

## 草莓

草莓是薔薇科草莓属的多年生植物，原产地是北美和南美，江户时代后期（19世纪）传入日本。草莓的果实外观漂亮，水分多，口感酸甜，含有丰富的维生素C，维生素A，维生素E，维生素B1、维生素B2，胡萝卜素，草莓胺，果胶，叶酸等营养物质，是一种优质的水果。草莓主要用于生食，还是果酱和各种西式和日式糕点的材料。其特有的酸甜味和香味还多用作饮料和点心的风味添加剂。

经过长期栽培和改良，草莓的品种繁多，通常按照花芽分化的特性和栽培·收获时期的不同而分为一季结果性品种和四季结果性品种 2 大类。一季结果性品种是在自然环境下只限于春季开花结果的草莓，四季结果性品种则从春季到秋季都可以开花结果。日本主要栽培果实外观形状好，味道浓厚，收获量高的一季结果性品种，只有寒冷的北海道和东北地区有部分栽培四季结果性品种。但在欧洲因为气候寒冷，冬春不适宜草莓生长，除了南欧有栽培一季结果性品种之外，基本上都是栽培从夏季到晚秋开花结果的四季结果性品种。

根据日本农林水产省 2019 年的统计数据，日本的草莓栽培面积 5110 公顷，收获量 16.52 万吨，市场供应量 15.21 万吨，基本上都是大棚和温室促成栽培的一季结果性品种。主要栽培地区是栃木县，福冈县，熊本县，静冈县，长崎县和爱知县。根据日本农林水产省和全国农业协同组合（JA 全农）的分类，草莓是一年栽培型作物，属于果菜类，并不属于果实类。

按照联合国粮农组织（FAO）2018 年的统计数据，全球的草莓栽培面积达到 48.3 万公顷，收获量 1130 万吨。收获量超过 100 万吨的国家只有中国和美国。

本编对一季结果性草莓品种的栽培知识和施肥管理进行解说。

### 1. 草莓的生育阶段和主要的农作业

虽然草莓在全世界都有栽培，但各地的气候和土壤条件不同，使用适应当地气候环境的品种和栽培方法是草莓栽培成功的关键。东亚的日本，韩国和中国属于多雨湿润地区，原本并不适合草莓的栽培，随着日本开创的大棚和温室加温促成栽培技术的普及，能够不受环境气候的影响，正常栽培出优质的草莓。

草莓喜好凉爽的气候。生育适温是 20~25℃，果实肥大的适温是日间 20~25℃，夜间 15~20℃。10℃以下就会停止生长，进入休眠。超过 35℃的高温亦会抑制草莓的生长，特别是果实肥大受阻，容易落果。生长需要强烈的光线，若光照不足会引起徒长，使得植株软弱，花少，落果多，果实肥大受阻，果实的糖分和果酸少，味道淡。

草莓的根系分布很浅，养分和水分吸收能力弱，不耐干燥。但栽培中遇到土壤水分过多亦容易诱发病害。喜好排水性和通气性好的土壤。日本基本采用可以加温的大棚和温室在冬春进行一季结果性品种的促成栽培，部分农户使用透明薄膜覆盖的隧道式栽培方式在春夏进行一季结果性品种或四季结果性品种的露地栽培。

一季结果性品种的花芽分化属于低温短日型。在自然环境里，需要经过初秋的气温低下和短日条件才能诱发花芽分化。花芽分化后，在短日环境下进入休眠，经过冬季的低温打破休眠后，

随着春季气温的回升而重新开始生长和开花结果。在自然条件下，草莓在 9 月下旬~10 月进行花芽分化后进入休眠，11 月末休眠达到最深，第 2 年 3~4 月从休眠觉醒，恢复生长和开花结果。采用透明薄膜覆盖的隧道式露地栽培通常在 9~10 月定植，第 2 年 3~4 月平均气温回升到 10℃ 后开始开花结果，4~7 月之间收获。采用加温大棚和温室的促成栽培方式则先通过高原凉地育苗，断根，育苗钵低温短日照育苗等方法来促进花芽分化后，再使用低温黑暗的幼苗冷藏处理或夜冷短日处理等来打破休眠，待幼苗觉醒后，于 9~10 月定植，11 月开始开花结果，12 月~第 2 年 6 月收获。

