

不同覆盖方式对土壤水肥热状况以及玉米产量影响

梅四卫^{1,2,3}, 朱涵珍², 王 术^{1*}, 杨习文³

(1.沈阳农业大学 农学院, 沈阳 110866; 2.河南农业职业学院, 郑州 451450;
3.河南农业大学 农学院, 郑州 450003)

摘 要: 【目的】阐明不同覆盖方式对调节土壤水肥热状况以及增加玉米产量的影响。【方法】设置地膜覆盖、玉米秸秆覆盖和不覆盖3种方式, 研究了不同覆盖方式对土壤含水率、土壤养分、土壤温度与玉米产量的影响。【结果】在玉米的生长前、中期, 秸秆覆盖与地膜覆盖处理的保墒效果均优于不覆盖处理, 其中0~60 cm土层土壤含水率差异明显; 玉米进入成熟期后, 秸秆覆盖处理0~60 cm土层含水率显著高于地膜覆盖和不覆盖处理, 平均高8.23%和22.41%。秸秆覆盖能够促进浅层土壤养分量的提高, 相较于不覆盖, 秸秆覆盖的速效钾与有效磷量分别增加了15.11%、85.13%; 相比地膜覆盖和不覆盖, 生长前期秸秆覆盖温度更高, 生长期和成熟期秸秆覆盖温度更低。地膜覆盖、秸秆覆盖的玉米产量分别比不覆盖高24.02%、24.90%, 差异显著($P < 0.05$)。【结论】玉米秸秆覆盖能够提高土壤养分与水分, 调节土壤温度, 增加玉米产量。

关 键 词: 秸秆覆盖; 土壤水分; 土壤养分; 土壤温度; 玉米; 产量

中图分类号: S511

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.gggs.2019190

梅四卫, 朱涵珍, 王术, 等. 不同覆盖方式对土壤水肥热状况以及玉米产量影响[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(4): 68-73.
MEI Siwei, ZHU Hanzhen, WANG Shu, et al. Effects of Different Mulching Methods on Soil Moisture, Nutrient, Temperature Status and Corn Yield [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2020, 39(4): 68-73.

0 引 言

【研究意义】当前耕地水土流失、水资源短缺和生态环境恶化已成为制约世界农业可持续发展的主要原因。与此同时, 由于自然灾害和人类的不合理耕作, 对农田生态环境的破坏也日益严重。保护性耕作是世界上应用最广泛、最有效的农业技术之一, 越来越受到世界各国的关注^[1]。

【研究进展】保护性耕作的目的是减少水土流失, 保护土壤, 包括免耕技术、秸秆覆盖技术、覆膜技术等^[2-4]。覆盖技术不仅能提高水分利用效率, 调节土壤温度, 起到保水调温的作用; 而且能够改善土壤物理性状、抑制杂草、减弱土壤盐碱化程度和改善土壤微生物环境等作用, 并且能够减少水土流失为作物生长提供适宜的水、肥和热等条件, 从而提高作物产量。覆盖技术作为一种强化土壤有机质积累、调节土壤温

度和水分的农艺措施已被广泛应用, 尤其在玉米增产方面取得好的效果^[5]。王平等^[6]分析了玉米地膜覆盖的土壤环境效应, 结果表明地膜能改善农田的生长环境, 并且在农作物增产等方面已取得实效。玉米是仅次于水稻的第二大粮食作物, 主要分布于东北、华北等地区, 在农作物种植、粮食加工与医药等领域均有所涉及, 玉米消费总量在全球中的比例在20%左右。玉米的产量在一定程度上受到农田覆盖的影响, 农田覆盖受到太阳光能的影响, 土壤中的水分、温度等会间接地对土壤秸秆活性、养分物质等产生影响。地膜覆盖起源于20世纪80年代, 其能对农田的生长环境进行改善, 使农产品品质得到提升, 且能够显著提高土壤水分^[7]。然而聚乙烯材料作为地膜的主要成分很难被分解, 作物收获后会大量残留在农田中, 长时间必然会对农业健康与可持续发展产生不利影响^[8]。

