

地膜覆盖免放苗栽培对土壤温度及高粱生长的作用效应

石晓瑛 (甘肃省平凉市农业科学院, 甘肃平凉 744000)

摘要 为进一步丰富和完善地膜覆盖免放苗栽培技术, 以高粱为指示作物, 采用大田试验的方法, 测定了地膜覆盖免放苗栽培对土壤温度、高粱出苗、主要农艺性状及产量的影响。结果表明, 地膜覆盖免放苗栽培对土壤的增温保温效应明显, 0~25 cm 土层温度保持在 23.90~15.62 °C, 较露地增温 3.97~2.24 °C, 利于高粱出苗及壮苗。地膜覆盖免放苗栽培所涉及的地膜种类及其厚度对高粱主要农艺性状和产量均有明显影响, 以厚度为 0.010 mm 的普膜覆盖表现最好, 高粱的出苗率超过 93.0%, 生育期较露地提前 10 d, 增产 51.95%, 茎、穗部性状有明显改善, 可大面积推广应用; 降解膜覆盖也有较好的表现, 高粱的出苗率达到 89.4%, 生育期较露地提前 5 d, 增产 29.61%, 茎、穗部性状也有明显改善, 但该种地膜成本较高、分解较快、保墒性较差、杂草危害较重, 因此应用受限; 银灰双色膜和黑色膜覆盖, 高粱的茎、穗部性状表现较好, 但明显影响出苗, 出苗率不足 85%, 不宜推广应用。

关键词 地膜覆盖; 免放苗; 土壤温度; 高粱生长; 效应

中图分类号 S514 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)12-0209-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.12.060

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Mulch-free Cultivation on Soil Temperature and Sorghum Growth

SHI Xiao-ying (Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Pingliang, Gansu 744000)

Abstract In order to further enrich and improve the technology of plastic mulching and no seedling cultivation, taking sorghum as an indicator crop, we carried out field experiment to determine the effects of plastic mulching and no seedling cultivation on soil temperature and emergence rate, major agronomic traits and yield of sorghum at the drought area of eastern Gansu Province. The results showed that the technology of mulch over and no seedling cultivation significantly improved and preserved the soil temperature. The soil temperature at 0–25 cm soil depth was maintained at 23.90–15.62 °C, which increased by 3.97–2.24 °C compared with the control group, which suggested that the technology of plastic mulching and no seedling cultivation was beneficial to the emergence rate of sorghum and strong seedlings. Different types and thicknesses of plastic mulch used in the technology of plastic mulching and no seedling cultivation had a significant impact on the main agronomic traits and yield of sorghum. Compared to the control group, the group of a mulch thickness of 0.010 mm showed the optimal production performance. The emergence rate of sorghum exceeded 93.0%, the growth period was 10 d earlier, and the yield increased by 51.95%. Furthermore, the stems and ears of sorghum were significantly improved compared with the control groups, suggesting that it was a highly efficient planting model and would be promoted in large areas. In addition, the group of degradation film cover also showed superior performance than control group. The emergence rate of sorghum was 89.4%. The growth period was 5 days earlier, and the yield increased by 29.61%, the traits of stems and ears also improved significantly. While this kind of plastic mulching had higher cost, faster decomposition, poorer moisture retention, heavier weed damage and limited application. The group of silver-gray double-color film and black film was beneficial to the stems and ears of sorghum, but the emergence rate was less than 85%. Therefore, these two types of plastic mulching should not be widely promoted.

Key words Plastic film mulching; No seedling release; Soil temperature; Sorghum growth; Effect

