

# 不同覆双膜和揭膜方式对南疆 棉花产量和品质的影响

徐守振, 马麒, 宁新柱, 李吉莲, 陈红, 王方永, 韩焕勇, 林海

(新疆农垦科学院棉花研究所/农业农村部西北内陆区棉花生物学与遗传育种重点实验室/  
新疆兵团棉花改良与高产栽培重点实验室, 新疆 石河子 832000)

**摘要:**以双膜覆盖栽培技术为研究基础,通过探索不同揭膜方式对棉花生长发育、产量及品质的影响,提出一种新型的地膜覆盖及揭膜方式,以期有效解决残膜污染问题。田间自然条件下,设置5个处理,即膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水前揭膜( $T_1$ )、膜侧播种+双膜覆盖+苗后揭上膜( $T_2$ )、裸播( $T_3$ )、膜下播种+单膜覆盖+苗后揭膜( $T_4$ )、膜下播种+双膜覆盖+苗后揭上膜(CK),测定棉花农艺性状、生育期、成铃、产量及品质指标,进而分析处理间差异。结果表明: $T_1$ 处理对棉花株高影响不显著, $T_2$ 和 $T_4$ 处理对株高影响较小,而 $T_3$ 处理则导致株高显著降低,对棉花生长具有抑制作用; $T_1$ 、 $T_4$ 和CK处理可以显著降低杂草数量, $T_2$ 和 $T_3$ 处理对杂草数量的控制力度相对较弱;揭膜方式的变化对棉株生育期天数及产量形成的空间分布具有一定影响; $T_3$ 处理会显著降低棉花产量,其他处理对产量无显著影响;不同处理对棉花纤维品质发育无显著影响。在保证株高、产量及品质不降低的基础上, $T_1$ 处理能够控制杂草数量、优化成铃分布,可有效避免残膜污染,在生产上具有较好的推广应用价值。

**关键词:**棉花;覆膜栽培;揭膜方式;生长发育;杂草数量;产量;纤维品质

**中图分类号:**S562 **文献标志码:**A

## Effects of different double film and film uncovering methods on cotton yield and quality in Southern Xinjiang

XU Shouzhen, MA Qi, NING Xinzhu, LI Jilian, CHEN Hong, WANG Fangyong, HAN Huanyong, LIN Hai

(Cotton Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science/Northwest Inland Region  
Key Laboratory of Cotton Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Key Laboratory  
of Cotton Genetic Improvement and High Yield Cultivation in Xinjiang Production  
and Construction Corps, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

**Abstract:** A new film covering and film uncovering method was proposed in this study based on research of double film mulching to explore the effects of different film uncovering methods on growth development, yield and quality of cotton to fundamentally solve the problem of residual film pollution. Five experimental treatments including film side sowing + double film mulching + film uncovering before head water after seedling emergence ( $T_1$ ), film side sowing + double film mulching + top-film uncovering after seedling emergence ( $T_2$ ), unmulched-sowing ( $T_3$ ), sowing under film + single film mulching + uncovering film after seedling emergence ( $T_4$ ) and sowing under film + double film mulching + top-film uncovering after seedling emergence (CK) were set under the natural conditions in the field. The differences between treatments were analyzed by measuring the agronomic characters, growth period, boll formation, yield and quality of cotton in different treatments. The results showed that  $T_1$  treatment had no significant effect on cotton plant height,  $T_2$  and  $T_4$  had little effect on cotton plant height, while  $T_3$  significantly reduced cotton plant height and inhibited cotton growth. Additionally,  $T_1$ ,  $T_4$  and CK treatments signif-

收稿日期:2022-05-12

修回日期:2022-06-14

**基金项目:**国家自然科学基金项目(32260540);新疆兵团英才第二周期第二层次;优质机采棉种质资源创制与新品种选育创新团队项目(NGC202231);国家重点研发计划项目(2020YFD1001000);新疆兵团科技创新人才计划项目(2020CB014);新疆兵团八师重大专项项目(2020ZD01);新疆兵团南疆早中熟棉花育种创新团队项目(2020CB003)

**作者简介:**徐守振(1990-),男,新疆石河子人,助理研究员,主要从事棉花育种与栽培研究。E-mail: xu.shouzhen@foxmail.com

马麒(1990-),男,甘肃渭源人,副研究员,主要从事棉花遗传育种研究。E-mail: xjnkyma1123@163.com

**通信作者:**林海(1970-),男,新疆石河子人,研究员,主要从事棉花育种与栽培研究。E-mail: xjlinh@126.com

ificantly reduced the number of weeds, while  $T_2$  and  $T_3$  treatments had relatively weak control intensity on the number of weeds. Therefore, the film uncovering mode had a certain effect on the length of cotton growth period and the spatial distribution of yield formation. Besides,  $T_3$  significantly reduced cotton yield while other treatments had no significant effect on cotton yield. All treatments had no significant effect on cotton fiber quality development.  $T_1$  helped control the number of weeds and optimize boll distribution and avoid residual film pollution while it had no effect on reduction of plant height, yield and quality. Therefore, the method in the  $T_1$  treatment should be recommended in cotton production.

