸荠、藕、慈姑	消耗水分快、吸收水分弱，植株大部分或全部浸在水中	经常蓄水的田地或多雨潮湿的条件

## 二、大棚内湿度的调控

大棚空气湿度过大，不仅直接影响植株的光合作用和对矿物质营养的吸收，而且有利于部分病菌滋生和蔓延。因此，在大棚生产中，湿度调控主要是降低空气湿度。

不同蔬菜对空气相对湿度的要求见表 2。

表 2 不同蔬菜对空气相对湿度的要求

类型	蔬菜种类	适宜相对湿度 (%)
较干燥型	南瓜、甜瓜、葱、蒜、胡萝卜、西瓜	45~55
较低湿型	茄果类蔬菜、豆类蔬菜 (除蚕豆、豌豆)	60~70
中等湿型	黄瓜、马铃薯、蚕豆、豌豆、根菜	75~80
较高湿型	芹菜、绿叶菜、水生蔬菜	85~90

控制水分的措施：

一是通风换气。要适时进行通风，促进棚内高湿空气与外界低湿空气交换，可有效降低棚内相对湿度。高湿季节要早通风、大通风、晚闭棚。不仅晴天要通风，阴天也要利用中午棚外温度高时进行短时通风。一般每次浇水后，在不影响温度条件的情况下，都要加大通风量，将湿气排出棚外，换入外界的干燥空气，降低棚内空气相对湿度。

二是浇水。适时适量浇水，避免夜晚浇水、阴雨天浇水、寒潮来临前浇水。浇水宜在晴天上午进行，这样可在中午通风换气时，降低部分空气湿度，减轻其危害。

三是地膜覆盖。可减少土壤水分蒸发，有明显降低空气湿度的效果。

四是滴灌技术。采用滴灌结合深沟高畦地膜覆盖栽

培，这样既能增加土壤湿润，又能降低空气湿度（可降低20%左右），是促进蔬菜生长、控制病害发生的有效办法。

## 第四节 大棚蔬菜气体管理

### 一、蔬菜对气体的要求

蔬菜生长发育既需要氧气进行呼吸作用，又需要二氧化碳进行光合作用。蔬菜产品中的干物质，含有约50%的碳，是蔬菜利用二氧化碳进行光合作用获得的。蔬菜时时刻刻都进行着呼吸作用，这就需要有足够的氧气，蔬菜根系呼吸也同样需要氧气。若把空气中二氧化碳的浓度由300微升/升提高到1000微升/升，光合效率可增加1倍以上；反之，若将二氧化碳的浓度下降到50微升/升，光合作用则几乎停止。这时植物消耗自身积累的营养物质，最终导致作物饥饿而死。

一般光合作用较适宜的二氧化碳浓度为1000微升/升左右，而大气中二氧化碳的实际含量只有300微升/升。因此，在无机营养供应充分、光照和温度条件能相适应、光合作用旺盛的情况下，适当进行人工补充二氧化碳，就可以促进光合作用，提高蔬菜产量。

蔬菜根系、叶面进行呼吸作用所需的氧气是从空气中得到满足的。当土壤渍水而造成缺氧时，根部会窒息，地上部萎蔫，生长停止。因此，在栽培蔬菜时，一定要注意疏松土壤、不要渍水。

此外，有些气体的存在会对蔬菜产生毒害作用，如一

氧化碳、二氧化硫、氨气等有毒气体。

## 二、气体的调控

### (一) 二氧化碳的调节

当大棚中的二氧化碳减少时，除进行通风换气外，还可用人工进行补充。增施二氧化碳气肥的效果与温度、光照等条件密切关系。在低温弱光的条件下，提高二氧化碳浓度，效果不太明显。光照强度大，二氧化碳浓度升高，蔬菜光合作用增强，同化量就增多。不同的蔬菜对二氧化碳的浓度要求也不一样。如番茄、菠菜等可增加到1 000微升/升浓度，黄瓜为1 500微升/升；浓度再高时，作用甚小。

### (二) 氧气的调节

主要是通过通风换气来实现。关键问题是要保持土壤中有一定含量的氧气，使根系呼吸作用增强，发育好，有利于对养分和水分的吸收，促进地上部分的生长。增施腐熟有机肥料，改善土壤团粒结构，防治大水漫灌，减少土壤板结，使土壤疏松、透气性好。