地膜覆盖免放苗栽培技术^[1]是采用单垄种植, 先播种后覆膜, 然后给播种行膜面覆土的一种种植方式。该技术巧妙利用作物的趋光性及其锥状芽鞘钻透地膜的特性, 不采用人工破膜放苗, 实现作物自己顶膜出苗。该技术保证了地膜的完整性, 出苗率高、垄面无杂草、保水保肥、节本效应十分显著。该技术能有效解决目前地膜覆盖栽培模式中需要人工放苗、填洞及膜孔杂草丛生等一系列问题^[2–5], 也弥补了地膜覆盖穴播种植中杂草掀膜的困扰^[6–7], 极大地提高了地膜覆盖的水肥利用率, 因此推广意义很大。该技术成功运用于高粱、玉米、谷子、糜子、小麦等禾本科粮食作物。目前, 该技术的相关报道很少, 李铁山等^[8]、杨忠娜等^[9]、杨来胜等^[10]进行了相关研究, 但所涉及的地膜厚度均低于 0.010 mm, 与农用地膜国家强制性标准^[11]相关规定不符。为进一步丰富和完善地膜覆盖免放苗栽培技术, 笔者以高粱为指示作物, 采用大田试验的方法, 测定了地膜覆盖免放苗栽培对土壤温度、高粱出苗、主要农艺性状及产量的影响, 为地膜覆盖免放苗栽培技术大面积推广应用提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在平凉市白水镇马莲村平凉市农业科学院试验基地(106°70'E, 35°55'N)进行, 该地属大陆性季风气候, 海拔 1 182 m, 年均气温 8.0 °C, 无霜期 172 d, >10 °C 的积温 2 800 °C, 持续 150 d 左右, 年均降水量 500 mm 左右, 全年 60% 的降雨集中在 7—9 月, 春旱严重, 倒春寒时常发生, 栽培区属于典型的西北半干旱农业区。试验土壤为黄绵土, pH 7.68, 土壤有机质 20.53 g/kg、速效氮 67.00 mg/kg、速效磷 62.00 mg/kg、速效钾 100.39 mg/kg。试验地地势平坦, 耕层深厚, 前茬为胡麻。

1.2 试验材料 试验用普通无色透明地膜(以下简称普膜)规格分别为 70 cm×0.008 mm、70 cm×0.010 mm、70 cm×0.012 mm 和 70 cm×0.014 mm, 黑膜、银灰双色膜均为 70 cm×0.012 mm, 降解膜为 70 cm×0.010 mm, 4 种地膜均由天水市宝塑业公司生产; 高粱品种为吉杂 127, 由吉林农业科学院育成, 芽率 99%; 过磷酸钙含磷量为 6%, 由云南省红河州磷肥厂生产; 尿素含氮量为 46%, 由中石油兰州石化公司化肥厂生产。0~25 cm 土壤温度计共 2 组, 由衡远仪器仪表有限公司生产。

1.3 田间试验设计

1.3.1 地膜覆盖免放苗栽培对土壤温度影响试验。 设普膜

基金项目 国家谷子高粱产业技术体系建设专项资金 (CARS-06-04-07)。

作者简介 石晓瑛 (1975—), 女, 甘肃正宁人, 副研究员, 从事农作物新品种选育、栽培技术及产业化示范推广研究。

收稿日期 2019-12-09

(厚度 0.010 mm)覆盖免放苗栽培和露地栽培 2 个处理,后者为对照,小区面积 5.0 m×1.2 m,栽培方法见表 1。

1.3.2 地膜厚度对高粱出苗影响试验。试验共设 5 个不同普膜厚度处理,分别为 0.008、0.010、0.012、0.014 mm 和露地(CK)。栽培方法见表 1,各处理随机区组排列,重复 3 次,小区 3 垄 6 行,面积 5.0 m×3.6 m。

表 1 地膜覆盖免放苗栽培和露地栽培方法比较
Table 1 Comparison between the open field cultivation and the plastic mulching and no seedling cultivation

栽培模式 Cultivation mode	出苗方式 Seedling emer- gence mode	操作流程 Operation procedure	垄规格 Ridge specification	播行及播种粒数 Sowing lines and sowing grains
地膜免放苗栽培 Plastic mulching and no seedling cultivation	不进行人工破膜放苗,任其自然顶膜出苗	起单垄→播种→覆膜→播种行膜面覆土(覆土厚度 1 cm,覆土均匀,不留空隙,播行之间膜面不覆土,保持膜面干净,加大采光,增加地温)	垄宽 60 cm,垄距 60 cm,高 10 cm	人工开沟点种,每垄种 2 行,行距 50 cm,穴距 13.8 cm,每行 36 穴,每穴种 2 粒,播深 2 cm
露地栽培 Open field cultivation	—	起单垄→直接播种	垄宽 60 cm,垄距 60 cm,高 10 cm	人工开沟点种,每垄种 2 行,行距 50 cm,穴距 13.8 cm,每行 36 穴,每穴种 2 粒,播深 2 cm

