

玉米

玉米是禾本科玉米属的1年生植物。与小麦，水稻并列为三大粮食作物，而且是这三大粮食作物中收获量最多的作物。原产地是美洲大陆，被哥伦布带回欧洲栽培后，因栽培容易产量高，很快就扩散到世界各地。收获的玉米中，部分供作人类食用和用于生产工业用淀粉，大部分被加工成饲料后用于饲养家禽和家畜等。

玉米按照其籽粒的性质和用途被分为直接食用的甜味种（包括硬粒种和爆裂种）和加工用的马齿种（dent corn）。日本栽培的基本上是直接食用的甜味种（sweet corn）和部分青贮饲料用的马齿种，加工用马齿种玉米的栽培面积很少。但是世界上栽培最多的是用于加工淀粉和饲料用的马齿种，占了栽培面积和收获量的80%以上。

在日本，玉米是三大粮食作物中栽培面积和收获量最少的作物，主要栽培地区是日本的北海道。根据日本农林水产省的统计数据，2018年玉米栽培面积2.3万公顷，收获量21.8万吨，出售量17.4万吨。但是，在家庭菜园等栽培的玉米数据没有被收集统计在内，实际数据应该超过上述的统计数字。

全世界的玉米栽培面积仅次于小麦而占第2位，收获量则是第1位。FAO（联合国粮农组织）的统计数据是2018年全世界的玉米栽培面积为2.36亿公顷，收获量高达14亿500万吨。

本编主要是对食用甜玉米的栽培和施肥管理进行解说。加工用马齿种玉米的栽培和施肥管理只是简单提及而已。-

1. 玉米的生育阶段和主要的农作业

玉米的生育适温是20~30℃，若气温达到15.5℃以上，玉米就可以正常发芽生长。在日本，寒冷的北海道从5月份开始，温暖的九州地区则从3月份起就可以进行栽培。供食用的甜玉米从播种到收获约需100~120天。若将播种日期适当分开进行的话，北海道从8月起到9月末，九州地区从6月起到10月末都可以收获甜玉米。青贮饲料用的玉米也是如此。

加工用的马齿种玉米需要完全成熟后才能收获，生育期间较长。美国是世界最大的玉米栽培国家，通常在4月中旬到5月下旬进行播种，9月中旬到11月下旬进行收获。生育期间约为140~160天。

玉米的生育阶段分为营养生长期和生殖生长期。营养生长期又可分为出芽期，4~6叶期，7~8叶期（幼穗形成期），9~10叶期，11~15叶期，生殖生长期又可以分为出穗和授粉期，登熟期，完熟期。登熟期亦可以再细分为水熟期，乳熟期，糊熟期和黄熟期。图1是玉米的生育阶段示意图。

出芽期是播种后种子发芽到长出2~3枚叶片为止的期间。在出芽期的幼苗生长所需的养分基本都是来自种子，仅是从外部吸收水分而已，为依靠种子储藏养分的非独立营养期。出芽期的所需日数受到温度和水分等生育环境条件的支配。在正常条件下，播种后到发芽出土约需10~20天，发芽后到长出2~3枚叶片约需5~7天。

幼苗长出 3~4 枚叶片后进入独立生长期。根系开始发达，可以从土壤里吸收养分来供应其生长。4 枚叶片之前生长点仍在地下，尚未露出地面，即使是遭受霜害，导致地上部冻死干枯亦有可能再度抽叶继续生长。

