

# 保护土壤水分和促进作物生产的覆盖技术-综述

MANJEET PREM<sup>1</sup>, PREM RANJAN<sup>2</sup>, NEERAJ SETH<sup>3</sup> 和 GHANSHYAM T. PATLE<sup>4</sup>

1. 印度 古吉拉特 戈德拉 农业工程与技术学院农业机械与动力工程系
2. 印度 阿鲁纳恰尔邦 尼尔朱利 东北地区科技学院农业工程系
3. 印度 古吉拉特邦 戈德拉 农业工程与技术学院加工与食品工程系
4. 印度 锡金 拉尼普尔 农业工程和收获后技术学院灌溉和排水工程系

**摘要:** 增加粮食产量和改善周围环境质量的必要性导致寻找控制或调节水蚀和风蚀的材料。如今, 覆盖已成为农业生产中必不可少的决定性活动。减少除草剂和各种化肥的施用, 控制杂草, 保持土壤水分和土壤温度。本文详细回顾了对覆盖物进行的不同研究, 并阐述了它们解决农业问题的机会。多年来, 由于全球变暖以及印度低降雨区降雨不均匀或不确定, 农业经营的水资源一直不足。为了缓解农业缺水问题, 覆盖作为雨养作物的节水技术具有至关重要的影响。它主要对保持土壤水分、防止土壤蒸发和控制影响粮食生产的土壤温度非常重要。印度作为一个农业国家, 应该对节水策略更加钦佩。到目前为止, 我们正面临着水资源不足的巨大压力。每一滴水对我们来说都很重要, 但由于不专心, 我们一再浪费大量的水, 其中70%到80%用于灌溉。覆盖和微灌技术可以在控制过度和过度灌溉方面发挥重要作用。这种做法有助于防止杂草生长、增加土壤水分、减少土壤侵蚀、保持土壤温度、增加土壤结构、提高土壤肥力和改善土壤生物状况。覆盖有有机覆盖、无机覆盖、天然覆盖、合成覆盖、表面覆盖、垂直覆盖或垂直覆盖、塑料覆盖、橡胶覆盖、卵石或石头覆盖、灰尘覆盖、秸秆覆盖、景观织物、活植物屏障等。覆盖除许多优点外还显示出一些局限性, 因为它可能隐藏一些昆虫、害虫和疾病, 有时还会产生一些杂草问题。目前的分析涉及覆盖的每一个特征及其受益效果的论点。

**关键词:** 土壤改良; 结构; 覆盖; 土壤湿度; 土壤温度; 杂草管理

## Mulching Techniques to Conserve the Soil Water and Advance the Crop Production - A Review

MANJEET PREM<sup>1</sup>, PREM RANJAN<sup>2</sup>, NEERAJ SETH<sup>3</sup> and GHANSHYAM T. PATLE<sup>4</sup>

1. Department of Farm Machinery and Power Engineering, College of Agricultural Engineering and Technology, Godhra, Gujrat, India
2. Department of Agricultural Engineering, North Eastern Regional Institute of Science and Technology, Nirjuli, Arunachal Pradesh, India
3. Department of Processing and Food Engineering, College of Agricultural Engineering and Technology, Godhra, Gujrat, India
4. Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Agricultural Engineering and Post Harvest Technology, Ranipool, Sikkim, India

**Abstract:** The necessity to increase the production of food grains and enhances the quality of surrounding environment has led to find the materials to control or regulate the water and wind erosion. Mulching has become now a days an essential and decisive exercise in agricultural production. It lessens the application of herbicides and various chemical fertilizers, control the weeds and maintains the soil moisture and soil temperature. This article consists of the detail reviews of different research conducted on mulches and elaborate the opportunities that they resolving the problem in agriculture. The resources of water for

agricultural operations have been inadequate over the years as a result of global warming and uneven or uncertain rainfall in the low rainfall zones of India. To alleviate the water scarcity in agriculture, mulching has a vital impact as a water conserving technique in rain-fed cropping. It is very important primarily for preserving the soil moisture, preventing evaporation of soil and governing the soil temperature, which affects the food production. India being an agricultural country should have a better admiration towards water conservation tactics. By now we are fighting from a great stress of water insufficiency. Each and every drop of water is important for us but inappropriately because of inattentiveness, we repeatedly waste gigantic volume of water in which 70 to 80 % is passed down for irrigation purpose. Mulching and micro-irrigation techniques can play a vital role in controlling the over and excessive irrigation. This practice assistance to prevent weed growth, increment soil moisture, reduce soil erosion, maintain soil temperature, augments soil structure, improves soil fertility and improvise soil biological regime. There are several categories of mulching which are organic mulching, inorganic mulching, natural mulching, synthetic mulching, surface mulching, upright mulching or vertical mulching, plastic mulching, rubber mulching, pebble or stone mulching, dust mulching, straw mulching, landscape fabric, live vegetative barriers etc. Mulching also shows some limitations beyond many advantages as it may harbor some insects, pests and diseases and also create some weed problems sometimes. The current analysis deals with argument of every single feature of mulching and its beneficiary effects.

**Keywords:** Improvement of soil; Structure; Mulching; Soil moisture; Soil temperature; Weed management

### 引言:

越来越清楚的是, 养活未来人口的挑战在很大程度上是在当前土地利用范围内提高水的生产力, 因为新的耕地相对有限 (Prem 等人, 2017)。农业部门消耗的水量是世界上最高的, 约占总用水量的 70% (Qin 等人, 2018)。其中, 全球 80% 的农田被非灌溉 (雨养) 覆盖, 占世界粮食产量的 60–70% (Chen 等人, 2018)。考虑到日益严重的水资源短缺, 雨养耕作在全球粮食供应中发挥着至关重要的作用 (Sun 等人, 2012; Li 等人, 2017)。相反, 全球变暖和降雨量分布不均造成干旱和半干旱地区农业生产缺乏水资源的原因 (Qin 等人, 2015; Li 等人, 2017)。因此, 为了节约耕地用水, 农业用水管理是一个关键问题。此外, 在旱地农业中, 雨养耕作受到重视, 这需要通过使用节水技术更有效地消耗水资源 (Qin 等人, 2013 年)。因此, 多年来, 在世界干旱和半干旱地区, 保守高效的用水方式已取得巨大成功。最大限度地减少用水量, 最大限度地提高产量是每个节水系统的主要目标。水的有效利用是作物生长阶段的决定性方面, 可以显着提高产量 (Kader 等人, 2019)。水资源不足是当今国家面临的主要问题, 因为水资源日益受到污染物的污染, 可用水量正在下降。此外, 土壤的健康状况也在急剧下降。因此, 有哪些选择可以摆脱这些情况? 保存土体含水量应该怎么做? 我们可以做些什么来重建土壤的健康? 应该做些什么来阻止杂草生长并限制其在土壤中的发芽? 我们可以做些什么来为土壤体提供养分? 我们可以做些什么来照顾一个体面的微生物群落并保持土壤微生物的良好稳定性? 答案很简单, 实施农田地膜