### (三) 有毒气体防治措施

1. 科学施肥 大棚蔬菜施肥，应以充分腐熟有机肥料为主，适当增施氮肥、磷肥、钾肥，并坚持以施足基肥。适时追肥，追肥要严格按照“少量多次”的原则，防止施重肥，施浓肥，严禁使用碳酸氢铵做追肥，苗期不宜追施人粪尿和尿素。

2. 通风换气 利用中午气温较高时，揭开腰档以上大棚膜，使空气流通（注意冬季低温季节禁止开门与拉下

裙膜通扫地风)；即使在阴天或雨天，也要在中午进行短时间的通风换气，以尽可能减少棚内有害气体，降低空气湿度。

**3. 补救措施** 发现大棚蔬菜遭受二氧化硫危害，及时喷洒石灰水、石硫合剂或 0.5% 合成洗涤剂溶液；黄瓜遭受氨气危害，在叶的背面喷洒 1% 的食醋溶液，均有明显效果。

## 第五节 大棚蔬菜土壤营养管理

### 一、大棚蔬菜对土壤营养的要求

大棚蔬菜种类较单一，生长期长，重茬多，产量高，对土壤营养条件要求比较高。第一，土壤要高度熟化，有较厚的有机质积累层，腐殖质含量不低于 2%~3%，熟土层厚度不低于 30 厘米。第二，土壤结构要疏松，有较好的保水、保肥、供氧能力。第三，土壤的酸碱度要适中，大多数蔬菜作物最适 pH 为 6.0~6.8，即在微酸性的土壤中生育良好，酸度过高的土壤中含有较多的铁离子和铅离子，这些金属离子对作物有毒害作用。第四，稳温性好，蔬菜要求土壤有较大的热容量和导热率，温度变化比较稳定。第五，营养含量高，保肥供肥能力强。第六，土壤卫生，无病虫寄生，无污染性物质的积累。

不同种类或同一种类处于不同发育阶段的蔬菜，对土壤中氮、磷、钾等多种营养元素的吸收量不同。一般蔬菜在幼苗期需要氮元素量较多，而在器官形成期，除氮外，

其他营养元素的种类和数量也要求相对增加；叶菜类蔬菜除需大量的氮素外，还需要一定数量的磷和钾；根菜类、茎菜类蔬菜需氮较少，而需较多的钾和适量的磷；果菜类蔬菜需氮量稍少，而对磷的需要量则大大增加。

蔬菜除上述主要营养元素外，还需要钙、镁、硫、铁等常量元素，以及硼、锰、铜、锌、钼等微量元素。

## 二、大棚中的土壤营养条件

建设塑料大棚时，应选择条件较好地块，即土层深厚、肥沃、松软的轻壤土、沙壤土，排灌方便，以满足多种蔬菜生长发育的需要。即使因环境条件的限制，没有熟化的土壤，但大棚的面积较小，通过精细耕作、土壤改良、培肥地力，则棚内的土壤条件仍可优于露地土壤条件。大棚土壤的不利条件是，因蔬菜的生长期长，往往在特定的季节生产；经常栽培有限的几种蔬菜，形成高度的连作栽培方式；同时，施肥量多，施用同一种肥料的现象较为普遍；加上大棚中的肥料很少受雨水冲刷流失，剩余的肥料和盐类会逐渐上移，积聚在土壤表层，造成土壤溶液浓度的增高，影响蔬菜的生长发育。此外，多年连作后土壤病菌和虫卵的累积，从而引起蔬菜病虫害的发生。

## 三、土壤营养的调控

### （一）土壤盐害的防治

解决大棚盐类积聚引起的土壤溶液浓度障碍应从预防着手，主要措施：

一是进行土壤分析测定，做到合理施肥。

二是坚持多施有机肥料。增施有机肥料，提高土壤有机质含量，可以增强土壤的代换能力和蓄水能力，减轻盐害。

三是在施用化肥时，应当注意化肥的质量、数量、种类和施肥方式。

四是以水排盐。大棚土壤溶液浓度偏高时，可利用夏季休闲季节，采用大水漫灌的方法，使土壤中的盐类物质溶于水并排出，或在梅雨季节揭去棚膜，通过降雨淋漓减轻其危害。

五是选用耐盐性较强的蔬菜。蔬菜的种类不同，耐盐的程度也不同。一般来说，瓜类蔬菜（除黄瓜外）耐盐性较强，均可在 0.25%~0.3% 的盐（碱）土中生长；其次是芹菜、韭菜、蚕豆、菠菜；耐盐较低的是菜豆，只能在 0.1% 的盐土中生长。