进入 4~6 叶期后生长点升出地面，地上部的株高达到 40~50cm。

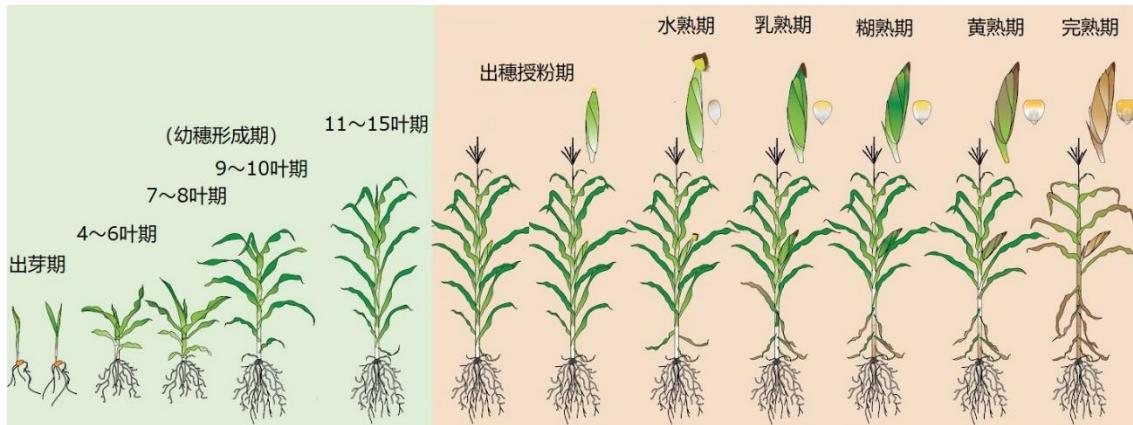


图 1. 玉米的生育阶段示意图

从 7~8 叶期起玉米的生长加快，节间快速伸长，开始发生形成雄穗和雌穗。若在这个阶段遭遇低温或养分，水分不足，会对雌穗的形成造成不可逆的影响。

玉米在 9~10 叶期更为加快了节间的伸长，可以明显地观察到株高的变化。在该期间，植株中部茎秆的叶腋内可以观察到雌穗的小突起。在 9~10 叶期基本上奠定了将来的茎叶数量和株高，也基本上决定了雌穗的大小，颗粒列数和子实数。

因品种不同，大概在长出 11~15 叶后就会停止了新叶的抽出，进入出穗期。首先是顶部抽出雄穗，在 1~2 星期后开花散发出花粉。通常雄穗的开花会持续 7~10 天。在雄穗开花时玉米的株高达到最高点。在雄穗开花 1~3 天后雌穗也开始吐出授粉丝，在吐出授粉丝的同时接受雄穗散发出的花粉进行授粉。若是因干旱等致使雌穗推迟吐出授粉丝，花粉有可能在授粉丝吐出前已经结束了散发，就会因无法授粉导致不能结出子实。雌穗通常在吐出授粉丝后的 7~10 天内可以保持授粉能力，但在干旱等水分不足的环境下授粉能力会提前结束。授粉丝若没有接触到花粉的话，每天可以伸长 2~3cm，直到授粉丝伸长到 10~15cm 为止。

授粉后形成的子实进入登熟期，按照水熟→乳熟→糊熟→黄熟的顺序逐渐发育成长和接受叶片光合作用合成的碳水化合物并转变成淀粉积累在子实里。在糊熟期时子实内部呈糊状，尚未形成固体的淀粉层，水分约为 50~55%。进入到黄熟期后子实内部靠近籽皮部分已经形成有固体的淀粉层，并且逐渐向内部扩展充实。在黄熟期地上部的干物重达到最大。食用甜玉米的收获适期是糊熟期，此时收获的话，口感和糖度为最佳。饲料用青贮玉米的收获期是糊熟期到黄熟期之间，此时的干物重和可消化物重达到最高。

进入完熟期后碳水化合物继续转化成淀粉和积累在子实内。最后在子实的基部出现了一层黑色层 (black layer) 之后才结束了子实的淀粉积累，茎叶开始干枯。加工用玉米需要在子实的基部出现了黑色层后才能收获，否则子实的淀粉积累不足，水分过高，容易腐烂。

2. 玉米的生长曲线和养分吸收的关系

玉米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。通常，被根系吸收进入到作物体内的养分在数天～10 数天后就会成为新器官组织的构成成分。因此，养分吸收曲线要比玉米的干物重增加曲线提早数天～10 数天，若将养分吸收曲线移后数天～10 数天的话，基本上与干物重的增加曲线相似。图 2 是玉米生育期间的成长曲线。