上述试验在前茬作物收获后,及时深耕晒垡;翌年 4 月 26—30 日,一次性施入腐熟纯牛粪 25 000 kg/hm²、磷酸二铵 375 kg/hm²,旋耕和平整地块后依次进行划行、起单垄、播种、覆膜、播种行膜面覆土(表 1)。间苗时每穴选留 1 株健壮植株;拔节期和抽穗期分别追施 1 次尿素,施入量分别为 150 和 100 kg/hm²。高粱生长过程中不去除分蘖、不灌水。其他管理同大田。

1.4 测定项目和方法

1.4.1 土壤温度测定。播种、覆膜和覆土后,将温度计从播种行间垂直插入土壤内并逐日记载不同土层的温度,共观察 15 d。每天依次在 07:00、09:00、11:00、13:00、15:00、17:00 和 19:00 分别记载 0~5、5~10、10~15、15~20、20~25 cm 土层的温度值。

1.4.2 出苗率测定。露地栽培区高粱出苗结束后,调查各小区的出苗情况,逐小区记载出苗数,计算出苗率:出苗率(%)=[(小区出苗数/小区播种粒数)]×100。

1.4.3 植株主要农艺性状测定。系统记载高粱播种期、出苗期、成熟期,计算生育期;高粱成熟后,测定株高、茎粗、穗长、穗柄长等。具体按《全国高粱品种区域试验调查记载项目及标准》执行。

1.4.4 籽粒性状及产量测定。高粱成熟后,每小区收获中间 4 行进行计产,收获面积 12 m²。按小区测定穗粒重和千粒重。每小区随机称取 20 穗的籽粒重,计算穗粒重;每小区随机称取 500 粒重,重复 3 次,计算千粒重。

1.5 数据处理 采用 Excel 2007 对试验数据进行统计并绘图;采用 SPSS 19.0 进行方差分析。数据均采用“平均值±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 地膜覆盖免放苗栽培对土壤温度的影响 由图 1 可知,免放苗栽培模式下地膜覆盖区 0~25 cm 土层温度显著高于露地,0~5、5~10 cm 土层随气温的变化最活跃,10~15、15~

1.3.3 地膜种类对高粱出苗及主要农艺性状的影响试验。试验设普膜(0.010 mm)、黑膜(0.012 mm)、银灰双色膜(0.012 mm)和降解膜(0.010 mm)覆盖免放苗栽培 4 个处理,另设露地栽培为对照(CK),栽培方法见表 1,各处理随机区组排列,重复 3 次,小区 3 垄 6 行,面积 5.0 m×3.6 m。

20、20~25 cm 土层随气温的变化逐渐趋于平缓。
从表 2 可以看出,免放苗栽培模式下地膜覆盖区 0~25 cm 土层温度保持在 23.90~15.62 ℃,较露地增温 3.97~2.24 ℃。2 个处理各土层平均温度由高到低依次均为 5 cm>10 cm>20 cm>15 cm>25 cm。

表 2 地膜覆盖免放苗栽培与露地栽培各土层平均温度的比较
Table 2 Comparison of the average temperatures at different soil layers between the open field cultivation and the plastic mulching and no seedling cultivation ℃

土层 Soil layer cm	温度 Temperature		较 CK 增加 Increase compared with CK
	地膜覆盖免 放苗栽培 Plastic mulching and no seedling cultivation	露地栽 培(CK) Open field cultivation	
0~5	23.90	19.93	3.97
5~10	20.35	17.06	3.29
10~15	18.06	15.56	2.50
15~20	18.66	15.64	3.02
20~25	15.62	13.38	2.24

