

燕麦

燕麦是禾本科燕麦属的一年生草本植物，因其籽粒上长有两片颖片，颖片张开时形似燕子的尾翼，故名燕麦。

燕麦的原产地是地中海沿岸至中亚一带，至今野燕麦仍广泛生长在该地区。据说燕麦在公元前 3000 年左右已经在中欧得到种植，现在的主产区仍是欧洲。燕麦在明治初期（1860 年代）被引入日本，主要种植在北海道。由于燕麦子实产量低，口感差，主要是被用作马的饲料，尤其是军马的饲料，基本没有用于食用。但进入到 21 世纪后，燕麦作为低热量、高纤维的健康食品受到推崇，在日本也开始受到部分人士的欢迎。

燕麦分为二倍体的糙伏毛燕麦（*Avena strigosa*）和六倍体的普通燕麦（*Avena sativa*）。二倍体的糙伏毛燕麦是起源于分布在中亚到地中海沿岸的野生种，六倍体普通燕麦是不实野燕麦或野燕麦的近缘种，但目前尚未发现有野生种。

虽然燕麦被视为谷物，但因食感不佳，主要用途是用作畜产用饲料，但因为热量低、纤维多也常被压制成麦片供食用。根据 FAO（联合国粮农组织）的统计数据，2021 年全球用于谷物的燕麦种植面积为 956 万公顷，产量为 2257 万吨，为粮食作物的第 6 位。俄罗斯是最大的生产国。燕麦生长快，能在低温环境中生长，除了子实作为谷物外，茎叶还可作为青饲料、青贮饲料和绿肥。在日本，燕麦主要是作为青贮饲料和绿肥来种植的。

通常作为谷物种植的燕麦是籽粒大，产量高的六倍体普通燕麦。作为绿肥和青饲料、青贮饲料种植的燕麦则是生长快，分蘖多，茎叶重量大的二倍体糙伏毛燕麦。但也有例外。

燕麦喜好凉冷环境，但耐寒性稍差，在寒冷地区常因降雪和霜冻而无法越冬。但燕麦生长期短，最适合在早春和初秋种植。作为绿肥的燕麦，春播适合种植在蔬菜地或魔芋地里，秋播则多种植在大豆或水稻收获后的休耕地。

作为绿肥，燕麦的茎叶产量高于大麦，但仍不如高粱和其他禾本科的绿肥作物。

本节主要讲解绿肥用燕麦的种植管理方法，同时对青贮饲料用燕麦的种植管理作简单的介绍。

一、燕麦作为绿肥的用途

燕麦作为绿肥主要有以下的用途。

1. 覆盖地面抑制水土流失和杂草生长

燕麦喜好冷凉气候，可在初春和秋季种植。地上部的茎叶作为绿色覆盖物可防止表土被强风吹走或被雨水冲刷，还能有效地抑制早春杂草种子的发芽和生长。燕麦株高较高（90~120 厘米），抗倒伏和耐湿性强，比大麦更适合种植在蔬菜地、魔芋地和冬季休耕地来防止土壤流失和抑制杂草生长。但是燕麦的生长需要较强的日照，在阴暗处生长不良，不适合用作果园的地表覆盖。

燕麦在初夏子实成熟后就会自然枯死，但枯死后的茎叶仍能够覆盖在土壤表面，继续起到

防止水土流失和抑制杂草生长的作用。但是糙伏毛燕麦其种子易飞散且发芽率高，生长快分蘖多，不在出穗开花时期翻埋入地里作为绿肥，而让其子实成熟后自然枯死，就容易衍生变成杂草。若是需要枯死后的茎叶残留在地表继续作为覆盖物的话，最好使用大麦。图 1 是种植在魔芋地里作为覆盖物的燕麦相片，图 2 是种植在南瓜地里作为覆盖物的燕麦相片。



图 1. 种植在魔芋地里的燕麦
(引自ぜいたく庵)



图 2. 种植在南瓜地里的燕麦
(引自はなあふ)