覆盖运动。因此, 随着雨养或旱地农业产量的增加, 覆盖可能是节水的有效选择。mulch 这个词起源于德语单词 “molsch”, 意思是软到腐烂, 这似乎表示园丁使用稻草和树叶作为覆盖物 (Jack 等人, 1955)。因此, 覆盖物通常被定义为用作覆盖土壤表面的任何材料。覆盖物被定义为覆盖在土壤表面的涂层材料 (Kasirajan 和 Ngouajio, 2012)。覆盖是一种重要的文化实践, 可以减少园艺中必不可少的工作量, 有助于生产更健康的植物和潜在的蔬菜生产。覆盖是用活的或非活的覆盖物对植物周围的土壤表面进行保护性覆盖, 为植物生长和高效作物生产创造有希望的条件 (Chakraborty 等人, 2008; Kader 等人, 2017a)。它保护土壤以保护生物和植物根部免受各种气象条件的影响。覆盖可优化用水量, 并有助于促进作物生长和产量 (Yu 等人, 2018)。覆盖的主要目标是控制低降雨量地区的侵蚀和节水。虽然树叶、稻草、树木废料、草屑、树皮屑和堆肥等天然覆盖物已经使用了几个世纪, 但在过去 60 年中, 合成材料的出现改变了覆盖物的方式和利润。有如此多的资源可用于合成覆盖物的效果, 从而产生大量有价值的作品。相对而言, 塑料覆盖物完全不透水。因此, 它通过防止土壤表面的快速蒸发和含盐水的激增来限制整个土壤表面的水流失和土壤侵蚀, 这在具有高含盐水资源的国家中很重要。通过这种方式, 它在节约用水方面发挥了富有成效的作用 (Sharma 和 Bhardwaj, 2017)。因此, 它能够更多地抑制土壤水分并帮助控制温度变化, 提高土壤的物理、化学和生物学特性, 因为它可以增加土壤的养分, 最终增加各种作物的生长和收获 (Dilip 等人, 1990)。此外, 覆

盖物可以很好地减少水汽流失、杂草问题土壤侵蚀和养分流失 (Van Derwerken 和 Wilcox, 1988)。覆盖通常可分为两类——有机的和无机的。此外,天然和合成覆盖是其他类型。像树皮这样的有机覆盖物通常是各种木材工业的产物,它们愿意按时腐烂。像塑料薄膜这样的无机覆盖物不会迅速腐烂,并且可能基本上在大气中持续存在一段未指定的时间。大多数类别的覆盖物都可以通过容器访问。最好在购买或分销后立即铺在有机覆盖物上。如果这样做不方便,请用防水布或塑料盖住覆盖物以保持材料干燥。覆盖物的种类取决于可及性、速率、外观、质量和弹性。了解各种覆盖材料的特性及其正确使用使用方法,可以帮助您根据要求手工挑选正确的覆盖物。

### 覆盖的好处

覆盖提高土壤生产力、植物周围的土壤通风、聚集土壤颗粒和排出多余的水 (Kader 等人, 2017a)。覆盖农田有很多好处,例如减少土壤水分流失、土壤侵蚀、杂草生长、水滴动能以及周围田地之间对养分和水分的竞争 (Tarara, 2000; Yang 等人, 2015; Kader 等人, 2017a)。由于蚯蚓进入土壤,覆盖物有助于改善土壤结构和引导养分 (Qin 等人, 2015)。它还降低了土壤的 pH 值,从而增加了养分的可用性。有机覆盖物在分解后在土壤中添加养分,并增加土壤中养分的长期可用性 (Larentzaki 等人, 2008)。塑料覆盖物对气体运动具有不可渗透的作用,可作为日晒和熏蒸过程的更大墙。它还可以在提高土壤健康和控制害虫方面表现出惊人的作用 (Chalker-Scott, 2007)。因此,它有助于保持植物根部周围的养分,以有效利用养分,并有助于减少肥料的浸出。覆盖景观的外观均匀性更具吸引力 (Li 等人, 2013; Chen 等人, 2018)。此外,在作物生长的不同阶段,土壤湿度和温度的适宜性存在着可行的变化。土壤中的有机覆盖物分解后,土壤的有机物质迅速增加,从而增加了土壤的持水能力 (Kader 等人, 2017c)。其他一些好处如下所述:

#### 根区的水分报复

由于覆盖物的蒸发减慢,植物根部附近有更多的水分,植物也有更多的时间吸收水分。因此,覆盖有覆盖物的区域需要更少的水 (Ranjan 等人, 2017)。

#### 土壤结构改良

有机覆盖物以及可生物降解的塑料覆盖物最终会塌陷并增加土壤表面的养分,从而提高保水能力并增加腐殖质层。

#### 土壤温度稳定

温度的波动由植物根区的覆盖物控制,这导致夏季

土壤较冷,冬季土壤较暖。

#### 杂草管理

覆盖物通过防止阳光到达土壤顶层来减少种子的发芽。在土壤上形成保护层后,塑料薄膜和景观织物也可以防止杂草发芽 (Sharma 和 Bhardwaj, 2017)。

#### 降低反射率

热量和光被植物叶子下面的沙子和粘土反射。由于其多面和较暗的面,在有机覆盖物中观察到较少的光反射。因此,有机覆盖物降低了蒸发速率。但是无机覆盖物特别是岩石会增加反射率,这适用于某些植物,但对更敏感的植物有害 (Kader 等人, 2019)。

#### 侵蚀控制

覆盖物减少了雨水的动能,减缓了雨水的流动,从而避免了径流,让土壤有更多的时间吸收雨水。补充水分有利于植物根系的生长,从而进一步稳定土壤。覆盖物还可以保护土壤免受风蚀 (Ranjan 等人, 2017)。

#### 减少维护

由于杂草生长较少,覆盖区域所需的跨文化操作较少。

#### 覆盖的缺点

覆盖也有一些负面影响,例如更多的劳动力需求,更高的运输费用,清除和处置问题等。塑料覆盖物与土壤紧密接触,导致产生碎片和土壤污染 (Steinmetz 等人, 2016)。杂草的生长和酸释放到土壤中也可是稻草和草等有机覆盖材料的主要问题 (Chalker-scott, 2007; Patil 等人, 2013)。土壤通气性较好、温度较高和含水量恒定的覆盖土壤往往有利于土壤中较高的微生物活性,这意味着用覆盖处理的土壤中的硝化作用更完全 (Huang 等人, 2008)。农民通过现场焚烧和填埋处理和掩埋在可耕地土壤中的塑料薄膜残骸,导致严重的土壤污染和作物生长减少 (Gonzalez 等人, 2014)。