2.2 地膜覆盖免放苗栽培对高粱出苗的影响

2.2.1 地膜厚度对高粱出苗的影响。从表 3 可以看出,在地膜覆盖免放苗栽培模式下,高粱出苗率随地膜厚度的增加呈下降趋势。其中,0.008 和 0.010 mm 厚度的高粱出苗率较高,分别达到 95.1%和 94.0%;厚度超过 0.010 mm 时出苗率明显下降,均低于 82.0%。

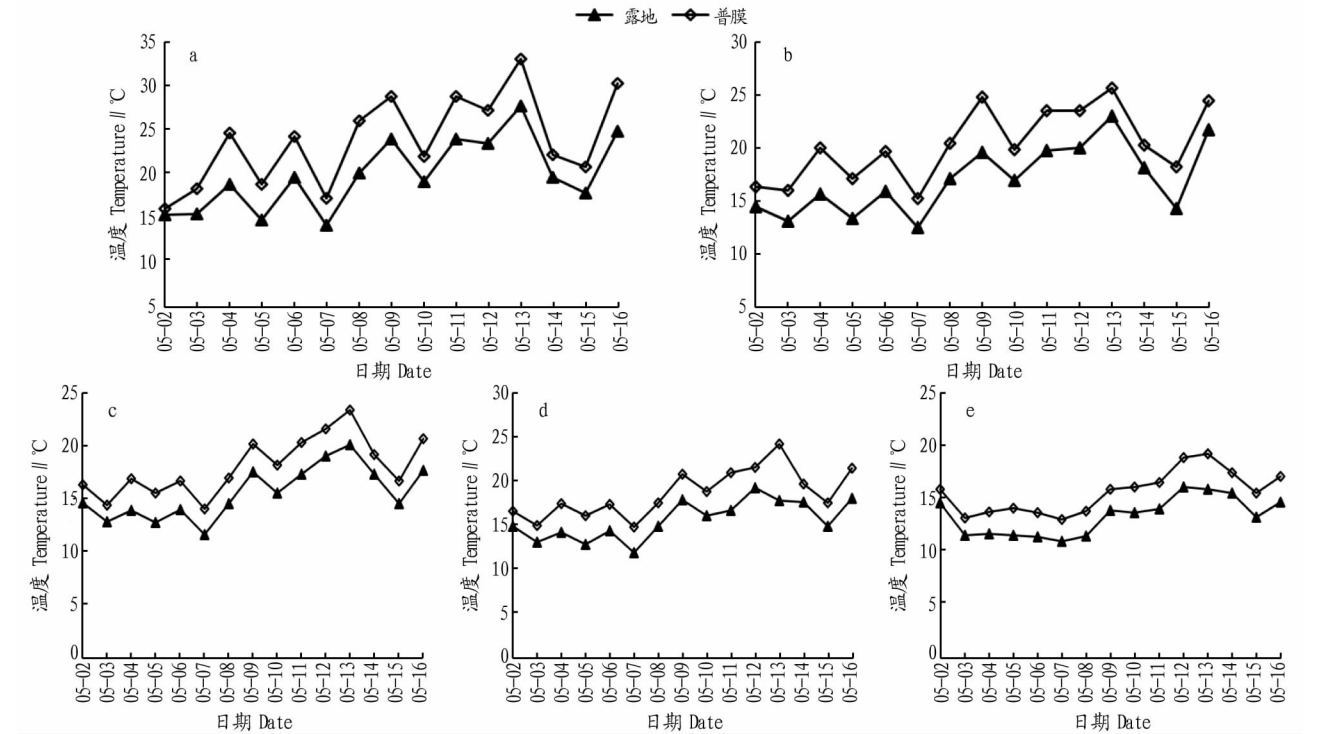
2.2.2 地膜种类对高粱出苗的影响。从表 4 可以看出,地膜覆盖免放苗栽培模式下,普膜和降解膜覆盖的出苗率较高,分别为 93.8%和 89.4%;黑色膜和银灰双色膜覆盖明显影响高粱出苗,出苗率不足 85.0%。