2. 作为轮作的一环，用于抑制土壤病害和线虫

燕麦耐低温，生长迅速，翻埋后茎叶的分解腐烂速度很快，可作为轮作的一环在早春或初秋前茬作物收获后种植。播种后经过 40~60 天即可到达出穗开花期，被翻埋到地里作为绿肥。既不会影响到下茬作物的种植，又有助于减轻土壤病害。燕麦尤其能有效地抑制红薯根结线虫和北方根结线虫等土壤线虫，可以减少土壤线虫数量，抑制线虫带来的危害。所以燕麦适合用在蔬菜和大豆等作物的轮作上。

3. 吸收地里残留的肥料和难溶性养分，使其回归土壤，减少养分流失

燕麦具有很强的养分吸收能力，尤其是对土壤中氮和钾的吸收。种植燕麦可以吸收前茬作物残留下的肥料，减少养分流失和挥发。此外，燕麦根分泌出的根酸能够溶解土壤中的难溶性磷酸盐进行吸收利用。茎叶翻埋入土壤后经过微生物分解，又可将吸收了的养分转化为能够供作物吸收利用的形态重新返回给土壤。

4. 除去土壤中积累的盐分。

燕麦具有很强的养分吸收能力，可以从土壤吸收大量无机盐类。在出现了盐分累积的耕地上种植燕麦后，可以通过收割茎叶并将其搬出耕地来减少耕地土壤中积累的盐分。一些研究还表明在受到重金属污染的地区种植燕麦可以吸收并除去重金属。

5. 作为隔离带防止农药漂移

成长后的燕麦株高可达 90~120 厘米，分蘖多茎叶密，具有一定的隔离性能，还不会遮

挡阳光。可在蔬菜地或大豆地的周围种植燕麦作为隔离带，有助于防止农药漂移。

二、燕麦的生长阶段

燕麦的生长阶段主要分为发芽期、幼苗期、分蘖期、幼穗形成期、出穗开花期、灌浆期和成熟期。作为绿肥种植时，通常在出穗开花期就被翻埋入土。作为青贮饲料时，则在灌浆期收割。图 3 是燕麦的生长阶段示意图。

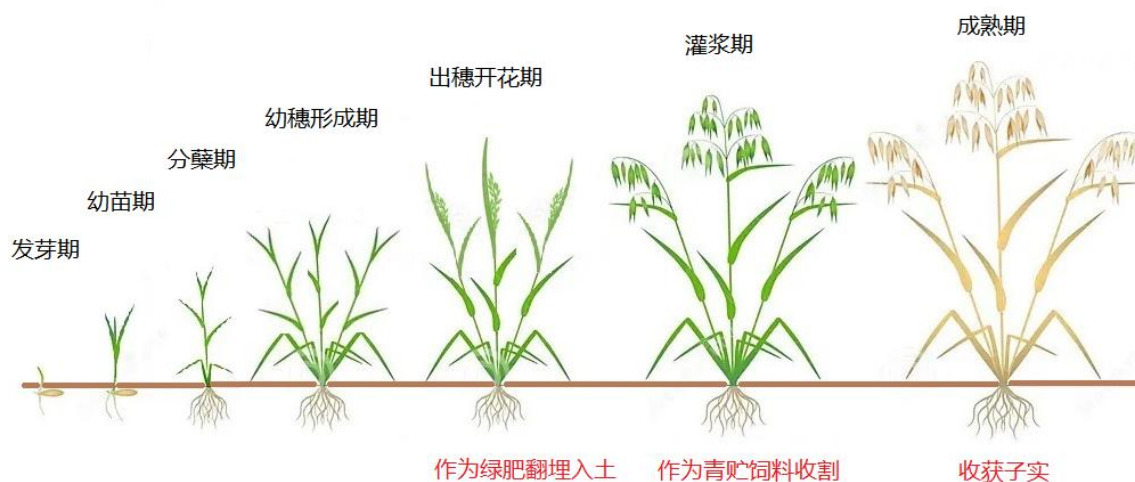


图 3. 燕麦的生长阶段示意图

燕麦的发芽温度范围较广， $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ 内都可以发芽，但最佳发芽温度是 $10\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。温度高于 30°C 时，发芽会受到抑制，容易出现发芽不齐的现象。通常，在 $5\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的范围内，发芽所需日数是 $5\sim 13$ 天。温度越高，发芽所需的天数就越短。