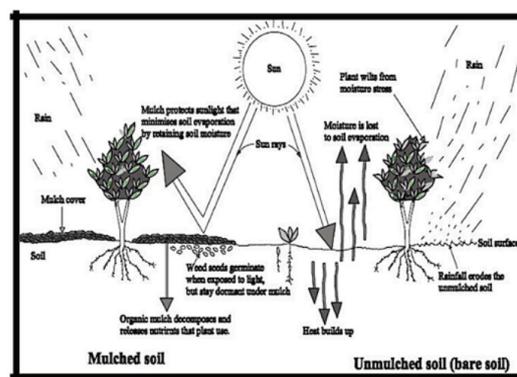


图1 覆盖和未覆盖的土壤与植物和环境相互作用的优势 (Kader 等人, 2017a)

## 覆盖物的应用标准

您种植的作物和田地的位置将决定覆盖的时间。一些重要的指导方针如下所述：

### 作物生长季节

在凉爽的季节生长的作物，如豌豆和菠菜，可以提早覆盖，但在夏季生长的作物，如玉米和西红柿，在土壤温度升高之前不能覆盖除非在覆盖时使用黑色塑料薄膜。在春季，在土壤稍微干燥后进行覆盖。

### 寒冷季节保护

一个常见的误解是覆盖是为了防止土壤冻结。水温不应远低于可接受的有机物生化氧化水平（Ranjan 和 prem, 2018）。覆盖物允许土壤在春季逐渐升温，并且对早期发芽的植物有用，这些植物在土壤温度温暖到足以耐受它们之前就发芽了。春季在保护植物基部观察到植物新生长时，应拆除冬季覆盖物。

### 树木和灌木

为避免灌木和乔木脚部附近土壤板结和根部窒息，应使用不超过2-3英寸的覆盖层。避免将覆盖物支撑在植物的茎和树干上。过度覆盖导致持续的水分供应也可能导致促进生物有机体或各种病原体的生长，并为有害和危险的昆虫和害虫建立家园（Ranjan 等人，2017）。

### 蔬菜生产

覆盖菜园可以保护水果和蔬菜不被土壤划伤，保持水分，减少杂草的竞争，还可以减少有害病原体的传播。必须在土壤变暖后施用覆盖物。在菜园中，可以使用覆盖物在植物行之间形成小巷，以便于跨文化操作和收获。

### 最近播种的草坪

在新播种的草坪中，使用覆盖物来防止种子被冲走，防止鸟类和啮齿动物的侵害，并保持水分以更好地发芽。建议使用干净的大麦、燕麦或小麦秸秆作为替代方案，因为它通常不含种子而不是干草，因为它通常由杂草种子组成。

### 杂草管理

应在杂草开始生长之前进行覆盖以控制杂草。当杂草开始生长时，应在覆盖之前进行锄头或拉动。覆盖层的厚度应足以控制杂草，但不能厚到对植物有害。覆盖材料的密度、土壤的通气性和植物的类型决定了覆盖的适当厚度。从大约2英寸厚的覆盖层开始，并在它塌陷时用更多的覆盖物加满。覆盖物应距植物茎至少4英寸（David, 2002）。

## 覆盖物的分类

### 基于有机物

#### 有机覆盖物

有机覆盖物可以由天然存在的各种物质制成，其中

含有有机物质。有机覆盖的常见例子是树皮屑、草屑、堆肥、干叶等。

#### 无机覆盖物

由无机物组成的无机覆盖物，其中不含有有机物。无机覆盖物包括石头和砾石、聚乙烯薄膜、景观材料和橡胶。

### 以生活物质为基础

#### 天然覆盖物

天然覆盖物通常由天然存在的材料制成。有机覆盖物也称为天然覆盖物。没有更换天然覆盖物的先决条件，因为它很容易分解。

#### 合成地膜

合成地膜由人造无生命物质制成。市场上有各种类型的合成覆盖材料可用于农田，例如塑料薄膜、普通纸和油纸、纺丝材料等。

### 基于申请方法

#### 表面覆盖

当在土壤表面进行覆盖以减缓蒸发速率，增加土壤的持水量时，称为地表覆盖。在雨养农业中，地表覆盖被广泛用作节水措施（Chakraborty 等人，2008；Zribi 等人，2015）。

#### 垂直覆盖

它是在树木根系附近进行的土壤处理，通过使压缩的土壤通风，增加土壤的保水力，提高土壤的渗透能力，增加土壤的养分，从而改善树木的根系功能和健康。垂直覆盖俗称堆肥。它是通过在斜坡上以2至4m的间隔挖掘30cm深和15cm宽的沟渠，并添加一些有机材料，如草、稻草、残茬等（Telkar 等人，2017）。

### 生长的植物屏障

Subabul 和 Glyricidia 植物被种植在等高线上作为蔬菜屏障，作为覆盖物，可以提高土壤的保水能力（Patil 等人，2013）。

#### 有机覆盖物

有机覆盖物包括动物堆肥、草屑、各种作物的稻草、干叶、树皮屑和锯末等材料。它具有易于降解的能力，因为吸引人的蛞蝓、昆虫和蠕虫的特性会吃掉它们并帮助它们快速降解，从而在土壤中增加一些营养物质和有机物质。有机覆盖物具有大量有用的功能。其中一些是：通过降低蒸发速率保持土壤水分，缓和土壤温度，减少土壤侵蚀，阻碍杂草生长，促进有益土壤生物的生长，并减少土传病原体的爆发。随着时间的推移分解后的有机覆盖物可改善土壤结构并增加土壤的养分含量（Telkar

等人，2017)。不同有机覆盖物及其用途的图示如下：



图2 树皮修剪覆盖

(来源: <https://media.spokesman.com>)

#### 树皮剪报

树皮屑(如图2所示)是持久耐用的材料,可以使土壤适当通气。干湿地区均可使用,保水能力更强。在潮湿地区,如果雨水过多,木皮吸收多余的水分后会减少涝渍,如果雨水太少,木皮会释放出保持水分,在干旱时也可以为植物提供水分。

#### 树皮(硬木)

硬木树皮剪裁是造纸和木材工业的衍生产品,大小从木片到更大的块不等。它主要在灌木和树木附近使用。有色和天然树皮品种均可获得。有色品种通常是包含非天然过氧化物的回收木材废料的混合物。硬木树皮屑比软木具有更多的营养成分,但树皮屑并非容易且丰富地获得(Ranjan等人,2017),而且一些树皮产品也会引起植物毒性(Telkar等人,2017)。这些树皮本质上是微碱性的(Ranjan等人,2017)。

#### 树皮(软木)

它同样是木材和造纸工业的衍生物。常见的例子是松树皮,常用于大灌木和树木下。它的行为有点酸性,需要更多时间才能腐烂。这些树皮有多种尺寸可供选择,通常适用于2到4英寸的深度(Ranjan等人,2017)。