2.3 地膜覆盖免放苗栽培对高粱主要农艺性状的影响

2.3.1 地膜种类对高粱物候期的影响。从表 5 可以看出,在地膜覆盖免放苗栽培模式下,普膜、黑色膜、银灰双色膜、降

解膜均有促进高粱提早出苗和成熟的作用。与露地栽培处理比较,4 种地膜均使高粱出苗期提早 6 d,生育期提前 5~

12 d,以普膜和银灰双色膜的效应最明显,黑色膜和降解膜次之。



注:a. 土层 0~5 cm; b.土层 5~10 cm; c. 土层 10~15 cm; d. 土层 15~20 cm; e. 土层 20~25 cm
Note: a. Soil layer 0~5 cm; b.Soil layer 5~10 cm; c. Soil layer 10~15 cm; d. Soil layer 15~20 cm; e. Soil layer 20~25 cm

图 1 地膜覆盖免放苗栽培与露地栽培各土层温度日变化规律
Fig.1 Daily variation curves of different soil layers under the open field cultivation and the plastic mulching and no seedling cultivation

表 3 地膜厚度对高粱出苗的影响

地膜厚度 Film thickness mm	小区播种粒数 Sowing grain number per plot	小区出苗株数 Seedling number per plot	出苗率 Emergence rate// %
0.008	432	410.8	95.1
0.010	432	406.1	94.0
0.012	432	352.1	81.5
0.014	432	288.1	66.7
露地 Open filed (CK)	432	386.2	89.4

表 4 地膜种类对高粱出苗的影响

地膜种类 Film type mm	小区播种粒数 Sowing grain number per plot	小区出苗株数 Seedling number per plot	出苗率 Emergence rate// %
普膜 Conventional film	432	405.2	93.8
黑色膜 Black film	432	359.8	83.3
银灰双色膜 Silver gray dichromatic film	432	358.1	82.9
降解膜 Degradable film	432	386.2	89.4
露地 Open filed (CK)	432	383.2	88.7

2.3.2 地膜种类对高粱茎、穗部性状的影响。由表 6 可知,从高粱的茎部性状来看,地膜覆盖免放苗栽培模式下,与露

地相比,普膜、黑色膜、银灰双色膜、降解膜均可极显著降低株高,增加茎粗,株高降幅 16.7~23.9 cm,茎粗增幅 3.65~8.00 mm,银灰双色膜、普膜、黑色膜的降高效应最明显,银灰双色膜和降解膜的增粗效应最显著;从高粱的穗部性状看,地膜覆盖免放苗栽培下,普膜、黑色膜、银灰双色膜、降解膜均较露地有极显著增加穗长、增大穗粒重和提高千粒重的作用,穗长、穗粒重和千粒重增幅分别达到 0.58~2.00 cm、17.06~33.73 g 和 0.94~4.70 g,其中银灰双色膜的穗长最长,千粒重最大,黑色膜穗粒重最大;普膜、黑色膜和降解膜的穗柄均较露地显著缩短,幅度为 0.66~2.03 cm,银灰双色膜的穗柄较露地略有增长。

表 5 地膜种类对高粱物候期影响

地膜种类 Film type	播种期 Sowing date	出苗期 Seedling emergence date	成熟期 Mature date	生育期 Growth period d
普膜 Conventional film	05-02	05-06	09-20	138
黑色膜 Black film	05-02	05-06	09-22	140
银灰双色膜 Silver gray dichromatic film	05-02	05-06	09-18	136
降解膜 Degradable film	05-02	05-06	09-25	143
露地 Open filed (CK)	05-02	05-12	09-30	148

2.4 地膜种类对高粱产量的影响 从表 7 可以看出,地膜覆盖免放苗栽培模式下,普膜、黑色膜、银灰双色膜、降解膜均

较露地有极显著增产作用,增幅为 51.95%~29.61%。其中,黑色膜和降解膜产量次之。普膜和银灰双色膜增产幅度较大,分别为 51.95%和42.47%;

表 6 地膜种类对高粱茎和穗部性状的影响
Table 6 Effects of film types on the stem and ear characters of sorghum