**Keywords:** cotton; film mulching cultivation; film uncovering mode; growth and development; weed quantity; yield; fiber quality

膜下滴灌作为新疆棉区一项重要的栽培技术极大地缓解了新疆农业水资源不足的问题,推动了该地区节水农业的快速发展<sup>[1-2]</sup>。地膜覆盖不仅可以改善土壤水热环境、减轻虫害、降低土壤盐渍化危害和提高产量<sup>[3-5]</sup>,还对田间杂草具有良好的控制效果<sup>[6-9]</sup>。目前,地膜覆盖技术已广泛应用到我国农业生产之中,具有一定的不可替代性<sup>[10]</sup>。多年来,众多学者以覆膜滴灌栽培技术为基础,对大田棉花群体生理生态状况进行了广泛研究<sup>[11-13]</sup>,但随着国家对生态保护及农业可持续发展的重视,覆膜栽培的弊端也逐渐显露出来。严昌荣等<sup>[14]</sup>通过对北疆石河子地区棉田地膜残留研究指出,当前棉田土壤中平均残留量高达  $300.65 \pm 49.32 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,且随着覆膜年限增加,土壤健康将受到严重影响。随着塑料地膜在土壤中残留量的增加,棉花产量也呈现显著降低趋势<sup>[15]</sup>。为了新疆农业的健康发展,合理利用地膜覆盖技术、研制新型环境友好型地膜产品和研发“白色污染”防治技术迫在眉睫<sup>[10]</sup>。为应对该需求,新疆兵团于20世纪80年代中后期就开始进行残膜清理机械的研制工作,但由于残膜遍布整个耕层、地膜强度差、残膜与秸秆分离困难以及作业时间有限等因素的影响,农田残膜清理工作进展缓慢<sup>[16]</sup>,而成本高昂及降解不可控性也导致环境友好型降解膜也未得到大面积推广<sup>[17]</sup>。

宿俊吉等<sup>[18]</sup>研究表明,适时揭膜有利于减缓棉花早衰,降低土壤残膜回收难度,张大斌等<sup>[19]</sup>设计了一种苗期揭膜机以解决残膜造成的环境及土壤污染问题;有学者通过研究早期揭膜条件下棉田土壤水热及棉花成铃的变化情况指出,过早揭膜会明显降低棉株外围成铃率及土壤水分和温度,对棉花产量造成不良影响<sup>[20]</sup>;李君等<sup>[21]</sup>指出棉花花期后揭膜对棉田土壤水分和棉花产量无显著影响,但难以避免棉花机械损伤和地膜残留,且成本高还费时费力。在现有机辅助的基础上,本研究通过探索不同地膜覆盖方法和揭膜方式对棉花生长的影响,

提出一种新型的地膜覆盖及配套揭膜方式,在保证产量和品质的基础上提高揭膜效率,为实现地膜覆盖“零污染”提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计与方法

试验于2019年在新疆农垦科学院棉花所库尔勒试验站(新疆生产建设兵团第二师29团2斗7号地,  $86^{\circ}06'E, 41^{\circ}68'N$ )进行,供试品种为‘新陆中45号’。设置5个处理,即膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水前揭膜( $T_1$ )、膜侧播种+双膜覆盖+苗后揭上膜( $T_2$ )、裸播( $T_3$ )、膜下播种+单膜覆盖+苗后揭膜( $T_4$ )、膜下播种+双膜覆盖+苗后揭上膜(CK),每个处理重复3次。随机区组设计,小区面积为  $15 \text{ m}^2$  ( $10.0 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ )。采用一膜一管四行种植模式,播幅4.5 m(3膜),行距45 cm,株距10 cm(图1)。

试验于4月11日播种,理论密度约为  $26.25 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;全生育期共灌水10次,其中随水滴肥8次,共滴施尿素  $553.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷酸二氢钾  $346.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;全生育期采用缩节胺化控5次,总用量为  $435 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;9月15日喷施脱叶催熟剂,9月28日进行机采收获;其他田间管理措施参照当地高产田。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 棉株农艺性状 分别于5月25日(现蕾期,初次揭膜后30 d)、6月25日(初花期,第2次揭膜后30 d)、7月20日(打顶后10 d),每个处理选取长势均匀连续具有代表性的10株棉花(边行中行各5株),重复3次,定点定株对棉花株高(子叶节至顶端高度)、果枝始节高度(地面到第1台果枝的长度)、株式图进行调查记录。

1.2.2 棉田杂草数量调查 根据揭膜方式的不同,分别于5月25日(现蕾期,初次揭膜后30 d)、6月25日(初花期,第二次揭膜后30 d)调查各处理小区内全部杂草数量并记录。