【切入点】秸秆覆盖能够对土壤温度、水分进行有效调节, 使土壤有机质积累得到强化, 且有数据表明能够增加玉米产量, 在农作物的种植领域应用最为广泛^[9-10]。秸秆覆盖相较于地膜覆盖, 其突出优势为环保、无污染。目前关于地膜覆盖与秸秆覆盖对土壤水热肥及玉米产量影响的对比研究还比较少。【拟解

收稿日期: 2019-08-26

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2013BAD07B07-4)

作者简介: 梅四卫(1974-), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事小麦玉米高产优质生态生理研究。E-mail: hnmei-si-wei@163.com

通信作者: 王术(1968-), 男, 教授, 博士, 主要从事稻麦高产优质栽培生理及品质改良研究。E-mail: wangshul@126.com

决的关键问题】本文选取玉米作为研究对象,设置地膜覆盖、玉米秸秆覆盖与不覆盖,以不覆盖作为对照(CK),对各覆盖方式下土壤含水率、养分、温度状况以及玉米产量进行系统研究。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于河南省安阳市安阳县,东经 $114^{\circ}12'$,北纬 $36^{\circ}19'$,年平均气温 13.6°C ,年降水量 650 mm ,无霜期 200 d 。全年可照时间为 $4\,431.8\sim 4\,432.3\text{ h}$,全年平均日照百分率为 55% ,属于暖温带大陆性季风气候。试验区以砂质壤土为主, $0\sim 100\text{ cm}$ 土壤平均密度 1.45 g/cm^3 ,田间持水率 20.53% ,灌溉水源为黄河水,平均矿化度为 $0.6\sim 0.8\text{ g/L}$ 。试验基地主要以草甸土为主,土壤中的有机质与腐殖质层均比较充足,且其团粒结构也较高,土壤体积质量为 1.38 g/cm^3 。

1.2 研究方法

1.2.1 试验设置

本试验以不覆盖方式为对照(CK),另外设置地膜覆盖、秸秆覆盖 2 种处理方式,春播期采用机器进行地膜覆盖,地膜为 PE 普通农用地膜,其宽度为 70 cm 。在秋浇前人工将秸秆铺设于试验小区内,并将约为 2 cm 的虚土覆盖在上面,确保覆盖厚度的均匀,覆盖量为 10 t/hm^2 。试验各小区面积为 200 m^2 ($20\text{ m}\times 10\text{ m}$),设置塑料薄膜覆盖(PFM)、秸秆覆盖(SM)、不覆膜(CK) 3 个处理,每个处理 3 次重复,随机排列组合。将 1.5 m 深塑料膜隔离埋设在各试验小区内,以确保小区间水分不受侧渗影响。种植管理模式为常规栽培管理模式。

按当地玉米常规栽培管理模式进行种植管理,供试玉米品种为豫奥 6 号,采用人工穴播,行距 60 cm ,株距 50 cm ,深度 6 cm ,播种时施足底肥 450 kg/hm^2 (磷酸二铵、尿素),灌第 1 水时为 2018 年 6 月 11 日,施尿素 450 kg/hm^2 ,灌第 2 水时为 2018 年 7 月 24 日,施尿素 300 kg/hm^2 ,第 3 次灌水为 2018 年 9 月 7 日,灌溉方式为滴灌,每次灌水量均为 30 mm ,其他田间措施与当地保持一致。

1.2.2 测定项目及方法

每隔 7 d 在玉米行间进行取土,每 20 cm 为 $0\sim 1$ 层至 100 cm 深度,采用烘干称质量法测定土壤含水率,每个处理取 3 个重复。分别于玉米播种期和收获后取表层 $0\sim 20\text{ cm}$ 土壤测定其养分指标,主要为有机质、全氮、水解氮、速效钾、有效磷。于处理小区内埋设直角地温计,埋深分别为 $5、10、15、20、25\text{ cm}$,每个生育期连续 3 d 自 $08:00$ 至 $20:00$ 每隔 2 h 读取 1 次。玉米成熟期,各处理选取具有代表性的 10 株测定其

生产性状指标和产量。

1.2.3 水分利用效率计算

本试验地势平坦,地下水位较低,降水入渗深度不深,地下水通过毛管作用上移补给作物水量、地表径流量和补给地下水量可忽略不计,玉米水分利用效率(WUE)计算式^[11]为:

$$WUE=Y/ET, \quad (1)$$

$$ET=I+\Delta W+P, \quad (2)$$

式中: Y 为玉米籽粒产量 (kg/hm^2); ET 为玉米生育期总耗水量; I 为生育期内灌水量; ΔW 为玉米生育期内 $0\sim 100\text{ cm}$ 土壤贮水量变化; P 为玉米生育期有效降雨量,生育期内试验地月份降水量如表 1 所示。