发芽后进入幼苗期。幼苗长出了 $3\sim 5$ 片叶子，株高达到 $10\sim 20$ 厘米时便进入分蘖期。

在分蘖期植株的茎基部会发生大量的分蘖。并非所有的分蘖都会发育出幼穗，只有早期发生的营养状况良好的分蘖才会成为有效分蘖最终能够出穗开花。通常在分蘖期的中～后期发生的分蘖都是无效分蘖，不会发育出幼穗。整个分蘖期间发生的分蘖中，一半以上是无效分蘖。但对于作为绿肥和青贮饲料种植的燕麦来说，有效分蘖和无效分蘖的差别并不大。到了分蘖期的后期，在有效分蘖的茎内开始发生幼穗分化。

进入幼穗形成期后，分化出来的幼穗开始减数分裂，形成幼穗。在幼穗形成期仍会持续发生有少量的分蘖，但主要是茎节伸长，茎端不断长出新叶。幼穗形成期约持续 $20\sim 25$ 天。

幼穗完全形成后就进入出穗开花期。茎端不再发出新叶，而是长出幼穗而开花。通常在出穗开花期将茎叶翻埋入土作为绿肥。目前作为绿肥种植的燕麦品种在平均气温 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的气候条件下，发芽后的日平均气温积温到 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 时就会进入出穗开花期。

出穗开花期约持续 10 天。开花受精后，燕麦进入灌浆期，叶片的光合产物流入穗上转化成淀粉积累在籽粒里。灌浆期又分为水熟、乳熟、糊熟和黄熟四个小阶段。通常在出穗后经过 $25\sim 30$ 天，到达了乳熟期的后期～糊熟期时收割用作青贮饲料。

过了灌浆期的黄熟期后，茎叶中的养分也基本上流转到籽粒中，茎叶开始变黄，进入成熟期。燕麦通常在出穗后 35~40 天左右即可收获成熟的籽粒。子实成熟后的植株就会枯萎死亡。

在日本，绿肥用燕麦从播种到翻埋入土的整个种植期间大概是 45~70 天，青贮饲料用燕麦从播种到收割的整个种植期间大概是 85~100 天，因品种和播种季节有较大的变动。

三、 种植燕麦的主要农作业

种植绿肥用燕麦的农作业主要有耕起整地、施用基肥、播种、防治病虫害和杂草、翻埋入土等。图 4 是日本各地区的绿肥用燕麦种植历。



图 4. 日本各地区的绿肥用燕麦种植历

北海道和东北地区北部的寒冷地区因为冬季严寒，秋播燕麦不能越冬，只能采用春播。春播应在积雪融化后的 4 月下旬至 6 月下旬进行，7 月中旬~9 月下旬出穗开花后翻耕入土。

从东北地区南部至东海、北陆地区一带的中部地区，春播燕麦在平均气温超过 10℃后的 3 月初~5 月下旬进行播种， 进入出穗开花期后的 5 月上旬~7 月下旬就可以翻埋入土。秋播燕麦在 8 月下旬~10 月上旬进行播种，在初秋至中秋的温暖气候下生长很快，播种后经过 40~60 天就可以到达出穗开花期。晚秋的低温会抑制籽粒的灌浆和成熟，可以有足够的时间在年内翻埋入土。

在四国和九州等温暖地区，春播燕麦在平均气温超过 10℃后的 2 月下旬~5 月上旬进行播种，经过 50~70 天后的 4 月下旬~7 月上旬出穗开花后翻埋入土。秋播燕麦在 8 月下旬~10 月下旬进行播种，45~60 天进入出穗开花期后翻埋入土。