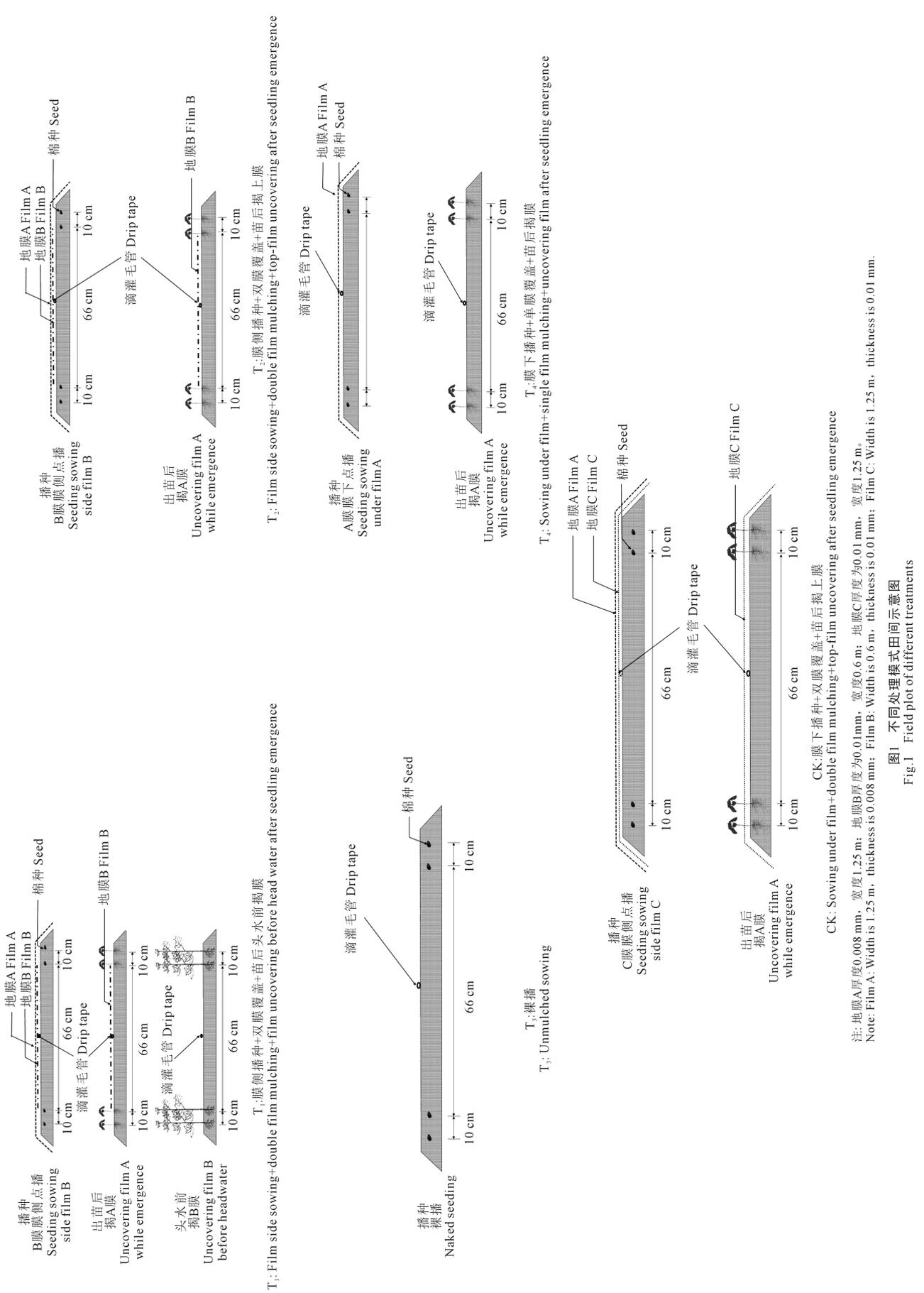


图1 不同处理模式田间示意图

Note: 地膜A厚度为0.008 mm, 宽度1.25 m, 厚度是0.008 mm; Film B: Width is 1.25 m, thickness is 0.01 mm; Film C: Width is 1.25 m, thickness is 0.01 mm.

1.2.3 生育时期调查 记载不同处理出苗期(50%棉株达到出苗的日期)、现蕾期(50%棉株开始现蕾的日期)、盛蕾期(50%棉株出现第4台果枝的日期)、开花期(50%棉株开始开花的日期)、吐絮期(50%棉株达到吐絮的日期)和生育期天数(从出苗期到吐絮期的时间,d)。

1.2.4 产量及品质指标 于吐絮期每个处理选取单位面积为6.67 m<sup>2</sup>的样点,重复3~4次,调查样点内全部株数和铃数,折算出单株结铃数和单位面积总铃数并估算产量;于吐絮后期每个处理选择长势一致的棉花分层取上、中、下吐絮棉铃各20个,重复3次,分开装袋、称重,测定单铃重及衣分;测定衣分后取棉纤维样品进行品质测定。棉花产量按下式计算:

单位面积产量(kg)=单位面积总铃数(个)×单铃重(g)/1000 (1)

籽棉产量(kg)=单位面积产量(kg)×100 (2)

皮棉产量(kg)=籽棉产量(kg)×衣分(%) (3)

### 1.3 数据分析

采用Microsoft Excel 2016和SPSS 25.0软件对数据进行整理分析,不同处理之间所得的均值采用Duncan新复极差法进行多重比较,然后经过 $t$ 检验( $\alpha=0.05$ ),采用SigmaPlot 12.5作图。

