

## 甜菜

甜菜是藜科甜菜属的2年生植物，原产地是地中海沿岸。因为地下肥大的主根外观像萝卜，又被称为砂糖萝卜。甜菜根含有14~20%的蔗糖，榨汁后可精制成砂糖。地上部的叶片和榨汁后剩下的甜菜渣还是家畜的优质饲料，是一种基本没有废弃物的优秀农作物。

虽然原产地是夏季高温干燥，冬季温暖多雨的地中海性气候，但现在甜菜作为糖料作物反而主要栽培在不适合甘蔗生长的温带~亚寒带地区。甜菜传入日本的时期不明，但从1870年就有栽培作为制糖原料的记录，逐渐形成了以北海道为中心的栽培区域。但是，1970年代后，因为面临与进口廉价砂糖的竞争，栽培面积和收获量逐年减少。现在作为产业栽培的仅限于北海道了。

根据日本农林水产省2019年的统计，日本的甜菜栽培面积5.67万公顷，收获量398.6万吨，北海道占了全国栽培面积的99%以上。

按照FAO（联合国粮农组织）的统计数据，2019年全球的甜菜栽培面积461万公顷，收获量2亿7850万吨。最大的栽培国家是俄罗斯，栽培面积达到113万公顷，收获量5435万吨。其他的主要栽培国家有法国、德国、美国、土耳其等。

本编对甜菜的栽培知识和施肥管理进行解说。

### 1. 甜菜的生育阶段和主要的农作业

甜菜喜好温暖的气候，生育初期地上部的生长和生育中期地下主根的肥大需要白天25℃，夜间20℃左右的温和的气象条件，但到了生育后期则需要凉爽的气候，最好是10℃以下的夜间温度来促进根中的糖分积累。有实验数据表明，在170~220天的栽培期间里，积温2,400~3,000℃，年间降雨量为600mm左右的气候条件最适合甜菜的栽培。

甜菜种子可以在5~30℃的温度范围内发芽，但发芽最适温度是25℃。发芽后，若幼苗持续生长在10℃以下的低温环境里会诱导出现花芽分化，在栽培期间内抽苔开花。所以甜菜的生育温度需要控制在10~35℃的范围里，最适生育温度是15~25℃，生育后期因为需要促进主根中的糖分积累，生育适温降到10~20℃。

在日本北海道，为了增加甜菜的生长期，常规的栽培方法是采用在大棚或温室内播种育苗，待幼苗成长后再定植到耕地里的育苗定植方式。但是，有部分农户为了削减栽培成本和节约劳动力，采用将种子直接播在耕地里的直播栽培方式。

育苗定植栽培方式是在初春融雪前的3月上旬~4月上旬将甜菜种子播种到特制的纸筒（甜菜育苗专用的特殊纸制成的直径约19mm，高约130mm的无底无盖圆筒）里，放在可加温的育苗大棚或温室内，将温度保持在15~20℃让其发芽。待幼苗展出了4~5片真叶，株高达5cm左右就可以定植到耕地里。直播栽培方式是在融雪后，地温超过10℃以上的4月中旬~5月上旬时直接将种子播种在耕地里让其发芽生长。育苗定植栽培方式的定植要在地温超过10℃以上才好进行，最好是在直播栽培的播种后5~10天。因为育苗定植栽培方式的植株生育期间要比直播栽培多40~50天，收获量要多10%以上，主根的糖分含量也较高，所以

日本北海道主要采用育苗定植栽培方式。

甜菜的生育阶段被分为营养生长期和生殖生长期。营养生长期又被分为发芽期，幼苗期，茎叶展开期，主根肥大期，糖分积累期。生殖生长期又被分为抽苔期，开花期，种子肥大期，成熟期。但是，除了采种用之外，通常都在糖分积累期的后期收获，不会让其继续生育到抽苔期。