表 1 玉米生育期内试验地降水量

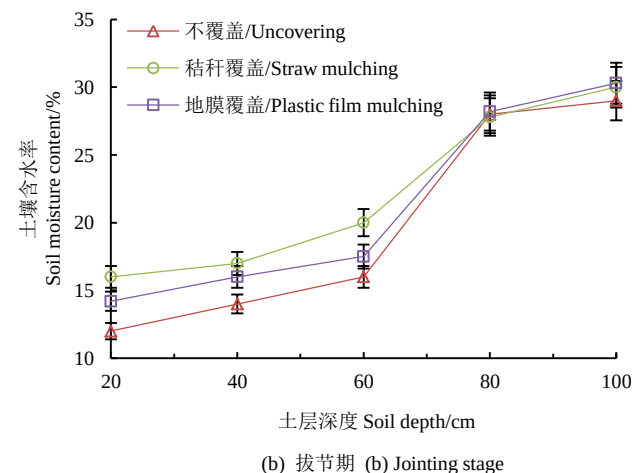
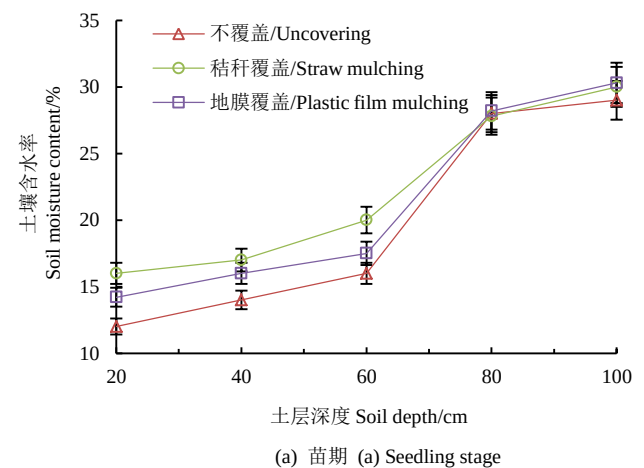
Table 1 The monthly mean rainfall during growth phase of maize in the experimental field