青贮饲料用燕麦基本都是采用春播。寒冷地区的春播时期是 4 月中旬~6 月上旬，7 月下旬~10 月中旬收割作为青贮饲料。中间地和温暖地的春播时期是 3~4 月，寒冷地是 4~6 月，出穗开花期后的 20~30 天籽粒达到乳熟~糊熟期时收割作为青贮饲料。秋播时期是 8 月下旬~9 月，出穗开花后经过 20~30 天的在 11 月收割作为青贮饲料。

以下详细讲解种植燕麦的具体农作业。

1. 耕起和整地

耕起是用犁等农具对耕地进行翻耕，将耕地的表层土壤掘起打碎形成适合种植农作物的耕作土层的过程。耕起还可以将前茬作物的残留物翻入土壤内促进其腐熟，以及将空气引入土壤内使有机物进一步氧化分解成无机物并释放出养分，还有减少土壤病原体和害虫，清除杂草等效果。整地是用耙等农具将掘起的土块进一步进行粉碎并将地表加以平整以使其适合播种或定植。

耕起和整地时应注意以下的事项。

- ① 土壤水分过多时，耕起的土块会变大，整地时难以破碎，降低了耕起和整地的效率，因此一定要在土壤水分少时进行翻耕和整地。特别是作为水稻的后茬种植时，当水稻收割后，需要立即排水，尽快使田面干燥。
- ② 耕起时的耕深目标为 15~20 厘米。如果耕深太浅，耕作土层薄，燕麦根系伸展不良，不耐干旱，容易出现生长不良。此外还会出现前茬作物的残留物尚留在土壤表面等问题。若耕深过深，则耕起效率低。耕作土层容易干燥影响燕麦发芽。若是作为水稻的后茬种植时，耕深过深还有可能破坏下层心土，造成稻田漏水。整地时的耙土深度设定为 10~15 厘米。
- ③ 整地时需要尽量将土块粉碎，使播下的种子能够更好地接触到土壤，可以提高发芽率，确保发芽齐一。

2. 施用基肥

作为绿肥用的燕麦每 1000 平方米（1.5 亩）施用氮、磷、钾各 4~6 公斤作为基肥。由于绿肥用燕麦的种植期间短，不需要追肥。此外，如果前茬作物是蔬菜或大豆，地里会有较多的残留肥料，可减少磷和钾的施用量。

青贮饲料用的燕麦种植期间较长，养分吸收量多，每 1000 平方米（1.5 亩）需要施用氮、磷、钾各 8~10 公斤。可将全施肥量都用作基肥，不进行追肥。但若为了提高茎叶重量，最好进行一次追肥。预定进行追肥的话，基肥可施用氮 4~6 公斤，磷和钾各 8~10 公斤，追肥只施氮肥，每 1000 平方米（1.5 亩）施用氮 3~5 公斤。

基肥可采用全面全层施肥和条状施肥两种。全面全层施肥是在耕起后、用撒肥机或石灰撒放机等将肥料均匀地撒到地表上，通过整地将肥料混入耕作土层里。条状施肥是使用装有施肥装置的播种施肥机，在播种的同时，将基肥与种子一起施入播种沟内覆土。

基肥中的氮肥施入耕地后，有可能会随雨水流失，还有可能随着施用后时间的推移，因土壤微生物的氨化作用和硝化作用而增加氮的损失。磷会因为土壤的磷固定而变成难溶性磷酸盐化合物，难以被作物吸收利用。因此过早施用基肥会降低肥料利用率。

使用播种施肥机在播种的同时将基肥以条状集中施入到种子侧面的条状施肥有助于提高肥料利用率，值得推广普及。

燕麦可耐酸性土壤，但适合其生长的最佳土壤 pH 值为 6.0~6.5。pH 低于 5.0 的强酸性土壤会抑制燕麦的生长，使得植株矮茎叶少。但是作为绿肥种植时不必特意调节土壤 pH，按照现状进行种植。作为青贮饲料种植时需要使用熟石灰或苦土石灰等石灰质肥料来调整 pH 值低于 5.0 的强酸性土壤，将其调到 6.5 左右。调整土壤 pH 时，应在耕起整地前用石灰撒放机