图 1 是甜菜的栽培阶段和各阶段的主要农作业示意图。

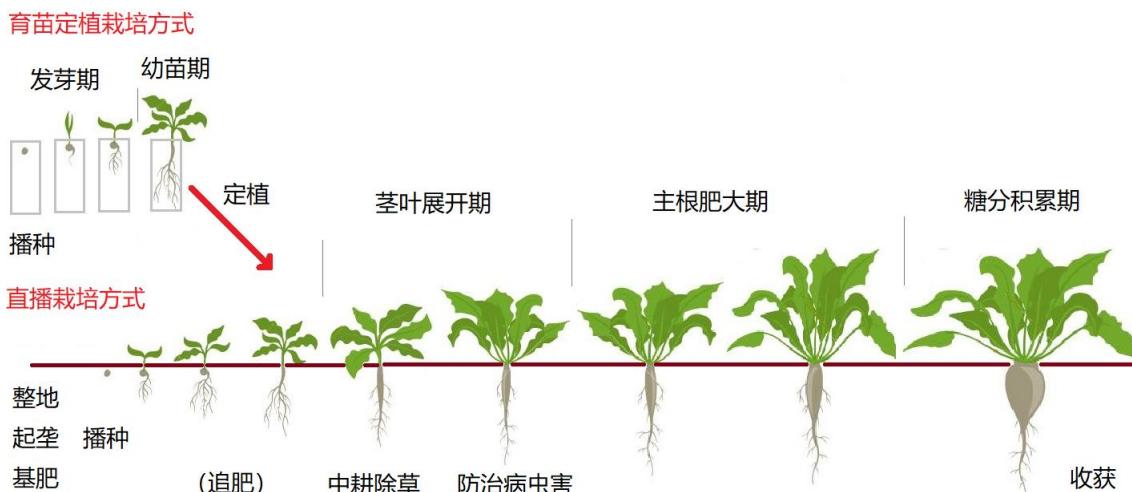


图 1. 甜菜的栽培阶段和主要农作业示意图

发芽期是播种后到幼苗发出最初的真叶为止的期间。甜菜的发芽受到气温（地温）的影响，地温越高发芽越快。在 15~20℃ 的温度范围内，大概在播种后 7~10 天幼苗就会露出地面。发芽期消耗的养分全部来自种子，从外部只是吸收水分而已，属于非独立营养期。幼苗展开最初的真叶后，根开始从土壤里吸收养分，从非独立营养期转变到独立营养期。

幼苗期是幼苗展开了最初的真叶后到长出了 4~5 片真叶为止的期间，在育苗大棚里的 15~20℃ 温度下大约需要 40 天，在自然环境下的直播栽培可能会更长一些，需要 45~50 天。幼苗期的植株生长缓慢，叶片小，叶色淡，细长的主根只是向下伸展，还没有肥大。采用育苗定植栽培方式时在幼苗长出了 4~5 片真叶，株高达到 5cm 左右后进行定植。

茎叶展开期是幼苗长出了 4~5 片真叶后到主根开始肥大为止的期间。甜菜的茎节基本不会伸长，地上茎非常短，叶片呈放射状从地表的茎基部发出。进入茎叶展开期后生长加快，不断长出新叶。茎叶展开期长出的叶片都是大型叶，与幼苗期的叶片明显不同。大概在 7 月中旬~下旬，植株展开了 15~20 片大型叶片后主根开始肥大，进入主根肥大期。

主根肥大期是主根开始肥大到植株完全停止长出新叶为止的期间。根据品种和生长条件，大概在植株展开了 15~20 片大型叶后光合作用的产物开始流转入主根里储存起来，促进主根不断肥大。植株在主根肥大期仍继续长出新叶。甜菜在整个生育期间可长出 50~60 片叶片，在生长最盛期，植株一直保持有 30~40 片叶片。

进入 9 月后，随着气温的降低和昼夜温差的增大，植株不再发出新叶，进入糖分积累期。光合作用的产物全部流转到主根，转变成蔗糖积储起来。在糖分积累期，主根仍继续肥大。

通常在糖分积累期的后期，主根重量达到 800g~1kg 时进行收获。因栽培地区，气温，品种不同，收获时期大概在 10 月中旬~11 月中旬。冬季低温会引起主根重量减少和糖分含量下降，一定要在下霜前完成收获。但是收获过早则主根肥大不足，重量轻，糖分含量低，造成减产和品质不良。所以最重要的是掌握好收获时机，适时进行收获。