草莓的生育阶段分为营养生长期和生殖生长期。营养生长期是主茎的伸长和侧枝的发出，在茎上长出和展开新叶。生殖生长期是开花和结果，果实的成熟。因为草莓是多年生植物，只要气温保持在 10℃ 以上，就能够不断地长出茎叶和花蕾，持续开花结果。在栽培上，营养生长期又分为育苗期和茎叶展开期，开花后就统一归纳为开花结果期。但是，即使是开花结果后，植株也不断地发出侧枝和新叶，所以生殖生长期是与营养生长期共存的。图 1 是草莓的栽培阶段和各阶段的主要农作业示意图。

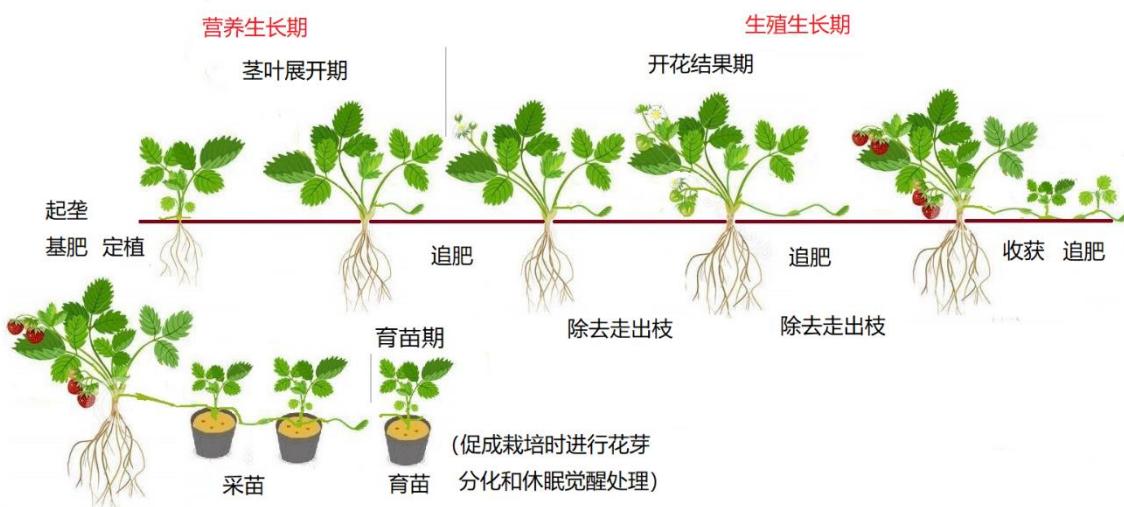


图 1. 草莓的栽培阶段和主要农作业示意图

与其他蔬菜不同，草莓种子有休眠的特性，需要打破休眠才能够发芽。加上幼苗生长慢，温度管理要求严格，还存在土壤病原菌和病毒对幼苗的感染危险，所以从种子开始育苗来进行栽培既花时间又需要精细的管理，非常不上算。日本除了品种改良外，通常都是从当年的植株腋芽萌发的侧枝（通常称为走出枝）采苗进行营养繁殖培育出幼苗。

在 5~7 月，将植株当年发出的走出枝靠贴在土壤上或埋入育苗钵的表土中让其发出不定根。若走出枝浮起离开土壤时可用铁线弯成 U 字型将走出枝固定在土壤上。当走出枝发出不定根成活后，用剪刀剪断与植株连结的部分，移送到苗圃内进行育苗。

采用露地栽培方式时不需加以特别处理，等幼苗在苗圃培育到 9~10 月时定植到耕地里。若是采用大棚和温室促成栽培方式时，需要先将幼苗移送到高原凉爽地区使其处于低温短日环境下，或者是将幼苗放到低温黑暗处进行冷藏处理或通过夜冷短日处理等来促进花芽分化。