等将石灰质肥料均匀地撒到地表上，通过整地将石灰质肥料混入耕作土层里。

施用基肥时应注意以下事项。

- ① 燕麦吸收养分的能力强，用作绿肥时，应略微增加氮肥用量，以促进茎叶茂盛，增加粗有机质产量。用作青贮饲料时，必须施用磷钾肥。
- ② 过早施用基肥会降低肥料利用率，因此最好在播种前或播种的同时施用基肥。
- ③ 绿肥用燕麦不需要特意使用石灰质肥料来调节土壤 pH 值。青贮饲料用和子实用燕麦需要调整土壤 pH 时，需注意石灰质肥料的施用量，使调整后的土壤 pH 值不超过 7.0。

3. 播种

燕麦的播种方式有撒播、行播（窄行播或宽行播）以及条播。绿肥用燕麦通常采用撒播和窄行播，可以降低种植成本，方便管理和增加粗有机质产量，并且更容易将茎叶翻埋入地里。青贮饲料用燕麦多采用窄行播或宽行播。图 5 是燕麦的播种方式示意图。

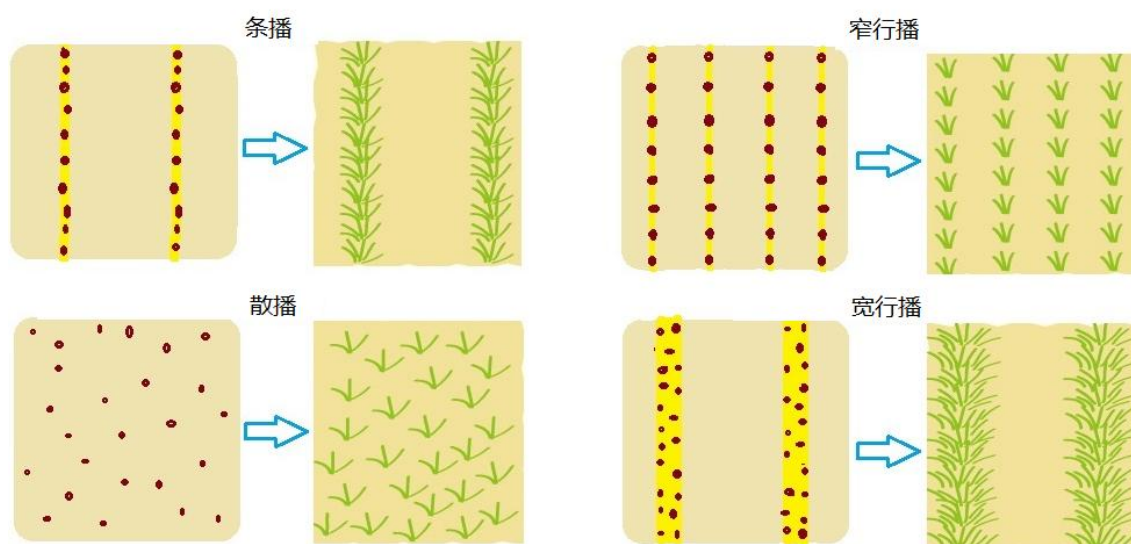


图 5. 燕麦的播种方式示意图

撒播： 用手或撒肥机等将种子均匀撒在耕地上，然后用旋耕机或圆盘耙等搅动表层土壤进行覆土。播种效率高，但播下的种子密度不一，且难以适当覆土，容易出现发芽率低，出苗参差不齐，疏密不一等现象，给后续的田间管理带来困难。