气温降到 5℃以下时甜菜就会停止生长，进行越冬。到了第 2 年春季气温回升到 10℃以上时重新恢复生长。甜菜在冬季低温环境下发生花芽分化，春暖后在日长条件下开始抽苔，主茎快速伸长，在茎上长出数枚叶片，在叶腋中出现侧芽，萌发成为分枝。在主茎和分枝的先端开始形成花芽。

抽苔后，主茎和分枝先端的花蕾开花授粉，结成种子。种子肥大后成熟。大概在 6~7 月开花，8 月份种子成熟。

在幼苗期若长期遭遇 10℃以下的低温，幼苗内有可能出现花芽分化，在栽培当年的 10 月进入糖分积累期后就会出现抽苔。一旦抽苔，会大量消耗主根内的糖分，使得主根重量减轻和糖分含量下降，所以必须让发芽期和幼苗期的气温保持在 10℃以上。

## 2. 甜菜的养分吸收量和吸收峰值

甜菜在生育期间所吸收的养分是作为形成各组织器官和维持生理活动所需的物质。

甜菜在其生育期间所吸收的全养分量可以从收获物和残留茎叶的重量和所含的养分量进行推算。根据日本的农业环境技术研究所发表的「我国农作物的养分收支」中的数据， $1000m^2$  (1.5 亩) 甜菜的平均收获量(干物重量)为 1172kg，其中所含的养分量是氮 7.19kg，磷 ( $P_2O_5$  换算) 3.10kg，钾 ( $K_2O$  换算) 11.48kg，主根以外的地上部茎叶干物重 851kg，其养分含量是氮 16.40kg，磷 ( $P_2O_5$  换算) 5.03kg，钾 ( $K_2O$  换算) 33.34kg。即栽培  $1000m^2$  甜菜，需要从土壤里吸收 23.59kg 的氮，8.13kg 的磷，44.82kg 的钾。因为需要促进光合作用产物流转和积累在主根里，所以钾的需求量很大，其吸收量是氮的 2 倍，磷的 5 倍。

另外，甜菜生长需要较多的硼，若土壤中的硼不足时，容易出现主根发育不良，出现木栓化等缺硼症状，需要注意补充硼养分。

甜菜的根系发达，分布较深广，养分吸收能力强，能够吸收土壤中部分难溶性的磷和钾。若是前茬种植的作物是大豆等豆科植物或者是施肥量多的小麦的话，土壤中会有较多的残留养分，即使是施肥量稍有不足，一般都不会造成减产。但忽视施肥使得施肥量严重不足，主要靠土壤中的残留养分来供给的话，会对新叶的发生和主根的肥大，糖分的积累带来不良影响，严重影响到收获量。所以必须通过施肥来保证甜菜能够吸收到足够的养分。但是，过度施用氮肥，土壤中氮过剩则会造成茎叶过于繁茂，使得主根的糖分含量低下，蔗糖以外的有害氮化合物增多，降低收获物的品质。

发芽期所需的养分全部来自种子里的储藏物质，基本上从外部只是吸收水分。幼苗期的生长缓慢，从外部吸收的养分量很少。定植后的茎叶展开期和主根肥大期生长快，发出的新叶多，对养分的需求量大，特别是对氮和钾的吸收量快速增加。进入糖分积累期后，因为植株不再发出新叶，氮的吸收量急速下降，钾的吸收量则维持在一定的水准上直到糖分积累期的后期。氮