## （二）土壤酸化的防治

大棚土壤酸化发生，不仅直接影响蔬菜正常生长，而且还引起生理性病害的发生，并且导致土壤容易板结。降低土壤酸度的有效办法是增施有机肥料和石灰。据试验，酸性菜园土用石灰后，有利于保水、保肥，产量也得到提高。一般亩\* 施 50~100 千克石灰的处理，花椰菜增产 5%~6%，莴笋增产 4%~8%，小白菜增产 40% 左右。

## （三）科学施肥

科学施肥是提高土壤肥力保证蔬菜优质高产的最重要的措施之一。各种蔬菜对施肥及肥料的成分要求不同。同

\* 亩为非法定计量单位。1 亩=1/15 公顷。

种蔬菜在不同的生育阶段对肥料的要求也不一样，同种蔬菜不同的产量水平需肥量也不同。几种主要蔬菜产量与氮、磷、钾的关系见表3。但在实际施肥时，要考虑土壤的固定、流失和挥发损失，一般施肥量比作物对养分的吸收量要大。例如，氮素应为吸收量的1~2倍，磷素为吸收量的2~6倍，钾素为吸收量的1.5倍。

表3 几种主要蔬菜吸收氮、磷、钾元素的数量

蔬菜名称	产量 (千克/亩)	吸收量 (千克/亩)			氮磷钾 总吸收量 (千克/亩)
		氮 (N)	磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	钾 (K <sub>2</sub> O)	
黄瓜	6 250	10.45	6.0	10.45	26.90
番茄	6 250	18.75	2.45	32.0	53.20
茄子	4 750	14.0	3.0	22.75	39.75
四季豆	850	8.75	3.75	8.2	20.7
春甘蓝	2 800	12.65	3.05	10.15	25.85
白菜	7 500	16.4	7.5	21.5	45.40
芹菜	2 250	8.0	3.2	13.2	24.40
菠菜	1 200	6.75	2.2	5.45	14.40
莴笋	1 500	3.75	1.75	6.75	12.25
花椰菜	3 000	14.2	8.0	16.75	38.95
洋葱	3 600	4.8	2.25	8.15	15.20

由于大棚结构及其小气候的特殊性，在施肥上形成以下特点：一是追肥时禁用挥发性化肥；二是不能施用未腐熟的有机肥料尤其是未腐熟的饼肥、鸡粪、人粪尿等；三是尽量少施或不施副成分高的化肥（如氯化钾等）；四是强调多施有机肥料，这对提高土壤肥力、防治盐害和增加

二氧化碳含量效果明显；五是施肥后土壤要浇足水分，覆膜 3~5 天再种植以免肥料伤苗。

腐熟的农家肥适宜做基肥，一般亩用量 3 000 千克以上。化肥因为有效成分含量高、速效，常被用来追肥或基肥。追肥时最好随水浇施，大棚里不能地面撒施，也不宜做种肥。碳酸氢铵因易挥发出氨气，所以不宜在大棚追施。过磷酸钙主要用于做基肥，也可做追肥施用。氯化钾做追肥，但应严格控制用量，以防土壤溶液浓度升高。多元复合肥是较好的化肥，可根据蔬菜的需要选用。微肥因用量小，多做叶面喷施，也有在土壤中施用或用来拌种。

使用化肥时，避免连续使用单一种类的化肥。根据蔬菜需氮、磷、钾等营养元素和土壤缺营养元素的实际状况，以及根据土壤分析和叶片营养诊断技术来指导蔬菜施肥量，努力做到科学、合理、安全、高效地使用肥料。

## 第二章 蔬菜主要病虫害防治

### 第一节 蔬菜主要病害防治

#### 一、病毒病

##### (一) 为害症状

大白菜等叶菜类蔬菜感染病毒病后，受害幼苗心叶明脉、失绿，呈花叶或皱缩。成株受害后，叶片皱成团，硬而脆，植株矮化、畸形、不结球等。茄科及瓜类蔬菜受害叶片明显花叶，新叶变小，叶形细长狭窄，扭曲畸形，下部叶片卷缩，果实小而质劣，果面下陷不平等。

##### (二) 发病规律

此病主要是蚜虫为传播媒介。高温干旱时，蚜虫带毒率高，有利于发病。

##### (三) 防治技术

1. 农业防治 选用抗病品种、适时播种，及时防治蚜虫，注意种子消毒、提高栽培技术，加强肥水管理。

2. 药剂防治 可用 20% 病毒 A 或 20% 病毒 K500 倍液喷雾。