图3 树木废弃物

(来源: <https://wikimedia.org/wikipedia/>)

#### 树木废料

通常,这种覆盖物(如图3所示)来自较大的木材块。在分解时,新鲜的树块将利用土壤中更多的氮。这种类型的覆盖物特别适用于制作路径(Telkar等人,2017)。



图4 树叶覆盖

(来源: <https://www.greenmylife.in/>)

#### 叶覆盖物

叶子很适合覆盖,而且很容易获得(Ranjan等人,2017)。然而,叶子有利于在冬季保护不活跃的植物,使它们保持温暖,它有助于在整个冬季开始发芽,但由于其重量轻,即使风速很小,它们也可能被吹走。应使用树皮、石头或任何其他有助于降低风速的材料来减轻这些问题(Patil等人,2013)。它可以在家里通过堆肥切碎的叶子来制作。叶覆盖物(如图4所示)可用于所有类型的花园。感染病害的叶子应该被处理掉,而不是堆肥(Telkar等人,2017)。叶子覆盖的适当厚度约为3至4英寸(Ranjan等人,2017)。



图5 剪草(来源: <https://www.onegreenplanet.org/lifestyle/how-to-use-your-grass-clippings/>)

#### 草屑

剪草(如图5所示)是农业中轻松且大量可用的覆盖材料。如果新加入土壤,它会向土壤中提供一定量的氮和有机物质。如果将绿草屑添加到土壤中,它可以发展其根系,从而可能对作物的生长发育造成损害。因此,使用干草作为覆盖材料更有利(Telkar等人,2017,Patil等人,2013)。草屑应以薄层散布,以便在多年生植物和

蔬菜床中获得更好的效果，并在生长季节结束时凹入。在添加额外的层之前，让每一层都干燥。如果应用厚层剪裁而不是薄层剪草，剪草将会垫底。从用杀虫剂或除草剂处理过的草坪上采集的草屑从不使用。它应该适用于 2 到 3 英寸的深度（Ranjan 等人，2017）



图6 堆肥动物粪便

（来源：<https://en.wikipedia.org/wiki/Manure/>）

#### 堆肥动物粪便

堆肥动物粪便（如图 6 所示）是覆盖材料的绝佳选择，可促进土壤健康、增加微生物或生物有机体的数量并为土壤增加养分。堆肥本质上是微酸性的。堆肥没有更好的杂草抑制能力，这是堆肥动物粪便的一个明显缺点（Telkar 等人，2017）。在农田使用新鲜肥料有时会导致植物根部燃烧。在用作地膜肥料之前，应在 54℃ 至 60℃ 的温度下充分分解至少 1 周和 4 至 6 个月的堆肥，以根除潜在的疾病微生物。猪粪、猫粪和狗粪绝不能添加到蔬菜作物中。它也被用作各种营养消耗植物群（如玫瑰）的覆盖材料。3-4 英寸的深度有利于用作覆盖物的堆肥（Ranjan 等人，2017）。



图7 报纸覆盖

（来源：<https://www.waldeneffect.org/>）

#### 报纸

报纸覆盖（如图 7 所示）有助于在土壤中添加一些有机物和控制杂草。覆盖需要 1 至 2 厘米厚的报纸，纸张边缘应用石头、砾石、鹅卵石等固定。通过白色和黑色报纸的层数来抑制杂草（Patil 等人，2013）。一次涂抹

2 到 3 层报纸，并用树叶覆盖物或草屑或任何其他有机材料覆盖，以免被风吹走。新闻纸最终会腐烂，并可以融入土壤。



图8 秸秆覆盖

（来源：<http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/>）

#### 秸秆覆盖物

秸秆覆盖物的一些例子是花生壳、棉花壳、稻草和小麦秸秆、作物残茬等，它们用作土壤表面水分保持的覆盖物。即使秸秆中的养分含量较低，但秸秆覆盖物分解后土壤转化的生产力更高。秸秆覆盖物（如图 8 所示）减少了蒸发量和蒸发速率，并减少了土壤吸收的能量（Telkar 等人，2017）。



图9 锯末覆盖（来源：<https://www.denbow.com/>）

#### 锯末

木屑（如图 9 所示）来自木材和家具制造行业，营养价值非常低。它是可以慢慢分解的。它本质上是酸性的，因此不应该在酸性土壤中使用。

#### 有机覆盖的好处

有机覆盖物在反射太阳辐射方面起着至关重要的作用。它降低了蒸发速率并保持土壤凉爽。防止杂草的发芽和生长，减少土壤的侵蚀，减少径流，增加土壤的保水能力，改善水的渗透和渗漏，改善土壤条件，使土壤多孔，促进根系更好的生长。它还可以保持土壤温度。

#### 有机覆盖的缺点

覆盖物限制了排水不良土壤根部附近的氧气供应，因为覆盖物会保留更多的水分。如果在靠近茎的地方进

行覆盖，植物茎中的水分可以为各种微生物、害虫和疾病创造栖息地。像剪草、稻草、干草等有种子的覆盖物可以促进杂草的发芽。

### 无机覆盖物

无机覆盖物通常用于阻碍杂草的发芽，也用于装饰。石头、砾石和岩石等无机覆盖物不会自行分解，因此它们不参与改善土壤条件，但可生物降解和光降解塑料覆盖物很容易分解，分解后也能改善土壤条件，因为它们是由植物糖或淀粉。在干燥和炎热的环境条件下，岩石可以吸收和反射热量。

### 无机覆盖的优点

无机覆盖物具有成本效益，因为它们不能经常更换，与有机覆盖物相比更耐用，因为它们不会过早分解，保持土壤水分，节省时间，控制杂草，保持土壤温度，防止昆虫和疾病的侵袭以及土壤日晒。

### 无机覆盖的缺点

无机覆盖物，除了可生物降解的塑料覆盖物外，不会为土壤增加任何养分，因为它们不会分解。在某些情况下，无机覆盖物会在某些情况下被阳光损坏，并且随着时间的推移开始看起来损坏。大面积种植可提高土壤温度。橡胶等无机覆盖物可能会对植物造成伤害，因为它本质上是有毒的。

### 无机覆盖材料

不同无机覆盖物及其用途的说明如下：景观织物景观织物是长期压制杂草的更好选择，因为它允许水和空气通过它。当它与有机覆盖物结合使用时，它也可以比大多数其他无机覆盖物更快地破碎。风景织物通常由高强度的聚丙烯网制成，它作为一种有弹性的开放式织物。当它在一层覆盖物下使用时，它还可以控制水土流失并保护土壤免受风和水的侵蚀。它允许雨水通过它排入土壤，这在塑料薄膜中是不可能的。大多数时候，景观织物比塑料薄膜更可取。



图 10 景观织物 (来源: <https://www.lawnstarter.com/>)