行播： 用播种机在地面上开出浅条状播种沟，将种子播入沟内后覆土。行播又分窄行播和宽行播。

窄行播为单行播种，行距为 25~30 厘米，播种沟宽 5 厘米左右，沟内只播一行种子。其特点是可达到较高的种植密度。

宽行播则是将行距放宽到 40~60 厘米，播种沟宽 10~15 厘米，在沟内播入两行种子。其特点是行距较宽，便于进行中耕、除草、追肥等作业。

行播使用小麦播种机进行。有些播种机配备有施肥装置，在播种的同时可将基肥施入播种

沟内，不必另外进行施肥工作。

条播：在耕地里按照行距 25~30 厘米开出深 2~4 厘米的播种沟，用手或手推式播种机将种子撒入沟内，然后覆上土。此法主要用于蔬菜地和魔芋地等的垄间狭长地带的播种。

播种时应注意以下事项。

- ① 使用播种机的行播（窄行播和宽行播）以及条播的播种量是每 1000 平方米（1.5 亩）8~10 公斤，散播需要考虑发芽率和出苗密度，播种量要比行播和条播多一些，通常每 1000 平方米（1.5 亩）需要播种 10~12 公斤。
- ② 播种后的覆土厚度以 2~3 厘米为宜。如果覆土太薄，容易受干燥和播后施用的除草剂影响，出现发芽不齐和发芽率低的现象。如果覆土过深，则容易出现发芽不良和发芽率低等现象，均对后续生长产生不良影响。
- ③ 为提高发芽率，播种覆土后最好用小麦压麦用的滚筒碾压地表一次，确保种子能够与土壤密切附着。

4. 镇压（压麦）

镇压（压麦）是用拖拉机带动滚筒来镇压麦苗，起到以下的效果。

- ① 抑制徒长，增强抗寒性，促进分蘖。
- ② 抑制苗茎的下部节间伸长，防止抽穗开花后出现倒伏。
- ③ 压实土壤，防止冬春季霜冻引起根部上升和土壤干燥。
- ④ 延缓幼穗形成，防止早春低温引起的霜冻害。

镇压是种植冬小麦时必不可少的农作业。但对于用作绿肥的燕麦不需要镇压。因为镇压会损伤幼苗，影响燕麦的生长。用作青贮饲料的燕麦也无需镇压。

5. 追肥

作为绿肥的燕麦种植期较短只有 45~60 天，仅施用基肥即可，无需追肥。

作为青贮饲料的燕麦最好进行一次追肥，以促进茎叶生长和籽粒充实。追肥是在出穗开花期，每 1000 平方米（1.5 亩）施用含氮量 3~5 公斤的氮肥。追肥采用全面表层施肥方式，将肥料全面撒在地里即可。

6. 中耕和培土

中耕是使用中耕机等来耕耘植株行间的土壤，起到除草、松化板结土壤、增加土壤通气性等作用。中耕通常与培土一起进行，将中耕翻起的土壤堆埋到植株基部。培土有抑制无效分蘖、防止倒伏，覆盖施下的肥料，提高肥料利用率等效果。

绿肥用燕麦和青贮饲料用燕麦都不需要中耕培土。因为中耕培土可能会损伤燕麦的茎叶，切断地下须根，给生长带来不良影响。

7. 防治病虫害和杂草

燕麦对病害的抵抗力较强，加上种植季节是早春和秋季，生长期间的气温较低，不易发生大规模的病虫害，特别是害虫在低温时基本不会出现。表 1 是种植绿肥用燕麦时常见的病虫害名称及其防治方法。