## 2 结果与分析

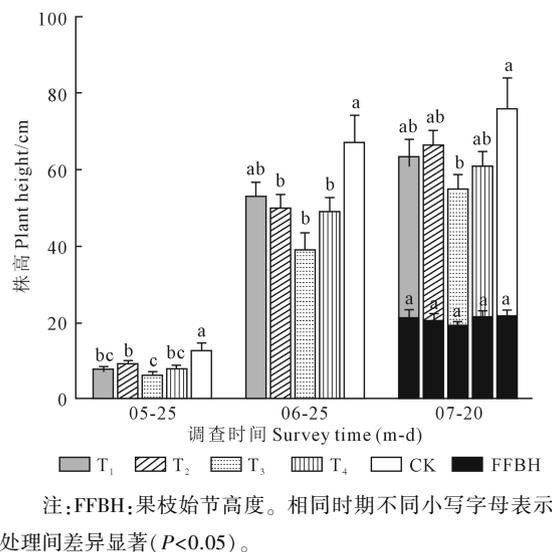
### 2.1 不同处理下棉花株高及始节高的差异

如图2所示,不同揭膜方式之间棉花果枝始节高度差异不显著( $P>0.05$ )。受揭膜方式影响,5月25日, $T_1$ 、 $T_2$ 和 $T_4$ 处理棉花株高较CK处理降低37.79%~63.52%( $P<0.05$ ), $T_3$ 处理株高显著低于CK处理,降幅为109.63%( $P<0.05$ );6月25日, $T_1$ 与CK处理株高差异不显著( $P>0.05$ ),而 $T_2$ 、 $T_3$ 和 $T_4$ 处理较CK处理降低26.41%~72.14%( $P<0.05$ );7月20日打顶后,株高不再增长,此时 $T_3$ 处理棉花株高较CK处理降低38.61%( $P<0.05$ ),其他处理与CK相比差异不显著( $P>0.05$ )。综上可知,初次揭膜后30 d内,棉花株高受揭膜方式影响,且处理间差异较大;二次揭膜至打顶后, $T_1$ 处理对棉花株高影响不显著( $P>0.05$ ), $T_2$ 和 $T_4$ 处理对棉花株高影响相对较小,而 $T_3$ 处理会显著低棉花株高,抑制棉花生长。

### 2.2 不同处理下杂草数量的差异

棉田覆膜栽培可以有效抑制膜下杂草的生长,不同揭膜方式下杂草数量的变化可以反映不同处

理对杂草生长的控制强度。如图3所示,受揭膜方式影响,5月25日, $T_4$ 和 $T_3$ 处理杂草数量较CK处理高537.54%~737.52%( $P<0.05$ ), $T_1$ 、 $T_2$ 与CK处理差异不显著( $P>0.05$ );6月25日, $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$ 与CK处理之间杂草数量差异不显著( $P>0.05$ ), $T_3$ 处理显著高于其他处理( $P<0.05$ );初次揭膜至二次揭膜期间, $T_1$ 、 $T_4$ 和CK处理杂草数量显著降低,降幅为78.43%~87.50%( $P<0.05$ ); $T_2$ 和 $T_3$ 处理对杂草数量的影响相对较小,降幅分别为33.33%和46.27%。



注: FFBH: 果枝始节高度。相同时期不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: FFBH: Node height of the first fruit branch. Values in the same time followed by different lowercase letters indicated significant differences among treatments ( $P<0.05$ ).

图2 不同处理对棉花株高及始节高的影响

Fig.2 Effect of different treatments on plant height and start height in cotton

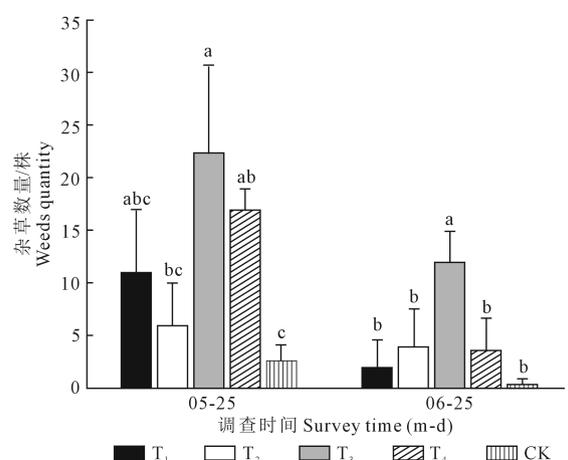


图3 不同处理对棉田杂草数量的影响

Fig.3 Effects of different treatments on weed quantity in cotton field

### 2.3 不同处理下棉花生育时期的差异

如表 1 所示,与其他处理相比, $T_3$ 处理各生育期明显推迟且天数缩短; $T_1$ 、 $T_2$ 和  $T_4$ 处理相比于 CK 处理出苗时间差异不大,但现蕾时间略有延后; $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$ 处理可以加快生育进程,但强度存在一定差异,表现为  $T_2 > T_1 > T_4$ 。

### 2.4 不同处理下棉花产量及其构成因素的差异

2.4.1 棉株各部位铃重及衣分差异 如表 2 所示,不同揭膜方式之间,棉株上部及下部铃重差异不显著( $P > 0.05$ ),中部铃重则表现为  $T_4$ 处理较  $T_1$ 处理显著减少了 7.13% ( $P < 0.05$ );受揭膜方式的影响,各处理间棉株中部衣分差异不显著( $P > 0.05$ ), $T_3$ 、 $T_4$ 处理下部衣分显著高于 CK 处理( $P < 0.05$ ),CK 处理上部衣分显著高于  $T_3$ 处理( $P < 0.05$ )。

表 1 不同处理对生育时期的影响

Table 1 Effects of different treatments on growth stage

处理 Treatment	开始日期 Start date(m-d)					生育期 Growth period/d
	播种 Sowing	出苗 Seedling emergence	现蕾 Squaring	开花 Flowering	吐絮 Boll opening	
$T_1$	04-11	04-22	05-31	07-05	08-29	129
$T_2$	04-11	04-22	05-30	07-04	08-26	126
$T_3$	04-11	05-01	06-08	07-10	09-02	124
$T_4$	04-11	04-22	06-05	07-09	08-30	131
CK	04-11	04-22	05-25	07-03	08-26	127