月份 Months	6 月	7 月	8 月	9 月
降水量 Rainfall/mm	67.3	172.4	72.8	93.8

2 结果与分析

2.1 不同覆盖方式对土壤水分的影响

不同覆盖方式下土壤水分如图 1 所示。



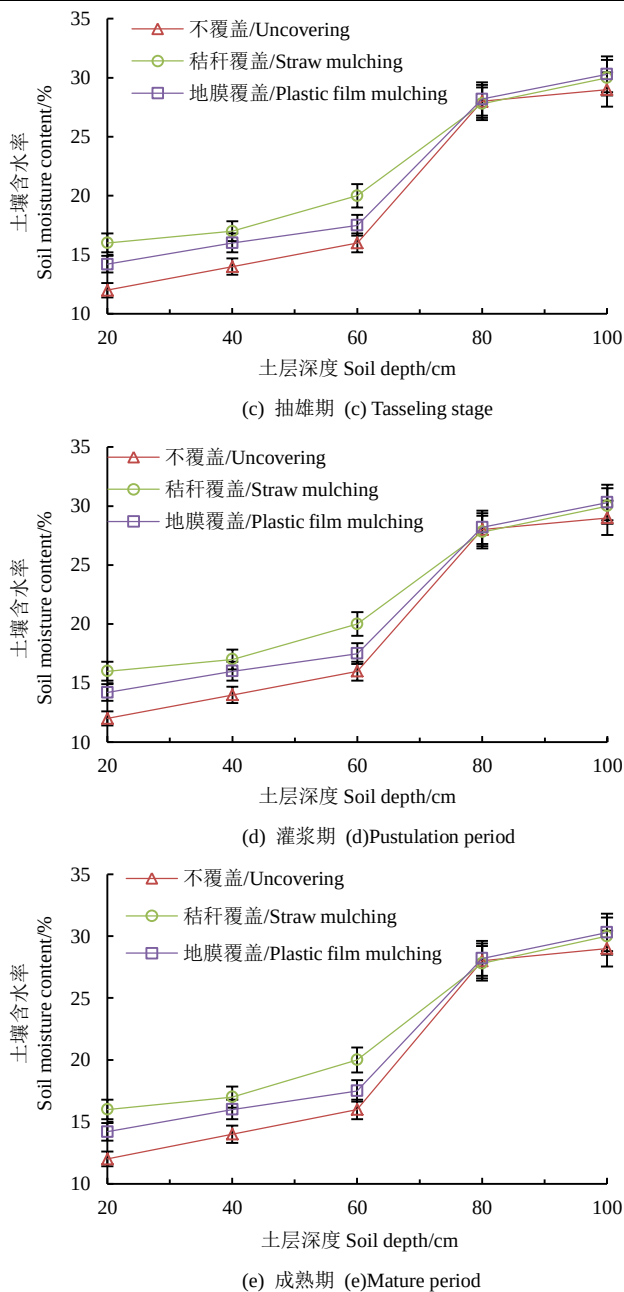


图 1 不同覆盖方式下土壤含水率变化

Fig.1 The changes of soil moisture content with different covering methods

由图 1 可知,全生育期内地膜覆盖和秸秆覆盖条件下各土层含水率相当,均显著高于不覆膜处理,且以 0~60 cm 差异更为明显,这主要是由于雨湖区地下水埋深较浅,下层 80~100 cm 土壤受地下水补给作用较强,该土层含水率差异较小。玉米苗期耗水强度低,在土壤蒸发作用下,不覆盖处理 0~60 cm 土壤平均含水率要分别较地膜覆盖和秸秆覆盖低 7.52% 和 6.25%,差异显著。玉米生育中期阶段植株营养和生殖生长旺盛,而该时段内灌区干旱少雨,因此良好的土壤水分条件成为保证玉米正常生长和高产的决定性因素。该生育阶段内地膜覆盖和秸秆覆盖条件下 0~100 cm 土壤含水率平均相差 0.06%~1.60%,差异

不显著,但均明显高于不覆盖处理,且 0~60 cm 差异显著,平均较不覆盖处理高 12.77%、13.87%、13.33% 和 13.94%、14.19%、16.33%,说明此阶段秸秆覆盖条件下土壤保墒效果与地膜覆盖相当,且显著优于不覆盖处理。玉米成熟期,由于不灌溉,各土层含水率达到了全生育期的最低值,且各处理同样以 0~60 cm 土壤含水率相差更大。且此时秸秆覆盖条件下该土层深度含水率要显著高于地膜覆盖和不覆盖处理,平均高 8.23% 和 22.41%,说明秸秆覆盖有利于土壤水分的储蓄和持续利用。

2.2 不同覆盖方式对土壤养分的影响

在玉米播种期,3 种覆盖方式具有相同的土壤养分指标,表 2 为不同覆盖方式下玉米收获期 0~20 cm 土层土壤养分指标。由表 2 可知,秸秆覆盖的有机质量、水解氮、速效钾和有效磷量最高,与不覆盖和地膜覆盖,差异显著。3 种覆盖方法的全氮量差异不明显,速效钾与有效磷量相比不覆盖时分别增加了 15.11%、85.13%,说明秸秆覆盖对土壤中速效钾和有效磷质量分数的提升效果更好。

表 2 不同覆盖方法下土壤养分指标 g/kg

Table 2 Soil nutrient indexes with different covering methods

土壤指标 Index	CK	PFM	SM
有机质 Organic mass	5.81 ± 0.13a	5.93 ± 0.22a	6.24 ± 0.15b
全氮 Total nitrogen	0.45 ± 0.03a	0.38 ± 0.02a	0.44 ± 0.03a
水解氮 Hydrolytic nitrogen	13.32 ± 0.19a	14.71 ± 0.24a	23.60 ± 0.26b
速效钾 Available potassium	191.00 ± 7a	211.00 ± 6a	224.00 ± 9b
有效磷 Effective phosphorus	2.80 ± 0.30a	4.30 ± 0.50a	5.10 ± 0.30b

注 CK、PFM、SM 分别表示不覆盖、塑料薄膜覆盖、秸秆覆盖处理。同行数据后不同字母表示覆盖方法下差异显著 ($P < 0.05$)。

Note CK, PFM, SM represent uncovering, plastic film mulching, straw mulching treatment, respectively. Different small letters within the same row mean significant difference at 5% level.