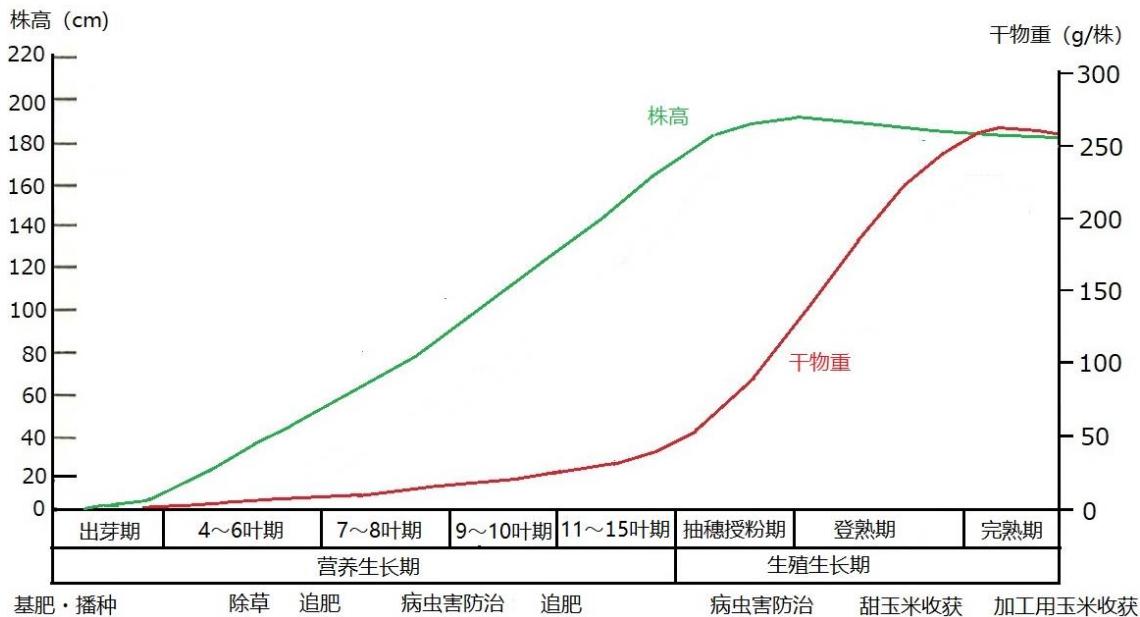


图 2. 玉米的成长曲线 (株高和干物重)

玉米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定。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) 甜玉米的平均收获量 (干物重量) 为 344kg，其中所含的养分量是氮 5.79kg，磷 (P_2O_5 换算) 2.19kg，钾 (K_2O 换算) 4.49kg，子实以外的地上部干物重 575kg，其养分含量是氮 8.78kg，磷 (P_2O_5 换算) 3.83kg，钾 (K_2O 换算) 19.03kg。即栽培 $1000m^2$ 甜玉米，需要从土壤中吸收 15.57kg 的氮，6.02kg 的磷，23.52kg 的钾。若是栽培加工用玉米，子实的收获量要比甜玉米增加 30~40% 或更多，所需的养分量亦要增加 10~20%。

但是，除了饲料用青贮玉米之外，玉米的收获物仅限于子实，茎叶等多数被残留在耕地里。特别是美国和加拿大等实行大规模农业的国家，玉米通常采用免耕栽培方式，收获后的茎叶等全都残留下来，所含的养分也大部分留在耕地里。加上玉米根系发达，养分吸收能力强，实际上需要从肥料得到的养分量要比上述数量要少很多，大体上只需要施用玉米生育所需的养分吸收量 50% 的肥料就足够了。

有相当多的实验数据表明玉米的养分吸收量因生育阶段而有很大的变化。

在发芽到抽出 2~3 片叶的幼苗期，玉米的生长缓慢，所需养分基本上来自种子，从外部吸收的仅是水分和极其微量的养分。4~6 叶期的生长也相当缓慢，吸收的养分量仅占全生育期

间所吸收的 2~3% 的氮, 2% 的磷, 1.0~1.5% 的钾。7~8 叶期玉米的生长开始加速, 养分的吸收量急速增加。氮养分的吸收峰值有 2 个, 分别是 9~10 叶期和登熟期的水糊期, 各占了全生育期间的 30% 和 35% 以上。磷的吸收峰值是登熟期, 全生育期间的一半以上的磷都是在登熟期内吸收的。钾的吸收峰值有 2 个, 分别是 9~10 叶期和登熟期, 但进入完熟期后仍会吸收少量的钾。