地膜种类 Film type	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter mm	穗长 Ear length cm	穗柄长 Ear petiole length//cm	穗粒重 Grain weight per spike//g	千粒重 1 000-grain weight//g
普膜 Conventional film	151.60±4.85 bB	14.63±0.37 cC	27.68±0.30 bAB	39.75±0.58 bA	90.96±1.72 aA	25.86±0.36 bB
黑色膜 Black film	151.40±1.98 bB	14.6±0.26 cC	27.71±0.40 bAB	39.6±0.61 bA	94.31±0.65 aA	27.94±0.57 aA
银灰双色膜 Silver gray dichromatic film	150.70±1.56 bB	18.95±0.05 aA	28.95±0.35 aA	42.0±0.12 aA	91.97±1.48 aA	28.18±0.08 aA
降解膜 Degradable film	157.90±1.56 bB	17.15±0.63 bB	27.53±0.35 bAB	40.97±0.58 abA	77.64±4.39 bB	24.42±0.39 cBC
露地 Open filed (CK)	174.60±2.16 aA	10.95±0.23 dD	26.95±0.08 bB	41.63±0.53 aA	60.58±1.88 cC	23.48±0.40 cC

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 7 地膜种类对高粱产量的影响
Table 7 Effects of film types on the yield of sorghum

地膜种类 Film type	小区产量 Plot yield kg/区	折合产量 Converted yield kg/hm ²	较 CK 增产 Compared with CK %	位次 Rank
普膜 Conventional film	11.70±0.13 aA	9 750.49	51.95	1
黑色膜 Black film	10.21±0.23 bcB	8 508.76	32.60	3
银灰双色膜 Silver gray dichromatic film	10.97±0.37 abAB	9 142.12	42.47	2
降解膜 Degradable film	9.98±0.31 cB	8 317.08	29.61	4
露地 Open filed (CK)	7.70±0.27 dC	6 416.98	—	5

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

白志刚^[12]研究指出,高粱种子发芽最低温度为 4~7℃,最高温度为 20~30℃。杜社妮等^[13]、刘凯等^[14]研究表明,地膜覆盖在玉米的生育前期有明显的增温效果,作物苗期 5~25 cm 土层的土壤日平均温度比对照提高 2.2~3.0℃,有利于玉米壮苗。该试验结果显示,地膜覆盖免放苗栽培 0~25 cm 土层平均温度为 23.90~15.62℃,较露地栽培区显著增温 3.97~2.24℃,保证了高粱种子出苗所需的温度条件;不同土层温度由高到低为 5 cm>10 cm>20 cm>15 cm>25 cm,该结果与漆永红等^[15]的研究结论相似。由此得出,地膜覆盖免放苗栽培对高粱播种出苗期的增温保温效应明显,为高粱出全苗、长壮苗、获高产奠定了基础。

出苗率、农艺性状、产量三者之间紧密相关^[16-19]。①厚度为 0.010 mm 的普膜高粱出苗率较高(93.8%~94.0%)、成苗能力较强^[20],较露地提高了 4.6%~5.1%、生育期提前 10 d、增产 51.95%、其他农艺性状也具有较优良的特点,因此 0.010 mm 地膜是该栽培技术条件下的首选地膜。②厚度为 0.008 mm 地膜高粱出苗率 95.1%,在参试地膜中出苗率最高,但其厚度低于 0.010 mm,与 2018 年 5 月 1 日颁布实施的

强制性国家标准《农用地膜》规定不符,厚度为 0.012 和 0.014 mm 的地膜高粱出苗率较差、缺苗较大,因此 0.008、0.012 和 0.014 mm 这 3 种厚度地膜不适合在该技术中应用。③降解膜覆盖高粱出苗率较高,为 89.4%,具有降低株高、增加茎粗、优化农艺性状的作用,成熟期较露地提前 5 d,增产 29.61%,但因分解较快,高粱拔节后其生态条件与露地相同,垄面易受杂草危害,因此该膜应根据使用目的酌情运用^[21]。④银灰双色膜株高接近 150.00 cm,茎秆粗壮、成熟最早、生育期最短、穗子最长、穗柄最长、千粒重最大、产量较高^[22-26],因此耐倒伏,适宜机械收获且高产。但由于出苗率比露地低 5.8%,因此在地膜覆盖免放苗栽培中的应用受限。银灰双色膜对高粱主要农艺性状具有明显的改善效应,因此可在地膜覆盖人工放苗栽培中推广应用。⑤黑色膜也有降低株高、增加茎粗、增大穗粒重、缩短穗柄,增加产量等明显特点,但出苗率比露地低 5.4%,因此该膜也不建议在该技术条件下运用。此外,目前可供农作物栽培的地膜种类很多,该试验仅选择了 4 种地膜,因此地膜种类还有很大的试验扩展空间,今后还应继续进行深化研究,从而筛选出更适合免放苗栽培的地膜种类,为当地高粱地膜栽培提供更高效的技术支撑。

