

## 作物种植系统的碳氮比 (C/N) 管理

译者有话：

非常简短的一篇文章。

这是一个非常重要、无比重要的概念，它将

**有机物料-有机肥料-土壤微生物-土壤有机质-土壤营养**

联系了起来。

如果不理解它，就不可能真正理解有机肥料、微生物肥料、植物营养等内容。

其我们真正关心的问题是：

什么样的补碳（有机肥料）方式对土壤微生物、土壤肥力才是有意义的？而且是经济的？

## 作物种植系统的碳氮比 (C/N) 管理

碳氮比 (C:N) 是一种物质中碳的质量与氮的质量之比，例如，C:N 为 10:1，表示该物质中每单位氮对应 10 单位碳。由于在土壤表面或内部的一切东西的 C:N 比对农作物残渣分解有着至关重要的影响，尤其是对土壤的残留物覆盖物和作物养分循环(主要是氮)特别重要。在计划作物轮作和农业系统中使用覆盖作物 (cover crop) 时，了解这些比率是很重要的。

### 微生物 C:N 比率

#### 给土壤微生物提供食物

土壤微生物的碳氮比接近 8:1。它们必须从所生活的环境中获取足够的碳和氮，以维持体内碳和氮的比例。因为土壤微生物燃烧碳作为能量来源，并不是土壤微生物吃下去的所有碳都留在它的体内；在呼吸过程中一定数量的碳以二氧化碳的形式损失了。土壤微生物为了获得维持生命所需要的碳氮(维持机体+能量)，它需要一种碳氮比接近 24:1 的食物，其中 16 份碳用于能量代谢，8 份碳用于维持机体。注意，就是这个碳氮比 (24:1) 象方向盘一样控制着土壤！

如果象成熟的苜蓿干草 (C:N 比 25:1) 这样的食物添加到土壤中(见表 1)，土壤微生物会较快地消耗掉它们，基本上不会留下多余的碳氮。干草有一个几乎完美的土壤微生物 (24:1) 所需的碳氮平衡。

如果我们向土壤中添加碳氮比较高的食物(见表 1)，例如碳氮比为 80:1 的麦秸，将会发生什么？由于小麦秸秆所含的碳氮比高于 24:1—土壤微生物所需要的完美平衡饮食，微生物将不得不寻找额外的氮来配合多余的碳，来消耗小麦秸秆。这额外的氮将来自于土壤中任何多余的可利用氮。由于土壤微生物束缚过量的氮(固定化作用)，这种情况可能会造成土壤中氮的不足，直到它们中的一些死亡，分解，又释放它们体内的氮(矿化作用)，或许在土壤中还有某些其他来源的氮可以利用。

相反，如果我们添加 C:N 比较低的食物，如 C:N 为 11:1 的毛苕子覆盖作物，会发生什么情况？由于豌豆所含的碳氮比小于土壤微生物完美平衡饮食所需要的 24:1 的比例，微生物就会吃掉豌豆，并在土壤中留下多余的氮。土壤中多余

的氮对生长的植物是有效的，或者土壤微生物用多余的氮素来分解其他碳氮比大于 24:1 的残留物。

在其他条件相同的情况下，向土壤中添加 C:N 大于 24:1 的物质会导致暂时性的氮素亏缺(大量被微生物固定)，C:N 小于 24:1 的物质会导致暂时性的氮素过剩(矿化作用释放)。这就是为什么堆肥操作时要努力实现各种材料混合物的 C:N 比为 30:1……原因是定居其中的微生物可容易的分解堆肥物料，并且可留下一点食物和结构，当把堆肥应用于土壤后，又可为土壤微生物提供食物和庇护所。

接下来，让我们从作物生产和土壤健康的实际角度来检验碳氮比。

### C:N 对土壤覆盖 (cover crop) 的影响

作物残留物被土壤微生物消耗得越快，这些残留物覆盖在土壤表面的时间就越短。作物残留在土壤表面对于保护土壤团聚体免受雨滴对土壤的破坏、保持土壤水分和为节肢动物（可撕碎作物残渣，吃掉杂草种子）提供栖息地都具有重要意义。虽然保持土壤覆盖很重要，但同样重要的是，这些残留物分解释放植物营养物质和建立土壤有机质。因此，注意作物残留物的碳氮比，以便在需要的时候保持土壤覆盖是重要的，同时还要让覆盖物能最终被分解和回收利用。

连续免耕的小麦种植系统当然能提供良好的土壤覆盖，因为小麦能产生相当数量的碳氮比相对较高的、分解相对缓慢的残渣 (80:1)。然而，这样的种植制度不能使小麦秸秆中的作物养分容易被土壤微生物或植物利用。通过在轮作中添加碳氮比相对较低的作物，如毛苕子 (11:1)，可以使土壤微生物获得氮，从而使它们更快地分解麦秸。同样，连续免耕豌豆种植系统的土壤覆盖很少，因为土壤微生物会相对较快地消耗豌豆渣 (C:N 为 29:1)，不需要太多额外的氮来分解。

### 氮对养分循环的影响

现在从对碳氮比和土壤覆盖的讨论中可以明显看出，管理方式的选择必须在覆盖土壤的作物残留物和养分循环之间取得平衡。一个作物碳氮比的意识，对选择作物类型和保持作物种植顺序的可持续性是必要的，这个意识就是：支持土壤微生物的根本碳氮比为 24:1。

当正在生长的作物不能提供土壤保护时，管理残留物使其覆盖土壤，需要一些规划和试验来达到适当的平衡。如果高碳氮比的作物在轮作过程中种植过于频

繁，残留物会在土壤表面堆积，用于作物生长的氮可能缺乏，除非另外补充其他氮源。这可能会导致作物减产，因为期间当土壤微生物分解高碳氮比的作物残留物时，土壤微生物会固定一些氮素。

### 对覆盖作物的影响

将覆盖作物添加到经济作物轮作中，有助于按种植顺序管理氮和作物残茬覆盖。低碳氮比的覆盖作物包括豆科植物(豌豆、扁豆、豇豆、大豆、太阳麻或三叶草)和/或芸苔属植物(萝卜、芥菜、菜籽油、油菜或芥菜)可以跟随高碳氮比作物如玉米或小麦，帮助这些残留物分解，为下一茬作物提供营养物质。类似地，高碳氮比的覆盖作物，包括玉米、高粱、向日葵或小米，可以在低残留、低碳氮比作物(如豌豆或大豆)后提供土壤覆盖，但需要在下一个生长季节前分解，为下一种作物提供养分。

### 结论

了解作物秸秆和其他应用到土壤中物质的碳氮比，对管理土壤覆盖和作物养分循环具有重要意义。为土壤微生物提供优质栖息地，应该是有意改善土壤健康的生产者的目标。**土壤是一种生物系统，这种生物系统的功能只能与栖息在土壤中的生物体相一致。**

表 1：作物秸秆和其他有机物质的碳氮比	
黑麦秸秆	82:1
小麦秸秆	80:1
燕麦秸秆	70:1
玉米秸秆	57:1
黑麦覆盖作物（开花期）	37:1
豌豆秸秆	29:1
黑麦秸秆（生长期）	26:1
成熟的苜蓿干草	25:1
<b>理想的微生物食物*</b>	<b>24:1</b>
腐烂的厩肥	20:1
豆科干草	17:1
肉牛粪肥	17:1
嫩苜蓿草	13:1
野豌豆覆盖作物	11:1
土壤微生物（平均）	8:1

\*所以有机肥料的最终 C/N 控制在 24 左右