2.3 不同覆盖方式对土壤温度的影响

表 3 为玉米生长期各覆盖方式下 0~25 cm 土层的土壤温度变化。从表 3 可以看出,玉米的整个生长期,不覆盖处理的土壤温度始终低于地膜覆盖处理的。在玉米的苗期与拔节期中,地膜覆盖与秸秆覆盖处理间的土壤温度差异不显著,但均比不覆盖处理高,秸秆覆盖分别比不覆盖处理高 4.1 °C 和 2.1 °C,这表明在玉米生长前期,秸秆覆盖能够有效提高土壤温度,为玉米的前期生长创造了有利条件。在玉米生长期,秸秆覆盖处理土壤温度平均比地膜覆盖的低 1.2~4.5 °C,比不覆盖的低 0.8~1.8 °C,且秸秆覆盖与其他 2 种覆盖方式之间具有显著性差异。而玉米进入成熟期后,秸秆覆盖条件下的土壤

温度均显著比其他 2 种覆盖方式高。

表 3 3 种覆盖方式下各生育期土壤温度变化

Table 3 The soil temperatures during growth of corn with three covering ways $^{\circ}\text{C}$

生育期 Stage	CK	PFM	SM
苗期 Seedling stage	24.3 $\pm$ 0.36a	29.1 $\pm$ 0.22b	28.4 $\pm$ 0.16b
拔节期 Jointing stage	21.2 $\pm$ 0.42a	23.9 $\pm$ 0.33b	23.3 $\pm$ 0.21b
抽雄期 Period of tassel	23.7 $\pm$ 0.18a	25.1 $\pm$ 0.22a	22.9 $\pm$ 0.29b
吐丝期 Spinning stage	24.9 $\pm$ 0.38a	27.6 $\pm$ 0.24a	23.1 $\pm$ 0.45b
灌浆期 Grouting stage	22.1 $\pm$ 0.31a	22.3 $\pm$ 0.24a	21.1 $\pm$ 0.14b
成熟期 Maturity	20.2 $\pm$ 0.39a	22.7 $\pm$ 0.12a	23.3 $\pm$ 0.22b

2.4 不同覆盖方式对玉米产量及水分利用效率的影响

从表 4 可以看出, 秸秆覆盖处理的玉米产量最大, 其次是地膜覆盖处理, 而不覆盖处理最小。秸秆与地膜覆盖处理间玉米产量差异并不明显, 但均比不覆盖处理高, 且差异显著。地膜覆盖、秸秆覆盖处理产量分别比 CK 高 24.11%、24.32%, 具有明显的增产效应, 这是由于地表覆盖后更好地调节了土壤的水肥热条件, 从而为玉米的生产与产量形成创造了有利条件。比较地膜覆盖与秸秆覆盖的产量可以发现, 后者的玉米经济产量显著高于前者 0.41%, 这说明相较于地膜覆盖处理方法, 秸秆覆盖的增产效应也比较显著。

表 4 不同覆盖方法下玉米产量指标

Table 4 Yield index of corn with different covering methods

产量指标 Yield index	CK	PFM	SM
穗长/cm Panicle length	19.2 $\pm$ 0.25a	21.9 $\pm$ 0.14b	22.32 $\pm$ 0.17b
穗粗/cm Ear diameter	48.63 $\pm$ 0.48a	52.61 $\pm$ 0.43b	52.87 $\pm$ 0.56b
穗粒数/粒 Grains per ear	703 $\pm$ 19a	718 $\pm$ 14b	723 $\pm$ 16b
百粒质量/g 100 grain weight	36.71 $\pm$ 0.28a	38.43 $\pm$ 0.29b	38.47 $\pm$ 0.41b
产量/(kg hm^{-2}) Yield	7751 $\pm$ 102a	9613 $\pm$ 125b	9681 $\pm$ 134b