### 石头和砾石

石头和砾石成功地用于旱地水果种植。可减缓蒸发速度，提高入渗速度，防止杂草发芽。太阳辐射与石头相呼应，在炎热的季节可以创造出非常炎热的土壤气氛。所以，它应该远离树木和其他植物。



图 11 石覆盖

(来源: <https://nearsay.com/>)

### 橡胶

橡胶地膜由再生橡胶或轮胎制成。它含有有毒物质，具有更大的可燃性，可以无限期地留在土壤中。不建议在家庭花园中使用。橡胶地膜不吸收养分或水分，可有效控制杂草，不会因风而分解或错位，极具成本效益，可抑制昆虫和害虫的发展。



图 12 橡胶覆盖

(来源: <https://www.rymarrubber.ca/rubber-mulch>)

### 塑料地膜

塑料覆盖物在控制蒸发速率方面非常有用且有效。水和养分不能通过塑料薄膜，因为它本质上是不透水的。塑料覆盖物最适合菜园在春季增加土壤温度。不建议长时间使用，一般只使用一个季节，因为它会随着阳光的照射而变质。在塑料覆盖中，使用两种类型的彩色和透明或透明薄膜。可生物降解和可光降解的覆盖物等塑料覆盖物具有光学特性，可用于特定地点的特定作物 (Steinmetz 等人, 2016)。在了解地面周围的最佳环境后，

应将其用于特定作物。



图13 地膜覆盖

(来源: <http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/>)

#### 塑料地膜的类型

##### 彩色覆盖物

通过适当的塑料地膜成分、厚度和颜色,可以准确地完成土壤环境。有许多彩色地膜可供选择,包括红色、白色、黑色、银色、透明或透明等。但颜色的选择取决于明确的目标。不同类型的彩色覆盖物如下所述:

##### 单色地膜

- 白色: 比所有可用颜色更能冷却土壤。
- 红色: 增加许多作物的营养产量。
- 黑色: 非常有助于保持土壤水分,减少由于薄膜下方缺乏光合作用而导致的杂草生长,使用经济且不允许阳光透过薄膜。

##### 双色地膜

- 黄色/黑色: 用作各种昆虫和害虫的伏击。
- 白色/黑色: 冷却土壤。
- 银色/黑色: 冷却土壤,但不超过白色/黑色薄膜,防止一些蚜虫和蓟马的侵袭。
- 红/黑: 在自然界中部分半透明,允许一些太阳光线穿过它,使土壤变暖,并将一些辐射反射回植物冠层,这导致植物生长、花朵更好地发育和新陈代谢的变化,从而增加产量和减少一些蔬菜和水果作物的结果时间。

- 蓝色/黑色: 限制辐射反射。

##### 透明或透明的覆盖物

它用于日晒和提高土壤的温度。

##### 反光银膜

它通常保持根区的温度凉爽。

##### 金属化地膜

它为植物提供额外的光并反射一系列光,这可以部分阻止粉虱和蚜虫传播疾病。



图14 彩色地膜 (来源: <http://agritech.tnau.ac.in/>)

#### 红外线透射地膜

IRT (红外线透射) 塑料地膜有多种颜色可供选择,从绿色到棕色。光线从有色薄膜中过滤后可以通过土壤床。这些薄膜可有效控制杂草和提高土壤温度。



图15 可生物降解塑料地膜

(来源: <https://www.growthproduce.com/fruits/>)

#### 可降解地膜

- 光降解塑料覆盖物: 在覆盖期间,它很容易被阳光分解 (Divya 和 Sarkar, 2019)。
- 可生物降解的塑料地膜: 主要由聚酯纤维、植物糖、淀粉或来自玉米和小麦植物的木浆资源制成。它在自然环境条件下很容易分解,并在覆盖期后混入土壤 (Divya 和 Sarkar, 2019)。可生物降解的覆盖物明显比可光降解的覆盖物更薄 (Hannan, 2012)。

#### 地膜覆盖的优势

它完全不透水。覆膜降低蒸发率,增加持水量,阻止含盐水的上升,减少植物养分的淋失,防止杂草发芽,驱虫害虫,提高发芽速度,保持土壤结构,减少水土流失。

#### 塑料地膜的缺点

与有机覆盖物相比,它们不太经济。由于温度升高,黑色地膜会导致早期植物烧焦的风险。农机在地膜上的移动是困难的。塑料覆盖物对动物有毒 (Srinidhi 和 Nazareth, 2018)。它会阻碍后续作物根系的发育 (Schonbeck, 1995)。如果土壤中的塑料覆盖持续 5 到 20 年,可能导致表层土壤盐分含量增加 122% 到 146%

(Liu 等人, 2014)。

### 塑料地膜的选择

地膜品种的选择要视环境条件和地膜的主要特点而定。

表 1 选择合适的塑料地膜

Rainy season	Perforated mulch
Orchard and plantation	Thicker mulch
Early germination	Thinner film
Soil solarisation	Thin transparent film
Weed control through solarisation	Transparent film
Weed control in cropped land	Black film
Sandy soil	Black film
Saline water use	Black film
Summer cropped land	White film
Insect repellent	Silver colour film

### 塑料覆盖的各个方面

塑料覆盖材料在现代化农业中的应用被称为塑料栽培, 它正逐渐用于水果和蔬菜的生产 (Kader 等人, 2017b; Ibarra Jim é nez 等人, 2011; Kasirajan 和 Ngouajio, 2012)。全球每年约有 100 万吨塑料被用作农业塑料覆盖物 (Yu 等人, 2018)。中国是塑料覆盖物的最大用户, 约占世界的 40%, 其次是日本和韩国 (Daryanto 等, 2017; Ihuoma 和 Madramootoo, 2017)。地膜覆盖提高了中国玉米和小麦的产量, 产量分别接近 33.6% 和 33.1% (Chen 等人, 2014)。

### 覆盖对土壤水分保持的影响

在降低蒸发速率后, 覆盖对保持旱地土壤水分非常有帮助 (Yang 等人, 2015; Kader 等人, 2017a; Chakraborty 等人, 2008; Zribi 等人, 2015)。具有防潮屏障特性的塑料地膜不允许土壤水分逸出, 因为水分在地膜下方蒸发, 冷凝后以水滴的形式回到土壤中。因此, 水分可以保存很多天, 这就是为什么在作物种植期间增加灌溉时间并减少灌溉需求的原因 (Kader 等, 2017b)。与秸秆覆盖相比, 塑料覆盖在土壤保水方面更为有效 (Li 等人, 2013)。降低地表蒸发速率以保持土壤水分和减少土壤侵蚀是覆盖技术的首要资产 (Qin 等人, 2016)。传热和传水的机制对于有效利用覆盖材料非常重要 (Li 等人, 2018; Kader 等人, 2019)。选择合适的覆盖材料对于减少作物种植中的灌溉频率非常重要 (Chalker-Scott, 2007)。覆盖物具有保持植物根区水分的能力 (Smith 等人, 1997; Koski 和 Jocobi, 2004; Duryea 等人, 1999), 因此, 植物可以在较长时间内获得水 (Pakdel, 2010)。与裸土相比, 覆盖有覆盖物的土壤蒸发率较低 (Singer 和 Martin, 2008; Steward 等人, 2003; Iies 和 Dosmann, 1999; Duryea 等人, 1999)。