注: $T_1$ :膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水前揭膜; $T_2$ :膜侧播种+双膜覆盖+苗后揭上膜; $T_3$ :裸播; $T_4$ :膜下播种+单膜覆盖+苗后揭膜;CK:膜下播种+双膜覆盖+苗后揭上膜。下同。

Note:  $T_1$ : Film side sowing + double film mulching + film uncovering before head water after seedling emergence,  $T_2$ : Film side sowing + double film mulching + top-film uncovering after seedling emergence,  $T_3$ : Unmulched sowing,  $T_4$ : Sowing under film + single film mulching + uncovering film after seedling emergence, CK: Sowing under film + double film mulching + top-film uncovering after seedling emergence. The same below.

表 2 不同处理对棉花各部位铃重及衣分的影响

Table 2 Effects of different treatments on boll weight and lint in different parts of cotton

处理 Treatment	铃重 Boll weight/g			衣分 Lint/%		
	上部 Upper	中部 Middle	下部 Lower	上部 Upper	中部 Middle	下部 Lower
$T_1$	5.08±0.36a	5.61±0.09a	4.87±0.31a	43.79±0.83ab	47.03±0.48a	44.17±0.49bc
$T_2$	5.16±0.14a	5.47±0.14ab	4.99±0.04a	44.34±0.55ab	47.27±0.43a	44.43±0.30bc
$T_3$	4.98±0.07a	5.40±0.13ab	4.96±0.37a	43.02±1.10b	46.28±0.27a	44.84±0.24ab
$T_4$	5.05±0.32a	5.21±0.30b	4.65±0.22a	43.27±0.86ab	46.21±0.75a	45.69±0.47a
CK	4.86±0.34a	5.35±0.08ab	4.71±0.13a	45.22±1.47a	47.53±1.24a	43.51±0.78c

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

Note: Values in the same column followed by different lowercase letters indicate significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ). The same below.

2.4.2 棉株成铃分布差异 单铃重是衡量棉花产量水平的重要指标,受各生育时期有效积温时长的影响,棉株不同部位的单铃重具有较大差异,对全株产量的贡献率有所不同。如图 4 所示,各处理棉株铃重主要集中在中部,平均单铃重为 5.1~5.5 g;受不同揭膜方式的影响, $T_1$ 和  $T_2$ 处理铃重的分布相比于 CK 处理更加集中,中部平均单铃重维持在 5.3~5.5 g,对全株的贡献率较大; $T_1$ 、 $T_2$ 和  $T_3$ 处理棉株上部及下部的单铃重高于 CK 处理; $T_4$ 处理铃重主要集中在棉株中上部,下部铃重较低。综合分析表明, $T_1$ 和  $T_2$ 处理有助于中部伏桃及上部早秋桃形成和发育, $T_2$ 和  $T_4$ 处理有利于下部伏前桃的形成和发育。

2.4.3 产量及其构成因素的差异 如表 3 所示,不同揭膜方式下,除  $T_2$ 处理铃重显著高于 CK 外,其余指标均表现为  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$ 处理与 CK 之间差异不显著( $P > 0.05$ ); $T_3$ 处理棉田收获株数、单株铃数显著高于 CK 处理( $P < 0.05$ ),籽棉和皮棉产量显著低于其他 4 个处理( $P < 0.05$ )。结合表 2 和图 4 结果可知,收获株数及单株铃数的降低是导致  $T_3$ 产量降低的主要原因。

### 2.5 不同处理下棉花纤维品质的差异

如表 4 所示,不同揭膜方式下,各处理间棉花全株平均衣分、马克隆值、断裂伸长率及上半部平均长度等指标差异不显著( $P > 0.05$ );而  $T_1$ 处理较  $T_2$ 处理断裂比强度减少 1.12%~11.94% ( $P < 0.05$ ),但与 CK 处理无显著差异( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