该试验栽培区属于典型的西北半干旱农业区,其生态、气候条件、土壤状况、栽培技术、管理水平^[27-29]等在甘肃东部地区具有代表性,因此该研究结果可为相同或相近地区的地膜覆盖高粱生产提供一定的理论依据。

参考文献

[1] 石晓瑛.旱作农业区禾本科粮食作物地膜免放苗栽培技术[J].现代农业科技,2018(20):14-15.
[2] 开运.谈地膜机械穴播的孔穴错位及人工放苗[J].农村机械化,1998(2):28.
[3] 姜延军,岳德成,李青梅,等.全膜双垄沟播玉米田选用除草地膜的适宜田间杂草密度研究[J].植物保护,2018,44(1):110-115.
[4] 周丽娜,于亚薇,孟振雄,等.不同颜色地膜覆盖对马铃薯生长发育的影响[J].河北农业科学,2012,16(9):18-21.
[5] 王丽娜.不同颜色的地膜覆盖对马铃薯生长发育的影响[J].杂粮作物,2004(3):162-163.
[6] 漆永红,岳德成,胡冠芳,等.土壤封闭性除草剂在全膜双垄沟播玉米田局部施用效果[J].现代农业,2015,14(1):50-53.
[7] 王仁如.地膜穴播麦田春季防除杂草法[J].河北农业,2001(12):16.
[8] 李铁山,范长海.地膜玉米自出苗方法[J].技术与市场,1999(6):12.

16 个污水处理站、数条给水管道以及大量文体设施、卫生设施等基本公共服务设施,改善了农村聚居环境,改善了农村生活条件。

3.2.2 土地综合整治对周边地区的影响。土地综合整治后,大量农村土地将面临流转,相对应的农村劳动力将会从土地中解放出来,进入周边工厂和城镇从事第二、三产业,带动整体社会经济发展。梅林村距离西夏墅镇 4 km,梅林村 10 km 范围内还有春江农业产业园、黄城墩工业园、粤海工业园以及常州空港园,劳动岗位多、劳动力需求大,梅林村的土地整合流转将会为周边地区提供大量劳动力,有助于解决周边地区劳动力短缺的问题。土地综合整治后,科学、高效的种植方式就能得到广泛应用,规模化标准化的生产可以保障农产品的质量与产量,为周边地区提供安全可靠、新鲜实惠的农产品。

参考文献

[1] 冯言志.基于 AHP 模糊综合评价法的全域土地整治综合评价[J].浙江国土资源,2018(8):47-49.
[2] 丁中军.浅议村庄规划与土地综合整治的关系[J].山东工业技术,2017

(上接第 212 页)

[9] 杨志娜,唐继军,张立峰.土下覆膜播种方式作物自动破膜出苗效应[J].干旱地区农业研究,2012,30(5):61-65.
[10] 杨来胜,王程,何培洪,等.西北地区马铃薯膜上覆土最佳土层厚度试验[J].农学学报,2016,6(7):60-63.
[11] 菁菁.对“白色污染”说不——《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》强制性国家标准解读[J].中国质量技术监督,2017(12):14-15.
[12] 白志刚.种子发芽所需温度和水分[J].山西农业科学,1980(3):31.
[13] 杜社妮,白岗栓.玉米地膜覆盖的土壤环境效应[J].干旱地区农业研究,2007,25(5):56-59.
[14] 刘凯,袁英荷,李廷亮,等.地膜覆盖对我国干旱半干旱地区土壤温度及土壤水分的影响[J].山西农业科学,2019,47(10):1847-1852.
[15] 漆永红,岳德城,曹素芳,等.全膜双垄沟播玉米土壤含水率和温度及杂草去除效应[J].草业学报,2017,26(11):176-184.
[16] 刘振鹭,毛荣锋,苏申友.高粱主要性状间的关系与分析[J].山西农业科学,1988(10):1-3.
[17] 郭梁,ANDERS WILKES,于海英,等.中国主要农作物产量波动影响因素分析[J].植物分类与资源学报,2013,35(4):513-521.
[18] 辜胜前.谈谈作物优良品种的选择与利用[J].农民致富之友,2015(3):101-102.