3. 玉米栽培所需的施肥量和施肥管理

施用的肥料中所含的养分不可能全部都被吸收利用在玉米的生育上。有实验数据表示, 施下的肥料当季利用率是钾肥可达 60~70%, 尿素和硫酸铵等常用氮肥的利用率只是 35~50%。磷肥的利用率更低, 仅有 15~30%。因此, 加工用玉米的免耕栽培是 1000m² 耕地需要的施肥量是氮 25~30kg, 磷 10~12kg 和钾 10~15kg。若是食用甜玉米或饲料用青贮玉米的 1000m² 耕地所需要的施肥量是氮 30kg, 磷 15kg 和钾 20~30kg。但是, 玉米的根系相当发达, 养分吸收能力很强, 即使是施肥量达不到上述指标, 对收获量的影响亦不会太大。

玉米的施肥管理思想是按照玉米生育阶段, 在各养分吸收峰值之前准备好足够的养分供植株吸收。施肥管理分成基肥和追肥进行。

基肥主要是为了提供玉米的幼苗期到 7~8 叶期的生长所需的养分, 以及 7~8 叶期之后的生长所需的部分养分。基肥的施用量占全施肥量的比例是氮肥约 50%, 磷肥和钾肥的流失较少, 习惯上全量都用在基肥上。基肥最好采用深层施肥方式, 尽量避免全面表层施肥和全面全层施肥方式, 以减少肥料的流失和固定。

在日本, 平面栽培的饲料用青贮玉米和加工用玉米以及少数的甜玉米多使用播种施肥机, 在播种的同时将基肥以条状或穴状施入到种子的下方或侧旁的土壤里。若是使用起垄栽培甜玉米时, 则采用起垄施肥机, 将基肥施入到垄内的局部全层土壤里。这样可以减少肥料与大气和土壤的接触, 能够抑制氮肥的硝化作用和脱氮, 减轻土壤的磷酸固定, 而且不易因降雨和过度灌溉引起肥料的流失, 肥料持续时间长, 肥料利用率高。

追肥通常需要施用 2 次。第 1 次在株高 40~50cm, 展开了 5~6 片叶时进行, 第 2 次在株高 120~140cm, 展开了 10~11 片叶, 植株顶部即将看到雄穗时进行。追肥只用氮肥, 第 1 次追肥的施用量是 1000m² 耕地用 5~10kg 氮, 第 2 次追肥的施用量也是 1000m² 耕地用 5~10kg 氮。若是饲料用青贮玉米的话, 第 2 次追肥最好增加 5~6kg 的钾, 可提高青贮玉米的收获量和品质。

第 1 次追肥最好采用侧条施肥方式, 将肥料沿着植行条状散布在植株近旁, 施肥后最好进行中耕培土, 将肥料掩埋。第 2 次追肥时因为植株生长旺盛, 遮掩了行间, 不能进行侧条施肥。可以采用全面撒放的全层表面施肥方式。采用免耕栽培方式和 UAN (尿素硝酸铵液肥) 为追肥的话, 可使用磷酸二铵和氯化钾为基肥, 氮肥的比例可以减少到 40% 以下。第 1 次追肥在株高 40~50cm, 展开了 5~6 片叶时进行, 第 2 次在株高 80~100cm, 展开了 8~9 片叶时进行。追肥使用大型的液体肥料专用施肥机。

另一方面, 若采用硫磺包膜尿素等缓释性氮肥时, 可以将全部肥料都用作基肥施用, 不需要

进行追肥，但是，相当多的栽培数据表明，这种全量基肥一次性的施肥方式，其收获量比不上常规栽培方式，所以在日本和美国基本上没有农户会采用这种施肥管理技术。

4. 施肥管理上的注意事项

玉米生长快，茎粗叶大，需要较多的氮和钾，磷的需求量相对较少。因此，在玉米栽培上的施肥管理需要注意以下事项。

- ① **基肥需要施足氮肥。** 在玉米的营养生长期，茎叶生长需要多量的氮养分。若氮养分不足的话，不仅株高变矮，叶片变小，雌穗的形成也会受到影响，子实数少，降低收获量。
- ② **适时进行追肥。** 第2次的追肥若太早进行的话，会引起徒长，导致节间过长，增加倒伏的危险性。若追肥过迟的话，会错过了植株的养分吸收适期，不仅降低了肥料利用率，还会导致减产。