表 5 3 种覆盖方法玉米水分利用效率

Table 5 The WUE of corn with three covering ways

水分指标 Water index	CK	PFM	SM
贮水量变化/mm Change in water storage	26.83 $\pm$ 2.46	36.32 $\pm$ 1.54	34.13 $\pm$ 1.27
灌溉量/mm Irrigation capacity	397	397	397
降雨量/mm Rainfall	78.15	78.15	78.15
总耗水量/mm Total water consumption	498.32	497.82	499.31
产量/(kg hm^{-2}) Yield	7751.28	9613.18	9681.37
WUE/(kg hm^{-2} mm^{-1})	15.83a	19.51b	19.48b

由表 4 可知, 玉米各产量指标均表现为秸秆覆盖>地膜覆盖>不覆盖处理, 且地膜覆盖与秸秆覆盖处理之间各指标差异不显著 ($P>0.05$), 但均显

著高于不覆盖处理。地膜覆盖和秸秆覆盖分别较不覆盖处理高 24.02%和 24.90%, 增产效应明显, 这主要是由于地表覆盖后更好地调节了土壤的水肥热条件, 从而更有利于玉米的生长和产量的形成。秸秆覆盖条件下玉米经济产量平均较地膜覆盖高 0.37%, 略优于地膜覆盖处理。由表 5 可知, 地膜和秸秆覆盖方式下玉米水分利用效率相当, 无显著差异, 但均显著高于不覆盖处理, 分别提高了 23.25%和 23.06%

3 讨论

研究得出, 秸秆覆盖和地膜覆盖都能调节土壤温度和水分, 减少土壤养分流失, 增加玉米产量, 与王平^[6]等研究秸秆覆盖对小麦产量和土壤水热肥的影响结果相似。在玉米的生长前、中期, 秸秆覆盖与地膜覆盖处理下土壤水分状况之间的差异并不显著, 表明秸秆与地膜覆盖的保墒效果均比较好, 均优于不覆盖处理, 0~60 cm 差异更明显。玉米进入成熟期后, 0~60 cm 土壤层含水率最大与最小的为秸秆覆盖、不覆盖处理, 表明秸秆覆盖为土壤水分的贮存与不断利用创造了有利条件。

秸秆覆盖能够使土壤中的养分指标得到提高, 玉米进入收获期后, 秸秆覆盖浅层土壤养分显著高于其他 2 种覆盖条件, 这可能是由于秸秆腐烂后分解, 释放出的有机和无机养分进入土壤中。相较于不覆盖条件, 秸秆覆盖能够有效提高土壤中的速效钾和有效磷量, 研究表明, 玉米生长过程中需要大量的钾, 尤其是生长后期的钾需求量, 因此, 若土壤中有充足的速效钾供应将有利于玉米的生长, 延缓根系和植株的衰老, 从而提高产量。针对土壤温度, 秸秆能够对光照形成的光能进行吸收, 高温时借助热传导作用能够使温度降低, 而外界温度较低时其又能使增温效应得以发挥, 在此土壤温度下, 玉米能够得到更好的生长。秸秆覆盖的玉米产量高于地膜覆盖的玉米产量, 但差异并不显著。在灌区农业用水日益减少的现状下, 要想实现作物的稳定高产, 就必须实现水分的高效利用^[12-13]。与不覆盖处理方法相比, 地膜覆盖和秸秆覆盖的经济产量和水分利用效率分别提高 24.02%、24.90%; 23.25%、23.06%, 具有明显的增产效应与水分利用效率, 这主要是由于覆盖较大程度上抑制了土壤水分的无效耗散, 从而有效提高了玉米的水分利用效率^[14-15]。

4 结论

与不覆盖和地膜覆盖相比, 秸秆覆盖对生长期玉米具有较好的保墒效果, 成熟期秸秆覆盖后的土壤含水率最高, 有利于土壤水分的贮存和利用。秸秆覆盖

后浅层土壤层养分显著高于其他 2 种覆盖条件,能够有效提高土壤中的速效钾和有效磷量,有利于玉米的生长,延缓根系和植株的衰老,从而提高产量。秸秆覆盖能够在高温时降低土壤温度,低温时增加土壤温度,维持土壤在适宜温度以利于玉米生长。秸秆覆盖后的玉米产量相比地膜覆盖并不显著,但秸秆覆盖能够提高玉米的经济产量和水分利用效率。

参考文献:

- [1] 陈选, 王忠波, 邵敏, 等. 膜下滴灌灌溉制度对土壤水盐空间分布及玉米产量的影响[J]. 玉米科学, 2019, 27(1): 104-109, 117.
CHEN Xuan, WANG Zhongbo, SHAO Min, et al. Influence of drip irrigation system under film on spatial distribution of soil water and salt and maize yield[J]. Journal of Maize Sciences, 2019, 27(1): 104-109, 117.
- [2] 王克全, 王国栋, 梁飞, 等. 灌溉定额对膜下滴灌春玉米土壤水热空间分布及产量的影响[J]. 河南农业科学, 2017, 46(11): 25-29, 41.
WANG Kequan, WANG Guodong, LIANG Fei, et al. Effects of irrigating quota on the farmland soil water-heat spatial distribution and yield of spring maize under mulched drip irrigation[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2017, 46(11): 25-29, 41.
- [3] 王文达, 霍轶珍, 韩翠莲. 不同覆盖方式对土壤水肥热状况及玉米产量的影响[J]. 节水灌溉, 2017(7): 38-41.
WANG Wenda, HUO Yizhen, HAN Cuilian. Effects of different mulching methods on soil water-fertilizer-heat condition and yield of maize[J]. Water Saving Irrigation, 2017(7): 38-41.
- [4] 李怀德, 杨俊海, 范重秀, 等. 不同覆盖材料和定植方式对党参土壤水热状况及药材产量的影响[J]. 中药材, 2017, 40(6): 1 258-1 262.
LI Huaide, YANG Junhai, FAN Chongxiu, et al. Effects of Different Covering Materials Planting Patterns on soil hydrothermal characteristics and *Lanceolata* yield[J]. Journal of Chinese Medicinal , 2017, 40(6): 1 258-1 262.
- [5] 吴杨, 贾志宽, 边少锋, 等. 不同方式周年覆盖对黄土高原玉米农田土壤水热的调控效应[J]. 中国农业科学, 2018, 51(15): 52-65.
WU Yang, JIA Zhikuan, BIAN Shaofeng, et al. Regulation effects of different mulching patterns during the whole season on soil water and temperature in the maize field of loess plateau[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2018, 51(15): 52-65.
- [6] 王平, 郭小俊, 张丽娟, 等. 不同覆盖方式对小麦产量和土壤水热状况的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(5): 69-75.
WANG Ping, GUO Xiaojun, ZHANG Lijuan, et al. Effects of different mulching patterns on soil hydrothermal characteristics and wheat yield[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(5): 69-75.
- [7] 杨封科, 何宝林, 张国平, 等. 土壤培肥与覆膜垄作对土壤养分、玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(3): 893-905.
YANG Fengke, HE Baolin, ZHANG Guoping, et al. Impacts of different soil fertility improvement practices with film mulched ridge-furrow tillage on soil nutrient content, maize yield, and water use efficiency in Northwest China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2019, 30(3): 893-905.
- [8] WANG X L, FANG W S, YAN D D, et al. Evaluation of the influence of temperature and relative humidity on the permeability of four films to the fumigant dimethyl disulfide[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 236: 687-694.
- [9] 刘震, 阎旭东, 徐玉鹏, 等. 垄作覆膜对旱地春玉米生长前期水分利用的影响[J]. 天津农业科学, 2019, 25(4): 42-46.
LIU Zhen, YAN Xudong, XU Yupeng, et al. Effects of the ridge tillage and film mulching on growth and water use of spring maize[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2019, 25(4): 42-46.
- [10] 谢军红, 张仁陟, 李玲玲, 等. 覆膜方式对一膜两年覆盖旱地玉米籽粒产量、水分利用效率和土壤水分平衡的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(6): 1 935-1 942.
XIE Junhong, ZHANG Renzhi, LI Lingling, et al. Effects of plastic film mulching patterns on maize grain yield, water use efficiency, and soil water balance in the farming system with one film used two years[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 29(6): 1 935-1 942.
- [11] 董飞, 闫秋艳, 李峰, 等. 宽垄沟播种模式对夏玉米生长发育及水分利用率的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 33(5): 266-271.
DONG Fei, YAN Qiuyan, LI Feng, et al. Effects of wide ridge and furrow planting on growth and water use efficiency of summer maize[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2019, 33(5): 266-271.
- [12] 甄城, 漆栋良, 徐茵, 等. 拔节期淹水与施氮量互作对春玉米生长和产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(S1): 1-5.
ZHEN Cheng, QI Dongliang, XU Yin, et al. Interactive effects of nitrogen rate and waterlogging at the jointing stage on growth and yield of spring maize[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(S1): 1-5.
- [13] AL-SALEM S M. Influential parameters on natural weathering under harsh climatic conditions of mechanically recycled plastic film specimens[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 230: 355-365.
- [14] 万书勤, 闫振坤, 康跃虎, 等. 土壤基质势调控对温室滴灌番茄土壤水分分布和产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(5): 1-11.
WAN Shuqin, YAN Zhenkun, KANG Yuehu, et al. Using soil matrix potential underneath the drip emitter to regulate soil moisture distribution and improve greenhouse tomato production[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(5): 1-11.
- [15] 赵策, 田军仓, 欧阳赞, 等. 土壤水肥气热耦合对温室辣椒光合作用和产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(5): 31-37.
ZHAO Ce, TIAN Juncang, OUYANG Zan, et al. Impact of water-fertilizer-air-heat coupling on photosynthetic and yield of pepper in greenhouse[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(5): 31-37.