和打破休眠后在 9~10 月定植到大棚或温室里。

定植时最需要注意的是草莓幼苗的植入方向。草莓的花芽通常发生在从植株发出的走出枝的伸长方向相反的方向，若将幼苗与走出枝伸长方向相反的一侧植到通路侧，可以方便管理和收获。

定植成活后，植株不断长出新叶，腋芽也逐渐萌发形成侧枝，部分侧枝变成走出枝，进入茎叶展开期。为了容易进行管理和收获，露地栽培的草莓需要摘除萌发出的走出枝，避免出现茎叶过密状态。大棚和温室促成栽培，特别是采用「高架栽培」方式的草莓可以留下部分走出枝，使其伸长垂到高架外，具有增加叶面积，强化光合作用，结出更多和更大更甜果实的效果。

草莓需要昆虫的授粉才能结果。大棚和温室栽培最好是放入蜜蜂或圆花蜂等授粉昆虫让草莓授粉结果。没有授粉昆虫的话，则需要使用人工授粉来使草莓结果。

授粉后，草莓果实接受来自叶片的光合作用产物而不断肥大。当果实停止肥大，果皮由白青色转变成红色并呈现出光泽时就是收获适期。草莓果实柔软，不耐运输和存放，需要根据品种特性和果实的着色程度来决定收获时期。特别是在高温环境下，果实的成熟速度快，需要及时收获，不能推迟，以免果实过熟，在流通过程中发生腐烂。

因为草莓是多年生植物，露地栽培在 6 月份结束收获，拆除薄膜覆盖的隧道后可以将植株留下，第 2 年仍能够继续栽培和收获。大棚和温室促成栽培则需要在 5 月下旬~6 月中旬将植株撤除，检查设备和进行消毒，准备新的定植。若是需要留种，可在 5~6 月将当年发出的走出枝靠贴在土壤上或埋入育苗钵的表土中让其发出不定根后，剪断作为幼苗进行育苗。6~7 月将植株撤除，检查设备和进行消毒。

## 2. 草莓的养分吸收量和吸收峰值

关于草莓在栽培期间所吸收的养分量，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) 草莓的平均收获量 (干物重量) 为 466kg，其中所含的养分量是氮 10.12kg，磷 ( $P_2O_5$  换算) 4.31kg，钾 ( $K_2O$  换算) 17.73kg，除了果实以外，其他的地上部茎叶干物重 195kg，其养分含量是氮 4.46kg，磷 ( $P_2O_5$  换算) 2.94kg，钾 ( $K_2O$  换算) 12.56kg。即栽培  $1000m^2$  草莓，需要从土壤中吸收 14.58kg 的氮，7.25kg 的磷，30.29kg 的钾，钾的吸收量特别显著，是氮的 1 倍，磷的 4 倍。

草莓的根系不发达，分布也浅，养分吸收能力弱。育苗期的养分吸收量并不多。定植后随着茎叶的生长，养分吸收量也随之增加，在进入生殖生长期后达到最大值并维持在一个较稳定的数值上一直到结束栽培为止。在育苗期和茎叶展开期为了形成植株的茎叶，需要吸收较多的氮和磷，在开花结果后，为了维持茎叶的生长和花的发生，并需要将大部分光合作用产物的流转到果实里促进果实的肥大，所以需要吸收较多的氮和钾。

## 3. 栽培草莓所需的施肥量和施肥管理

草莓是果菜类，生育和收获期间长，养分需求量较多。在日本，露地栽培草莓所需的施肥量是  $1000m^2$  耕地大概需要施用氮和磷各 20kg，钾 25~30kg。在基肥以外需要进行 2 次追肥。

通常，全施肥量中的基肥和追肥的比率是基肥 2/3，追肥 1/3。大概是 1000m<sup>2</sup> 耕地施用氮磷钾各 10~15kg 作为基肥，剩下的肥料作为追肥施用。若是每 1000m<sup>2</sup> 耕地施用 1500~2500kg 堆肥作为基肥的话，可以减少施肥量，将氮磷钾量各减少 5~8kg。