表 1. 绿肥用燕麦种植时常见的病虫害名称及其防治方法

病虫害名称	病原体	发生时期・受害症状	防治方法
燕麦冠锈病	担子菌	出穗期前后发生在茎叶上。发病初期叶片以及叶鞘和茎秆上出现橙黄色椭圆形小病斑，随后病斑渐扩展呈长 1~2mm，宽 0.5mm 稍隆起的小疮胞，即夏孢子堆。当孢子堆上的包被破裂后，散发出黄色~橙色的夏孢子。严重时叶身沾满黄粉状夏孢子，叶片枯死。灌浆期后叶片上还会在夏孢子堆基础上产生黑褐色表皮不破裂的冬孢子堆。	使用抗性品种、 散布农药
燕麦粘尾孢豹纹病	丝状菌	全生长期间发生在叶上。感染后在叶上形成红色或紫红色小斑点，病斑逐渐扩大成带紫红色轮状斑纹，似豹子斑纹状的病斑。多湿环境下病斑表面出现粉红色粘块状分生子，随风雨飞散蔓延感染其他植株。老病斑内会形成直径 0.2mm 的黑色菌核越冬作为次年的感染源。多湿环境下容易发生。	使用抗性品种、 散布农药
燕麦黑斑病	丝状菌	从分蘖期起发生在叶上。感染后在叶上出现黑褐色不规则形小斑点，逐渐扩大成椭圆形或长方形的病斑。病斑表面密生黑色菌丝，外观呈黑斑。病斑周围黄化，随后叶片枯死。	散布农药
燕麦叶枯病	子囊菌	全生育期均可发生在叶上。感染后在叶上出现边缘模糊的黄褐色小病斑，逐渐扩展为中央褐色、四周微黄色的条状病斑。病斑密集时会使叶片自尖端开始向下逐渐枯死。多从下部叶向上部叶蔓延。	使用抗性品种、 散布农药
蚜虫	昆虫	分蘖期~灌浆期聚集在叶背上吸食汁液，排出大量的蜜露污染叶片。还可传播病毒病。	散布农药

燕麦生长迅速，在与杂草的竞争中占优势。通常可在播种后立即喷洒土壤处理型除草剂消灭早期发生的杂草。进入分蘖期后，燕麦大量发生分蘖，茎叶生长迅速，不会因杂草而受到不良影响。

8. 翻埋入土壤

绿肥用燕麦通常在出穗开花期的前后翻埋入地里。到了幼穗形成期后期的止叶期，株高达 70~120 厘米，不再发出新叶，但茎叶仍然保持柔软状态，翻埋入土后很快就能分解腐烂。通常到了出穗开花期，每 1000 平方米（1.5 亩）耕地可以产出 2.5~4 吨鲜茎叶作为粗有机质。

翻埋时，先用连枷式刈草机或甩刀式刈草机等将地上茎叶切碎，再使用旋耕机或犁将粉碎后的茎叶翻埋到地里。翻埋后，隔 2 个星期后再用旋耕机再翻耕 1 次，可以加快燕麦茎叶的分解。

图 6 是将燕麦翻埋入土作为绿肥的相片。



图 6. 将燕麦翻埋入土作为绿肥
(引自 Livedoor)



图 7. 收割捆包燕麦作为青贮饲料
(引自 Gumtree)

燕麦翻埋入土后，其茎叶完全分解约需 3 个星期。通常在翻埋入土后经过 21 天才可进行次茬作物的播种或定植。

作为绿肥必须在出穗后尽快翻埋。如果翻埋过晚，燕麦可能会结出子实，翻埋入土后发芽成为杂草。

9. 作为青贮饲料收获

作为青贮饲料来说，最佳的收获时期是灌浆期的中~后期，籽粒已经进入到乳熟~黄熟状态。此时籽粒内已经积累了较多的淀粉，茎叶尚为绿色但含水量已降低，地上部的干重达到最高。根据种植地区的气候条件（主要是气温），青贮饲料的最佳收获时期是在抽穗后的 25~30 天。如果延迟收获，部分成熟籽粒会掉落到地面上衍生成杂草。

日本基本上是使用切碎捆卷机收获燕麦制成青贮饲料。切碎捆卷机可以完成收割、切碎和卷膜打包等一系列工序，将收获后的燕麦用保鲜塑料薄膜卷包密封后让其内部进行乳酸发酵。图 7 是收获后卷膜打包放置在耕地里的青贮饲料包的相片。

青贮饲料的乳酸发酵好坏与茎叶的含水量密切相关。茎叶含水量超过 50% 时，其他菌种的活性增强，会抑制乳酸菌的增殖和发酵能力，使得茎叶的乳酸发酵不良品质变差。使用保鲜塑料膜进

行卷膜打包燕麦时，需要通过预干燥或其他方法将茎叶含水量调整至 50% 以下。