### 覆盖对杂草控制的影响

在夏季, 未覆盖覆盖物的裸露土壤中的杂草可将蒸散率提高 25% (Chalker-Scott, 2007)。有机覆盖物征服杂草并掩埋杂草的种子以阻止其发芽 (Koshki 和 Jocobi, 2004; Duryea 等人, 1999; Pakdel, 2010), 如果任何杂草由于其松散的质地而错误生长, 则将其拔出杂草是一件容易的事。

### 覆盖对土壤温度的影响

有机和无机覆盖物在调节植物根区温度方面都非常有用 (Singer 和 Martin, 2008; Koshki 和 Jocobi, 2004; Steward 等人, 2003)。在无生命的无机覆盖物中, 其下方 10 厘米深度处的土壤温度比有机覆盖物下方 10 厘米深度处的土壤温度高约 2.5℃。有机覆盖物限制了热能向土壤中的扩散, 从而导致土壤温度降低 (Singer 和 Martin, 2008)。使用塑料覆盖物时, 土壤温度在 5 cm 和 10 cm 深度处分别升高约 6℃ 和 4℃, 而麦秆覆盖物使土壤温度升高约 2.3℃ (Ramakrishna 等人, 2006)。

### 覆盖对土壤性质的影响

土壤压实在市政地区非常普遍。在这方面, 由于缺乏土壤保护层, 降雨造成的压缩是不太容易理解的 (Chalker-Scott, 2007)。覆盖物能够长期改善土壤状况。在使用从森林树木获得的树皮覆盖物后 8 年扩大了土壤的孔隙度并降低了土壤的体积密度 (Oliveira 和 Merwin, 2001)。

### 覆盖对植物生长的影响

覆盖物可以促进土壤中植物的发芽和生长 (Smith 等人, 1997; Koshki 和 Jocobi, 2004; Skroch 等人, 1992)。覆盖物可以改善根系的建立、植物的发芽和移植植物的成活。在有机覆盖中, 与裸土和塑料覆盖相比, 植物根系的生长和密度更好 (Chalker-Scott, 2007)。

### 讨论

实践证明, 利用地膜覆盖提高果蔬产量, 可以获得更有利的土壤环境 (Kumar 等人, 2018)。在所有覆盖物中, 稻草覆盖物和黑膜覆盖物的土壤保水性高于未覆盖物的土壤。杂草与作物及其环境在土壤有机碳中的竞争减少, 导致蔬菜生长和产量更好。根据效益成本比, 稻草覆盖的土壤处理最经济, 其次是黑膜 (Kumar 等人, 2018)。黑色地膜在各种水果和蔬菜的生产中发挥着非常宝贵的作用。它还通过提高土壤温度、保持土壤水分和减少农药的使用来增加水果和蔬菜早熟的习性。此外, 它还可以保护土壤在强降水季节不将养分淋溶到根区。早期的地膜不具备降解能力, 但现在已经开发出许多可降解地膜, 如生物降解地膜、光降解地膜等, 它们在地

膜使用期限后具有更好的自身退化到土壤中的能力，而不会对土壤产生任何负面影响，从而消除了去除旨在融入土壤剖面的废弃覆盖物的目的 (Hannan 等人, 2012)。为了控制土壤的碱度和盐度，有机和无机覆盖物都比未修饰的土壤更有效 (Ramon 等人, 2014)。可以看出，地膜覆盖的使用显着提高了作物产量和水分利用效率，分别提高了 24.32% 和 27.63% (Gao 等人, 2018)。地膜覆盖还显着提高了马铃薯作物的产量和用水量，分别提高了 30.62% 和 30.34% (Li 等人, 2018)。作物产量和水分利用效率受覆盖方法、作物种类和地膜颜色的影响很大。黑色覆盖物更有利于提高低降雨地区作物的产量和水分利用效率 (Gao 等人, 2018)。据报道，使用塑料覆盖物的番茄产量最高，其次是报纸覆盖物、稻草覆盖物和可生物降解的塑料覆盖物 (Divya 和 Sarkar, 2019)。

表 2 使用地膜后高产作物列表

Vegetable crop	Orchard crop
Cabbage	Pomegranate
Cauliflower	Lemon
Capsicum	orange
Tomato	Banana
Brinjal	Peach
Chilli	Guava
Okra	Papaya
Potato	Apricot
	Grapes

(Source: <https://agriculturegururji.com/mulching/>)

表 3 通过地膜覆盖提高水果作物的产量

Crop	Yield (T/ha)		Increase in yield (%)
	Un-mulched	Mulched	
Banana	53.99	73.32	33.95
Papaya	73.24	120.29	64.24
Ber	7.02	8.92	27.06
Mango	4.93	7.16	45.23
Guava	18.36	23.12	25.93
Litchi	111.0	125.0	12.61
Pineapple	10.25	11.75	14.63

(Source: NCPAH, New Delhi (National Committee on Plasticulture Applications in Horticulture))

表 4 通过地膜覆盖提高蔬菜作物的产量

Crop	Yield (T/ha)		Increase in yield (%)
	Un-mulched	Mulched	
Bitter Gourd	20.12	25.63	27.39
Tomato	69.10	94.85	37.26
Brinjal	36.73	47.06	28.12
Chilli	16.79	19.71	17.39
Okra	6.91	8.56	23.88
Cabbage	14.3	19.9	39.16
Broccoli	15.64	25.14	60.74
Cauliflower	18.58	25.02	34.66

(Source: NCPAH, New Delhi (National Committee on Plasticulture Applications in Horticulture))



图 16 秸秆覆盖蔬菜

(来源: <https://horticulture.ucdavis.edu/>)



图 17 番茄中的塑料覆盖

(来源: <http://www.tomatonews.com/en/>)



图 17 番茄中的塑料覆盖

(来源: <http://www.tomatonews.com/en/>)

## 结论

现在，覆盖已成为一种非常有用的做法，可以保护土壤水分并增加低降雨量地区的各种农产品的产量。覆盖可以增加土壤的持水量，减少蒸散，减少杂草生长，调节土壤温度。覆盖可以提高土壤的水分利用效率，减少养分的淋失，减少水土流失，增加土壤的入渗能力。覆盖还可用于美化景观、农田和花园。覆盖材料的选择基本上取决于耐用性、可用性和成本效益。使用地膜可能不会直接增加农作物的产量，但可以利用可用的水量耕种更多的土地，从而增加农作物的整体种植面积。有机和无机覆盖物在调节植物根区的温度方面都非常有用。地膜覆盖可以很容易地改善土壤水分、土壤温度、土壤养分、容重和累积稳定性等各种土壤性质。市场上也有