采用大棚和温室促成栽培方式时多使用固体培养基的培养液栽培或培养液土耕栽培方式，不需要施用基肥和追肥，只需每日灌溉数次含有养分的培养液即可。

若在草莓上施用氯化钾作为钾肥，会使得果实内的氯离子含量增高，果汁带有咸味，口感变坏。所以不能在草莓上施用氯化钾，通常的土耕栽培使用硫酸钾，培养液栽培则使用硫酸钾，硝酸钾或磷酸二氢钾作为钾肥。

草莓需要吸收较多的钙，若钙不足的话，长出的新叶会出现叶缘枯死卷曲，茎先端的生长点坏死和花萼干枯等缺钙症状。加上草莓生育的最适土壤是 pH6.0~6.5 的微酸性土壤。pH5.5 以下的酸性土壤会抑制草莓的生长，降低产量。所以最好施用苦土石灰等石灰质肥料来调整土壤 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 pH 超出 6.5，以免影响草莓的生育。若是使用固体培养基的培养液栽培或培养液土耕栽培方式，不需要调整固体培养基或土壤的 pH，只需要控制培养液的 pH 保持在 6.0~6.5 就可以了。

草莓是浅根系作物，90%以上的根分布在地表以下 20cm 之内的耕作土层里。既不耐干燥会影响果实肥大，也怕土壤水分过多引起病害，加上需要频繁地进行施肥和收获，防治病虫害等农作业，露地栽培必须使用高垄栽培。大棚和温室促成栽培最好使用高架栽培。基肥采用垄内局部全层施肥方式。起垄时，将肥料施入垄内与土壤混合。露地栽培为了提高地温，保持土壤水分，减少病虫害的传播，需要使用透明薄膜加上支撑形成隧道状来覆盖植株，可加快植株生长，增加收获量。

草莓的根系不耐高浓度的肥料，容易出现烧苗现象。所以需要在定植的 10~14 天之前完成起垄和施入基肥的作业，让肥料在土壤中扩散稀释后才进行定植。

露地栽培时的石灰质肥料和堆肥采用全面全层施肥方式。在翻耕前将石灰质肥料和堆肥全面散布到耕地里，通过耕耘将其混入耕作土层后才进行起垄定植。

露地栽培的草莓需要进行 2 次追肥。第 1 次在 2~3 月，植株在越冬休眠觉醒后发出新叶时，每 1000m<sup>2</sup> 耕地施用氮和磷各 3~5kg，钾 5~10kg。第 2 次追肥在 4~5 月开始收获后，每 1000m<sup>2</sup> 耕地施用氮和磷各 3~5kg，钾 5~10kg。追肥采用全面表层施肥方式，注意避开根和叶，将肥料撒在垄上。若有条件，在植株结果后，将溶解有尿素和磷酸二氢钾的液体肥料每隔 15~20 天进行一次叶面散布，可以促进果实的肥大和增加糖度，提高收获量和品质，具体做法可参考本书的「叶面散布」和「叶面散布用肥料」章节。

采用大棚和温室促成栽培时，可根据植株的生长状态适宜地进行追肥。若使用固体培养基的培养液栽培或培养液土耕栽培方式，不需要施用基肥和追肥，只需每日灌溉数次含有养分的培养液即可。关于固体培养基的培养液栽培和培养液土耕栽培使用的肥料，可参考本书的「培养液水耕栽培肥料」和「培养液土耕栽培肥料」章节。

#### 4. 施肥管理上的注意事项

草莓栽培上的施肥管理注意事项如下。

- ① **避免过剩施肥。** 草莓是果菜类中耐肥能力最低的作物。施肥量过多容易诱发烧苗，影响植株生长。需要注意控制基肥施用量。追肥量也需要根据植株长势来进行调节，不能施肥过量。
- ② **避免施用氯化钾。** 氯化钾含有高浓度的氯离子，施用后果实的氯离子浓度升高，带有微妙的咸味，口感变坏。钾肥可使用硫酸钾，硝酸钾和磷酸二氢钾。
- ③ **需要施用足够的钙。** 草莓需要吸收多量的钙。若钙不足，会出现新叶的叶缘枯死卷曲，茎先端的生长点坏死和花萼干枯等缺钙症状。若发现植株出现缺钙现象，需要迅速使用硝酸钙或硝酸铵钙溶液进行叶面散布。