的吸收峰值在茎叶展开期到主根肥大期的前期，钾的吸收峰值在主根肥大期。

### 3. 甜菜栽培所需的施肥量和施肥管理

在日本，栽培甜菜所需的标准施肥量是  $1000\text{m}^2$  耕地施用氮  $15\sim20\text{kg}$ ，磷  $15\sim20\text{kg}$ ，钾  $14\sim16\text{kg}$ ，镁  $3\sim4\text{kg}$ ，硼  $0.3\text{kg}$ 。若是每  $1000\text{m}^2$  耕地施用  $1500\sim2500\text{kg}$  堆肥作为基肥的话，可以将氮磷钾的施肥量各减少  $3\sim5\text{kg}$ 。在施肥管理上，育苗定植栽培方式为了节省施肥劳动力和成本，将全部肥料作为基肥，不进行追肥的基肥一次性施肥方式。直播栽培方式因为发芽后的幼苗不耐肥，容易受到土壤中高浓度养分的影响造成烧苗，需要控制基肥施用量，所以多采用基肥和 1 次追肥的分施方式。但若使用缓释性肥料时也可以采用全量基肥，不进行追肥的施肥方式。因前茬作物种类和土质，有无施用有机物等耕地的养分条件有较大的差异，最好在栽培前进行测土，设计出最适施肥量，以防出现施肥过剩或不足。

甜菜与其他作物不同，不适应酸性土壤， $\text{pH}5.5$  以下的酸性土壤就会妨碍甜菜的生长导致减产。最适合甜菜生育的土壤是  $\text{pH}7.0\sim7.5$  的弱碱性土壤。但是，碱性土壤容易诱发甜菜丛根病，所以最好是栽培在  $\text{pH}6.0\sim6.5$  的微酸性土壤里。因此，育苗定植栽培时若是土壤  $\text{pH}$  低于  $5.5$ ，直播栽培时若是土壤  $\text{pH}$  低于  $5.8$ ，就需要施用石灰质肥料来调整土壤  $\text{pH}$  和补充钙，镁养分。但是，在施用石灰质肥料时注意不能过量，不要让土壤  $\text{pH}$  超出  $6.5$ ，以免诱发甜菜丛根病。

在日本为了方便管理和减轻土壤水分过多的不良影响，甜菜全部采用起垄栽培方式。基肥的施肥方式因栽培方式而有所不同。育苗定植栽培基本全部采用垄内条状深层施肥方式。直播栽培主要采用垄内局部全层施肥方式，部分采用全面全层施肥方式。

垄内条状深层施肥方式是在使用起垄机起垄后，在垄上开挖一条施肥沟，将基肥施入沟内后覆土混合掩埋，然后再开出定植穴，将幼苗定植在穴内。

垄内局部全层施肥方式是使用起垄施肥机在起垄的同时将基肥施入到垄内混合到耕作土层里后才进行播种。

全面全层施肥方式是在翻耕后将基肥全面散布到耕地上，再通过整地将肥料全面混入耕作土层里后进行起垄和播种。

石灰质肥料和堆肥采用全面全层施肥方式。在翻耕前就将石灰质肥料和堆肥全面散布到耕地上，通过耕耘将其混入耕作土层后才进行起垄。

采用基肥和追肥的分施方式时，应该在播种后经过  $30\sim40$  天，幼苗展开了  $2\sim3$  片真叶时进行追肥。将含氮量  $5\sim8\text{kg}$  的硫酸铵或尿素沿着植行以条状施放到垄上的一侧。追肥后最好进行中耕培土，将肥料掩埋，可提高肥料利用率。

### 4. 施肥管理上的注意事项

甜菜栽培上的施肥管理注意事项如下。

① **不能过剩施用氮肥。** 土壤中氮养分过多会造成茎叶过于繁茂，延长主根肥大期。虽然主根能够长得更大，增加收获量，但主根的糖分含量低，有害的非糖化合物增多，降低收获物的

品质。

② **需要施用硼肥。** 甜菜生育对硼的需求量大，容易出现缺硼症状，影响生长和收获量。必须在基肥中加入硼酸或硼砂等硼肥。

③ **积极使用缓释性肥料。** 甜菜栽培期间较长，加上茎叶茂盛，不易进行追肥，所以通常采用基肥一次性施肥方式。但是基肥一次性施肥方式容易在茎叶展开期的后期和主根肥大期出现氮养分不足的现象。若是施用硫磺包膜尿素或脲甲醛等缓释性氮肥，可以在茎叶展开期和主根肥大期及时提供所需的氮养分。树脂包膜尿素因为需要大量的水分才能释放出氮养分，不适合用于旱地作物。