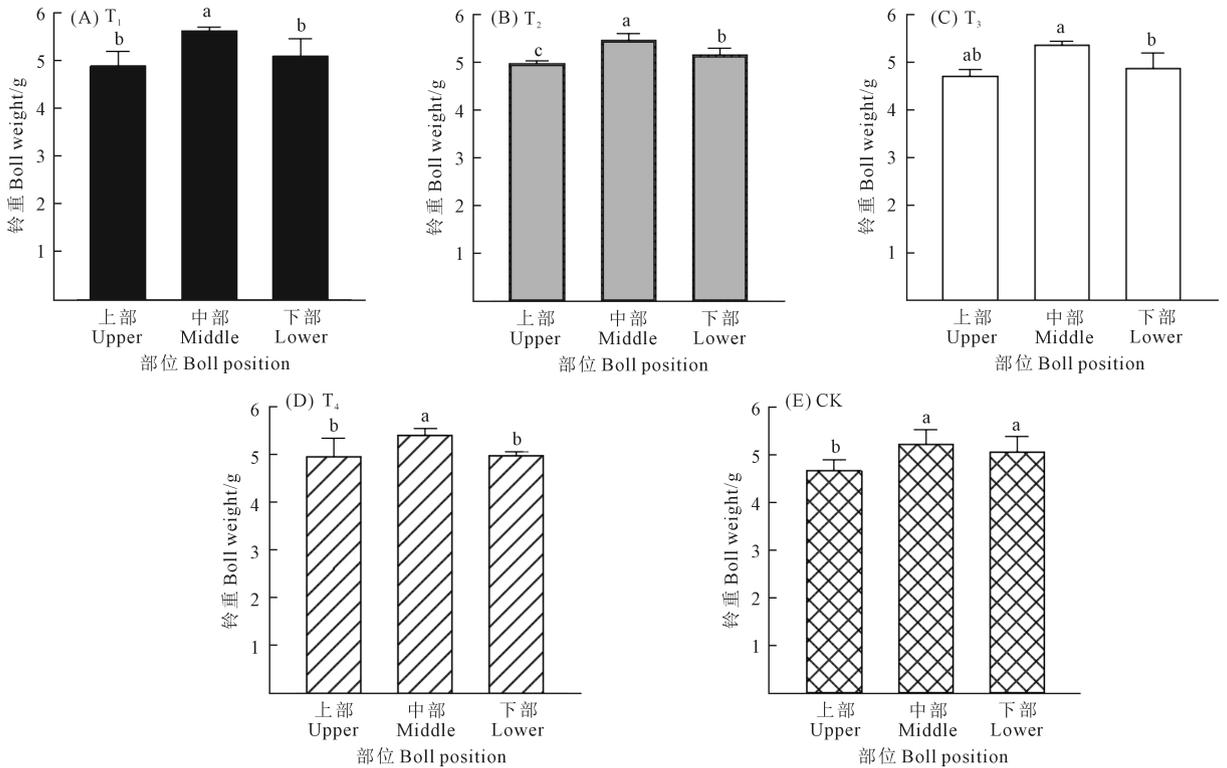
### 3.1 不同覆双膜和揭膜方式处理对棉花产量和品质的影响

针对新疆南疆土壤问题,陈学庚等<sup>[22]</sup>于 2010 年研制了双膜覆盖精量播种机,并在兵团师市取得

了良好的应用效果。双膜覆盖是原单膜覆盖基础上,在原有带膜孔的地膜上覆盖一层膜,待棉花出土顶膜时揭去上膜的覆膜方式,双膜覆盖投资少、成本低,且可以显著改善棉花出苗情况,提高棉苗抗性<sup>[23-24]</sup>;本研究在此基础上设计了不同覆膜及配

套揭膜方式,旨在保证棉花前期生长、减少揭膜机械损伤和减少地膜污染。

前人指出<sup>[18,20,25]</sup>,不恰当的揭膜方式对棉花生育时期持续时间具有不利影响,会显著缩短棉花生育期,降低棉花产量,适时揭膜则对棉花的早衰防控



注:不同小写字母表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Values followed by different small letters indicated significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

图 4 不同处理棉株各部位成铃分布

Fig.4 Distribution of bolls in cotton plants of different treatment

表 3 不同处理对棉花产量及产量构成因素的影响

Table 3 Effect of different treatments on yield and yield components in cotton

处理 Treatment	收获株数 Plant number /(plant · 667m <sup>-2</sup> )	单株铃数 Boll number per plant	铃重 Boll weight/g	籽棉产量 Seed cotton yield /(kg · 667m <sup>-2</sup> )	皮棉产量 Lint yield /(kg · 667m <sup>-2</sup> )
T <sub>1</sub>	373.00±11.79a	4.48±0.48ab	5.19±0.20ab	484.57±31.01a	217.57±14.14a
T <sub>2</sub>	365.67±22.14ab	5.43±0.61ab	5.20±0.020a	457.63±31.61a	197.96±13.04a
T <sub>3</sub>	316.00±28.00b	4.37±0.60b	5.11±0.07ab	313.44±50.16b	137.09±20.68b
T <sub>4</sub>	397.67±11.72a	4.83±0.20ab	4.97±0.11b	424.40±12.72a	191.84±5.32a
CK	371.67±51.73a	5.63±0.86a	4.97±0.06b	457.79±53.49a	196.55±17.72a

表 4 不同处理对棉铃纤维品质的影响

Table 4 Effect of different treatments on the quality of cotton

处理 Treatment	衣分 Lint/%	断裂比强度 STR/(cN · tex <sup>-1</sup> )	马克隆值 Mic	断裂伸长率 Elg/%	上半部平均长度 UHML/mm
T <sub>1</sub>	44.99±0.25a	26.66±0.92b	4.49±0.15a	6.62±0.02a	27.71±0.09a
T <sub>2</sub>	45.35±0.33a	28.56±0.67a	4.52±0.26a	6.71±0.04a	28.43±0.25a
T <sub>3</sub>	44.71±0.32a	27.42±0.74ab	4.54±0.08a	6.64±0.10a	27.76±0.56a
T <sub>4</sub>	45.06±0.55a	27.30±1.27ab	4.32±0.19a	6.64±0.04a	27.66±0.53a
CK	45.42±1.08a	28.08±0.72ab	4.37±0.10a	6.70±0.03a	28.24±0.35a