各种类型的塑料地膜，如黑色、红色、蓝色、白棕色地膜、透明地膜、反射银地膜、金属化地膜和红外线透射地膜，它们都有不同的好处。由于土壤小气候的改变，使用地膜也肯定会影响植物的产量和生长。尽管塑料地膜有很多优点，但也存在一些缺点，例如初始成本高、水分积累多、土壤盐分和塑料材料的处置，但这些缺点在引入可生物降解和光降解地膜后得到了解决，可以有效地提高生产力和控制土壤大气污染。因此，可以得出结论，使用有机和无机覆盖物对于以最少的灌溉水用量增加农业产量、为土壤提供额外的养分和保护土壤健康免受各种限制因素影响非常有用。

#### 致谢

作者感谢古吉拉特邦戈德哈拉阿南德农业大学农业工程学院东北地区科学技术研究所农业工程系和农业机械与动力工程系为本文的发表提供支持和宝贵建议。

#### 资金

作者(S)没有收到对本文的研究、作者身份和/或出版的经济支持。

#### 利益冲突

作者没有任何利益冲突。

#### 参考文献:

1. Chakraborty D, Nagarajan S, Aggarwal P, Gupta V. K, Tomar R. K, Garg R. N, Sahoo R. N, Sarkar A, Chopra U. K, Sarma K. S, Kalra N. Effect of Mulching on Soil and Plant Water Status and the Growth and Yield of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) in a Semi-Arid Environment. *Agric Water Manag.*2008; 95:1323-1334.
2. Chalker-Scott, L. Impact of Mulches on Landscape Plants and The Environment, A Review. *Journal of Environmental Horticulture.*2007; 25:239-249.
3. Chen B, Liu E, Mei X, Yan C, Garre S. Modelling Soil Water Dynamic in Rainfed Spring Maize Field with Plastic Mulching. *Agric Water Manag.*2018; 198:19-27.
4. Chen L. J, Feng Q, Li F. R, Li C. S. A Bidirectional Model for Simulating Soil Water Flow and Salt Transport Under Mulched Drip Irrigation with Saline Water. *Agric Water Manag.*2014; 146:24-33.
5. Daryanto S, Wang L, Jacinthe P. A. Can Ridge-Furrow Plastic Mulching Replace Irrigation in Dryland Wheat and Maize Cropping Systems? *Agric Water Manag.*2017; 190:1-5.
6. David O. The Garden Guy - A Seasonal Guide to Organic Gardening in the Desert Southwest. *Poco Verde Landscape.*2002.
7. Dilip K. G., Sachin S. S, Rajesh K. Importance of Mulch in Crop Production. *Indian J. Soil Cons.*1990; 18:20-26.
8. Divya, V. U, Sarkar, N. C. Plastic Mulch Pollution and Introduction of Biodegradable Plastic Mulches: A Review. *Agricultural Reviews.*2019; 40(4):314-318.
9. Duryea M. L, Huffman J. B, Jeffery E. R, Osbrink W. Will Subterranean Termites Consume Landscape Mulches? *Journal of Arboriculture.*1999; 25; 143-150.
10. Gao H, Yan C, Ding Q. L. W, Chen B, Li Z. Effects of plastic mulching and plastic residue on agricultural production: A meta-analysis. *Sci of the Tot Envi.* 2019; 651:484 - 492.
11. Gonzalez-dugo V, Zarco-tejada PJ, Fereres E (2014) Applicability and limitations of using the crop water stress index as an indicator of water deficits in citrus orchards. *Agric For Meteorol.* 198 - 199:94 - 104.
12. Hannan, J. M. Black Degradable Plastic Mulch Evaluation. *Iowa State Research Farm Progress Reports.*2012; 30.
13. Huang Z, Xu Z, Chen C. Effect of Mulching on Labile Soil Organic Matter Pools, Microbial Community Functional Diversity and Nitrogen Transformations in Two Hardwood Plantations of Subtropical Australia. *Appl Soil Ecol.*2008; 40:229-239.
14. Ibarra-Jiménez L, Lira-Saldivar R. H, ValdezAguilar L. A, Del R. J. L. Colored Plastic Mulches Affect Soil Temperature and Tuber Production of Potato. *Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci.*2011; 61:365-371.
15. Ihuoma S. O, Madramootoo C.A. Recent Advances in Crop Water Stress Detection. *Comput Electron Agric.*2017; 141:267-275.
16. Iies, J. K, Dosmann M. S. Effect of Organic and Mineral Mulches on Soil Properties and Growth of Fairview Flame Red Maple Trees. *Journal of Arboriculture.*1999;25:163-167.
17. Jack C. V., Brind W. D, Smith R. Mulching Tech. Comm. No. 49, Commonwealth Bulletin of Soil Science.1955.
18. Kader M. A, Nakamura K, Senge M, Mojid M. A, Kawashima S. Numerical Simulation of Water and Heat Flow Regimes of Mulched Soil in Rain-Fed Soybean Field in Central Japan. *Soil Tillage Res.*2019; 191:142-155.
19. Kader M. A, Senge M, Mojid M. A, Ito K. Recent

Advances in Mulching Materials and Methods for Modifying Soil Environment. *Soil Tillage Res.*2017a; 168:155–166.

20. Kader M. A, Senge M, Mojid M. A, Nakamura K. Mulching Type–Induced Soil Moisture and Temperature Regimes and Water Use Efficiency of Soybean Under Rain–Fed Condition in Central Japan. *Int Soil Water Conserv Res.*2017c; 5:302–308.

21. Kader M. A, Senge M, Mojid M. A, Onishi T, Ito K. Effects of Plastic–Hole Mulching on Effective Rainfall and Readily Available Soil Moisture Under Soybean (Glycine Max) Cultivation. *Paddy. Water Environ.*2017b; 15:659–668.

22. Kasirajan S, Ngouajio M (2012) Polyethylene and Biodegradable Mulches for Agricultural Applications: A Review. *Agron Sustain Dev.*2012; 32:501–529.

23. Koski, R, Jacobi W. R. Tree Pathogen Survival in Chipped Wood Mulch. *Journal of Arboriculture.*2004; 30:165–171.

24. Kumar V, Prasad S, Kumar D, Kumar J, Shahi B, Singh S. K, Kumar M. Effect of Straw and Plastic Mulching on Soil Environment, Crop Performances and Profitability of Brinjal (*solanum melongena* l.) in Semi Arid Region of Bihar. *Bull Env Pharmacol Life Sci.*2018;8(1):162–167.

25. Larentzaki E, Plate J, Nault B. A, Shelton A. M. Impact of Straw Mulch on Populations of Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Onion. *J Econ Entomol.*2008; 101:1317–1324.