Effects of Different Mulching Methods on Soil Moisture, Nutrient, Temperature Status and Corn Yield

MEI Siwei^{1, 2, 3}, ZHU Hanzhen², WANG Shu^{1*}, YANG Xiwen³

(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;

2. Henan Vocational College of Agriculture, Zhengzhou 451450, China;

3. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: In China, a lot of straw is produced per year. But the vast majority cannot be used in a reasonable and efficient way. Burning straw is a waste of resources, which pollutes the environment, and causes direct damage to the soil ecosystem, such as decreasing the soil organic microbial levels, which can result in reduced crop yields. In recent years, the practice of returning crop straw to the field has been widespread in winter wheat-summer maize double-cropping system in China. This is mainly due to the increased use of machinery that leaves the crop straw on the land in response to a ban on straw burning made by the Chinese government. **【Objective】** Plastic film mulching can increase topsoil temperature and prolong the reproductive growth period, which in turn enhances grain yield. However, the increases in both soil water and temperature can change the soil biological characteristics and may negatively impact on soil quality and sustainability. It is known that the release of soil nutrients through decomposition of soil organic matter by microbes plays an important role in soil quality. Therefore, it is necessary to critically examine the effects of straw mulching and plastic film mulching on soil organic matter to assess the changes in soil quality. Soil available potassium content and effective phosphorus content play a crucial role in the soil quality and fertility because it significantly affects soil physical, chemical and biological properties, which can affect crop productivity and agro-ecosystems. Mulching technology can not only improve water use efficiency, regulate soil temperature, and play a role in water conservation and temperature regulation, but also improve soil physical properties, inhibit weeds, reduce the degree of soil salinization and improve the soil microbial environment, and reduce soil erosion to provide suitable water, fertilizer and heat conditions for crop growth, so as to improve crop yield. The effects of different mulching methods on soil water, fertilizer, temperature and maize yield were studied. **【Method】** The soil moisture content, soil nutrients, soil temperature and corn yield were measured by using plastic film mulching, non-mulching and corn straw mulching. **【Result】** The results showed that straw mulching and plastic film mulching had better soil moisture preservation effect, both of which were better than non-mulching. The soil layer with more significant difference was the 0~60 cm layer. After the corn entered the mature period, the biggest moisture content in the 0~60 cm soil layer was with straw mulching, which exceed 8.23% and 22.41% averagely compared to those with plastic film mulching and non-mulching. Straw mulching can improve the nutrient content of shallow soil. The content of soil potassium and available phosphorus increased by 15.11% and 85.13% compared with non-mulching. Straw mulching can regulate soil temperature, and the soil temperature with corn straw mulching was higher in primary period of growth and lower in period of growing and mature period. The corn yield of plastic film mulching and corn straw mulching exceed 24.11% and 24.32% compared to that of non-mulching, and the economic yield exceed 23.72% and 24.18%. **【Conclusion】** Corn straw mulching can improve soil nutrients and moisture, regulate soil temperature and increase corn yield.

Key words: straw mulching; soil moisture; soil nutrient; soil temperature; corn; yield

责任编辑：陆红飞