及增产具有促进作用。本研究通过探索不同覆膜方式、揭膜时间及揭膜方式组合条件下棉花生长发育变化,发现揭膜方式的变化对棉株铃重的空间分布及衣分具有一定影响,通过对比前人研究<sup>[18,20]</sup>可知,揭膜处理导致生育前期土壤水热状况变化,进而影响了伏前桃的形成;而双膜覆盖配合分段揭膜( $T_1$ 、 $T_2$ )较裸播( $T_3$ )和单膜覆盖( $T_4$ )模式具有一定的增产效果,同时能够优化成铃发育,这与前人研究一致。综合分析表明,本研究提出的“膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水前揭膜”(即  $T_1$  处理)和“膜侧播种+双膜覆盖+苗后揭上膜”(即  $T_2$  处理)模式均能显著抑制田间杂草生长,对棉花株高及始节高度、生育期及纤维品质的影响不显著,可降低揭膜对棉花生长发育造成的伤害,且具有稳产和增产潜力。相比于  $T_2$  处理, $T_1$  处理在棉花盛蕾期之前完成了全层揭膜,具有更高的生态价值。

### 3.2 不同覆双膜和揭膜方式对残膜回收的应用价值

针对新疆不同区域特征和覆膜作物种类,可将残膜回收方式分为生长期人工+机械配合适时揭膜回收、苗期揭膜+秋后揭膜结合回收、秋后机械或人工揭膜回收和播种前机械+人工捡拾回收相结合等 4 种模式<sup>[26]</sup>,胡灿等<sup>[26]</sup>还指出现有残膜回收机对当季膜的回收率为 65%~80%,难以避免当季膜残留,在人工辅助回收的情况下回收率也仅为 93%~95%,无法做到完全回收,由于人工费用高昂,且回收后的残膜含杂率高难以再利用,棉农回收积极性较低。本文提出的“膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水前揭膜”方式采用类似“苗期揭膜和秋后揭膜结合回收”的双膜覆盖揭膜方式,但底膜由 1.25 m 膜改为 0.6 m 短膜覆盖,为头水前二次机械揭膜奠定了基础;棉花头水之前,地膜强度高、降解程度低、土壤干燥、棉花矮壮且株行未封垄,此时采用机械揭去 0.6 m 短膜,最大限度降低了其对棉花造成的损伤,可对当季膜实现 100%的回收;该处理两次揭膜均做到了地膜的完整机械回收,极大地降低了人工成本,对于新疆现代化农业的可持续发展具有重要意义。

## 4 结 论

“膜侧播种+双膜覆盖+苗后头水揭膜”方式可以有效控制棉田杂草生长,显著降低生育期揭膜对棉花生长发育、产量及纤维品质造成的不良影响,有效避免土壤地膜残留和环境污染,对于实现新疆农业可持续发展具有重要的应用价值。

**共同第一作者贡献说明:**徐守振和马麒共同完成了本试验的实施和论文写作等过程;其中马麒副研究员主要完成试验开展和数据收集,徐守振助理研究员主要完成数据分析和论文写作。

### 参 考 文 献:

- [1] 邵光成,蔡焕杰,吴磊,等.新疆大田膜下滴灌的发展前景[J].干旱地区农业研究,2001,19(3):122-127.  
SHAO G C, CAI H J, WU L, et al. Prospect for the development of field drip irrigation under mulch in Xinjiang[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2001, 19(3): 122-127.
- [2] 马富裕,周治国,郑重,等.新疆棉花膜下滴灌技术的发展与完善[J].干旱地区农业研究,2004,22(3):202-208.  
MA F Y, ZHOU Z G, ZHENG C, et al. The development and improvement of drip irrigation under plastic film on cotton [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2004, 22(3): 202-208.
- [3] 徐飞鹏,李云开,任树梅.新疆棉花膜下滴灌技术的应用与发展的思考[J].农业工程学报,2003,19(1):25-27.  
XU F P, LI Y K, REN S M. Investigation and discussion of drip irrigation under mulch in Xinjiang Uygur Autonomous Region[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2003, 19(1): 25-27.
- [4] 张伟,吕新,李鲁华,等.新疆棉田膜下滴灌盐分运移规律[J].农业工程学报,2008,24(8):15-19.  
ZHANG W, LYU X, LI L H, et al. Salt transfer law for cotton field with drip irrigation under the plastic mulch in Xinjiang Region [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(8): 15-19.
- [5] 贺欢,田长彦,王林霞.不同覆盖方式对新疆棉田土壤温度和水分的影响[J].干旱区研究,2009,26(6):826-831.  
HE H, TIAN C Y, WANG L X. Effect of different coverings on soil temperature and soil moisture content in cotton field in Xinjiang [J]. Arid Zone Research, 2009, 26(6): 826-831.
- [6] 徐茜,黄端启,周泽启,等.不同类型地膜覆盖对烟田杂草控制效果[J].杂草科学,2000,(4):33-35.  
XU Q, HUANG D Q, ZHOU Z Q, et al. Effects of different types of mulching on weed control in tobacco field [J]. Weed Science, 2000, (4): 33-35.
- [7] 范建芝,段成鼎,井水华,等.除草剂配合地膜覆盖对甘薯田杂草防除及增产的效果[J].杂草学报,2016,34(1):61-64.  
FAN J Z, DUAN C D, JING S H, et al. Weed control and yield increase by herbicides combined with plastic film mulch in sweet potato fields [J]. Weed Science, 2016, 34(1): 61-64.
- [8] 李世金,张国,董祥洲,等.不同类型地膜覆盖对烟田杂草控制效果及烤烟产质量的影响[J].安徽农学通报,2019,25(15):51-53.  
LI S J, ZHANG G, DONG X Z, et al. Effects of different types plastic mulch on weed control and yield and quality of flue-cured tobacco [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2019, 25(15): 51-53.
- [9] 张艳,郭书亚,汤其宁,等.除草剂和地膜覆盖对甘薯杂草防除的影响[J].山西农业科学,2019,47(8):1467-1469,1484.  
ZHANG Y, GUO S Y, TANG Q N, et al. Effects of herbicides and plastic film mulching on weeds control of sweet potato [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2019, 47(8): 1467-1469, 1484.
- [10] 严昌荣,何文清,刘恩科,等.作物地膜覆盖安全期概念和估算方法探讨[J].农业工程学报,2015,31(9):1-4.