26. Li C, Wang C, Wen X, Qin X, Liu Y, Han J, Li Y, Liao Y, Wu W. Ridge –Furrow with Plastic Film Mulching Practice Improves Maize Productivity and Resource Use Efficiency Under the Wheat–Maize Double Cropping System in Dry Semi–Humid Areas. *F Crop Res.*2017; 203:201 – 211.

27. Li R, Hou X, Jia Z, Han Q, Ren X, Yang B. Effects on Soil Temperature, Moisture, and Maize Yield of Cultivation With Ridge And Furrow Mulching in The Rainfed Area of The Loess Plateau. China. *Agric Water Manag.*2013; 116:101–109.

28. Liu E. K, He W. K, Yan C. R. ‘White Revolution’ to ‘White Pollution’ –Agricultural Plastic Film Mulch. *China Envi Res.*2014; 9.

29. Oliveira M. T, Merwin L A. Soil Physical Conditions in a New York Orchard After Eight Years Under Different Groundcover Management Systems. *Plant and Soil.*2001; 234:233–237.

30. Pakdel P. Studying the Effects of Mulch Type and its Thickness on Soil Temperature, Moisture and Growth Characteristics of Several Plants Used in Urban Green Spaces. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. In Persian.2010.

31. Patil S. S, Kelkar T. S, Bhalerao S. Mulching: A Soil and Water Conservation Practice. *Res Jour of Agri and Fore Sci.*2013; 1:26 – 29.

32. Prem M, Swarnkar R, Ranjan P, Baria a. V. In Situ Moisture Conservation Through Tillage Practices. *Multi In Sci.*2017;7(23).

33. Qin S, Li S, Kang S, Du T, Tong L, Ding R. Can The Drip Irrigation Under Film Mulch Reduce Crop Evapotranspiration and Save Water Under The Sufficient Irrigation Condition? *Agric Water Manag.*2016; 177:128 – 137.

34. Qin S, Li S, Yang K, Hu K. Can Plastic Mulch Save Water at Night in Irrigated Croplands? *J Hydrol.*2018; 64:667 – 681.

35. Qin W, Chi B, Oenema O. Long–Term Monitoring of Rainfed Wheat Yield and Soil Water at The Loess Plateau Reveals Low Water Use Efficiency. *PLoS One.*2013; 8(11)

36. Qin W, Hu C, Oenema O. Soil Mulching Significantly Enhances Yields and Water and Nitrogen Use Efficiencies of Maize and Wheat: A Meta–Analysis. *Sci Rep.*2015; 5.

37. Ramakrishna A, Tam H. M, Wani S. P, Lomg T. D. Effect of Mulches on Soil Temperature, Moisture, Weed Infestation and Yield of Groundnut in Northern Vietnam. *Field Crops Research.*2006; 95:115 – 125.

38. Ram ó n A, Eva T. M, Ignacio C. Effectiveness of inorganic and organic mulching for soil salinity and sodicity control in a grapevine orchard drip–irrigated with moderately saline waters. *Span Jour of Agri Res.*2014;12(2):501–508.

39. Ranjan P, and Prem M. Schmutzdecke– A Filtration Layer of Slow Sand Filter. *Int J Curr Microbiol App Sci.*2018;7(7):637–645.

40. Ranjan P, Patle G. T, Prem M, Solanke K. R. Organic Mulching– A Water Saving Technique to Increase the Production of Fruits and Vegetables. *Curr Agri Res.*2017;5(3).

41. Ravinderkumar, Srivatsava B. K. Influence of Different Mulches on Flowering and fruit Setting of Winter Tomato. *Crop Res.*1998; 12:174–176.

42. Schonbeck, M.W., (1995). Mulching practices and innovations for warm season vegetables in Virginia and

- neighbouring states. 1. An informal survey of growers VA Assoc. Biol.Farming, Blacksburg, VA, 24 pp.
43. Sharma R, Bhardwaj S. Effect of mulching on soil and water conservation –A review. *Agri Revi.*2017; 38(4):311–315.
44. Singer C. K, Martin C. A. Effect of Landscape Mulches on Desert Landscape Microclimates. *Arbori and Urb Fores.*2008; 34:230–237.
45. Skroch W. A, Powel M. A, Bilderback T. E, Henry P. H. Mulches: Durability, Aesthetic Value, Weed Control, and Temperature. *Jour of Envi Horti.*1992; 10:43–45.
46. Smith D. R, Gilliam C. H, Edwards G. H, Eakes D. J, Williams J. D., 1997. Recycled Waste Paper as a Landscape Mulch. *Jour of Envi Horti.*1997; 15:191– 196.
47. Srinidhi A, Nazareth D. (2018). Beating plastic pollution in agriculture – World Environment Day special. *Handbook of biodegradable polymers.* Harwood Academic, Amsterdam:473 – 511.
48. Steinmetz Z, Wollmann C, Schaefer M, Buchmann C, David J, Troger J, Munoz K, Fror O, Schaumann G. E. Plastic Mulching in Agriculture Trading Short Term Agronomic Benefits for Long–Term Soil Degradation? *Sci Total Environ.*2016; 550:690 – 705.
49. Steward L.G, Sydnor T.D, Bishop B. The Ease of Ignition of 13 Landscape Mulches. *Jour of Arbori.*2003; 29:317–321.
50. Sun H, Shao L, Liu X, Miao W, Chen S, Zhang X. Determination of Water Consumption and The Water–Saving Potential of Three Mulching Methods in a Jujube Orchard. *Eur J Agron.* 2012; 43:87 – 95.
51. Tarara J. M. Microclimate modification with plastic mulch. *Hort Science.*2000; 35:169–180.
52. Telkar S.G, Singh A. K, Kant K, Solanki S. P. S, Kumar D. Types of Mulching and their uses for dryland condition. *Biomolecule Reports.*2017;17(6):1–4.
53. Van Derwerken, J. E, Wilcox, L. D. (1988). Influence of Plastic Mulch and Type and Frequency of Irrigation on Growth and Yield of Bell Pepper. *Horticultural Science.*1988;23: 985–988.
54. Yang N, Sun Z, Feng L, Zheng M, Chi D. Plastic Film Mulching for Water Efficient Agricultural Applications and Degradable Films Materials Development Research. *Mater Manuf Process.*2015;30(2):143–154.
55. Yu Y. Y, Turner N. C, Gong Y. H, Li F. M, Fang C, Ge L. J, Ye J. S. Benefits and Limitations to Straw and Plastic Film Mulch on Maize Yield and Water Use Efficiency: A MetaAnalysis Across Hydrothermal Gradients. *Eur J Agron.*2018; 99:138–147.
56. Zribi W, Aragues R, Medina E, Faci J. M. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil Tillage Res.*2015; 148:4 0–45.