(16):123.
[3] 郗瑞卿,刘富民,刘洪,等.吉林省磐石市农村居民点用地空间布局优化模式研究[J].水土保持研究,2013,20(1):197-201.
[4] 刘明香,关欣,徐邹华,等.土地综合整治背景下的农村居民点整理潜力分析与评价:以花垣县为例[J].中国农学通报,2013,29(29):103-106.
[5] 谷晓坤,刘静,张正峰,等.大都市郊区景观生态型土地整治模式设计[J].农业工程学报,2014,30(6):205-211.
[6] 杨亚楠,陈会广,陈利根.成都市幸福村土地综合整治中的治理结构改善研究[J].中国土地科学,2014,28(3):46-51.
[7] 马云皓.河南典型民居室内陈设方式研究[D].无锡:江南大学,2018.
[8] 庄志伟,万荣荣.瓜泾电站近 20 年降水、蒸发特征分析[J].江苏水利,2008(3):19,21.
[9] 朱雪欣,王红梅,袁秀杰,等.基于 GIS 的农村居民点区位评价与空间格局优化[J].农业工程学报,2010,26(6):326-333.
[10] 刘先辉.河南传统村落的空间分布及其影响因素[J].河南科技大学学报(社会科学版),2016,34(3):5-9.
[11] 党国锋,李艳玫.山区农村居民点的空间格局差异研究:以陇南市文县为例[J].中国农学通报,2017,33(23):147-156.
[12] 朱彬,张小林,马晓冬.苏北地区乡村聚落的空间格局及其影响因子分析[J].农业现代化研究,2014,35(4):453-459.
[13] 孙益权,张忠启,于东升,等.采样点空间集聚度对揭示区域土壤全氮变异性的影响[J].土壤,2018,50(4):787-794.
[14] 王劲峰,廖一兰,刘鑫.空间数据分析教程[M].北京:科学出版社,2010:74-75.

[19] 赵建武,王磊,崔金胜.高粱穗部主要性状与产量的关系[J].山西农业科学,2016,44(1):9-10,44.
[20] 乐素菊,张璧,王斌,等.储藏条件对超甜玉米种子田间出苗率和幼苗整齐度的影响[J].种子,2002(1):65-67.
[21] 申丽霞,王璞,张丽丽.可降解地膜的降解性能及对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J].农业工程学报,2012,28(4):111-116.
[22] 张桂香,翟世宏,李爱军.高粱穗部主要性状与产量的相关分析[J].杂粮作物,2005,25(2):77-79.
[23] 高士杰,李继洪,陈冰嫻.培育适宜机械化生产的粒用高粱杂交种应重视的几个问题[J].农业与技术,2015(2):12,28.
[24] 高士杰,刘晓辉,李继洪.我国粒用高粱育种现状、问题与对策[J].作物杂志,2006(3):11-13.
[25] 肖继兵,刘志,孔凡信,等.种植方式和密度对高粱群体结构和产量的影响[J].中国农业科学,2018,51(22):4264-4276.
[26] 高士杰,王方.气候因素与高粱主要性状的相关分析[J].中国农业气象,1991,12(2):19-22.
[27] 许宁,张冰,宗凌红,等.辽宁海城市高粱生产气候资源评价[J].安徽农业科学,2009,37(6):2432-2433.
[28] SAEED M,傅景昌.粒用高粱的产量因素分析[J].国外农学-杂粮作物,1987(3):33-37.