- YAN C R, HE W Q, LIU E K, et al. Concept and estimation of crop safety period of plastic film mulching[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(9): 1-4.
- [11] 张旺锋, 王振林, 余松烈, 等. 膜下滴灌对新疆高产棉花群体光合作用冠层结构和产量形成的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(6): 632-637.
- ZHANG W F, WANG Z L, YU S L, et al. Effect of under-mulch-drip irrigation on canopy apparent photosynthesis, canopy structure and yield formation in high-yield cotton of Xinjiang[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002, 35(6): 632-637.
- [12] 徐守振, 左文庆, 陈民志, 等. 北疆植棉区滴灌量对化学打顶棉花植株农艺性状及产量的影响[J]. 棉花学报, 2017, 29(4): 345-355.
- XU S Z, ZUO W Q, CHEN M Z, et al. Effect of drip irrigation amount on the agronomic traits and yield of cotton grown with a chemical topping in northern Xinjiang, China[J]. Cotton Science, 2017, 29(4): 345-355.
- [13] LIANG F B, YANG C X, SUI L L, et al. Flumetralin and dimethyl piperidinium chloride alter light distribution in cotton canopies by optimizing the spatial configuration of leaves and bolls[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2020, 19(7): 1777-1788.
- [14] 严昌荣, 王序俭, 何文清, 等. 新疆石河子地区棉田土壤中地膜残留研究[J]. 生态学报, 2008, 28(7): 3470-3474.
- YAN C R, WANG X J, HE W Q, et al. The residue of plastic film in cotton fields in Shihezi, Xinjiang[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(7): 3470-3474.
- [15] 胡灿, 王旭峰, 王士国, 等. 新疆干旱区农田塑料残膜对膜下滴灌棉花生长和产量的影响[J]. 农业工程技术, 2020, 40(18): 88.
- HU C, WANG X F, WANG S G, et al. Impact of agricultural residual plastic film on the growth and yield of drip-irrigated cotton in arid region of Xinjiang, China [J]. Agricultural Engineering Technology, 2020, 40(18): 88.
- [16] 林育. 兵团农田残膜清理机械的应用及研制现状[J]. 新疆农机化, 2007(3): 29-30.
- LIN Y. Application and development status of farmland residual film cleaning machinery in XPCC [J]. Xinjiang Agricultural Mechanization, 2007(3): 29-30.
- [17] 黎先发. 可降解地膜材料研究现状与进展[J]. 塑料, 2004, 33(1): 76-81.
- LI X F. Study status on degradable mulching film[J]. Plastics, 2004, 33(1): 76-81.
- [18] 宿俊吉, 邓福军, 林海, 等. 揭膜对陆地棉根际温度、各器官干物质积累和产量、品质的影响[J]. 棉花学报, 2011, 23(2): 172-177.
- SU J J, DENG F J, LIN H, et al. Effects of uncovering plastic film on rhizosphere temperature, dry matter accumulation of organs, yield and fiber quality of upland cotton[J]. Cotton Science, 2011, 23(2): 172-177.
- [19] 张大斌, 刘祖国, 余朝静, 等. 龙门式揭膜机机架的振动疲劳分析[J]. 现代制造工程, 2018(8): 85-91, 158.
- ZHANG D B, LIU Z G, YU C J, et al. Analysis on the vibratory fatigue of gantry type plastic film recovery machine rack [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2018(8): 85-91, 158.
- [20] 徐守振, 马麒, 孔宪辉, 等. 早期揭膜对棉花生育前期土壤水热微环境及其成铃的影响[J]. 中国棉花, 2021, 48(7): 14-18.
- XU S Z, MA Q, KONG X H, et al. Effect of early film removing on soil hydrothermal microenvironment and boll formation in the early growth stage of cotton[J]. China Cotton, 2021, 48(7): 14-18.
- [21] 李君, 吕军, 刘晓伟, 等. 揭膜时期对土壤水、盐运移及棉花产量的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(9): 1327-1332.
- LI J, LYU J, LIU X W, et al. Effects of different uncovering plastic film periods on water use efficiency, soil salinity and yield of cotton [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2016, 25(9): 1327-1332.
- [22] 陈学庚, 赵岩. 棉花双膜覆盖精量播种机的研制[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 106-112.
- CHEN X G, ZHAO Y. Development of double-film mulch precision planter for cotton seeding[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(4): 106-112.
- [23] 杨雄, 宋立文, 甄国林, 等. 棉花双膜覆盖播种技术[J]. 新疆农机化, 2007, (1): 34-35.
- YANG X, SONG L W, ZHEN G L, et al. Cotton double film mulching sowing technology [J]. Xinjiang Agricultural Mechanization, 2007, (1): 34-35.
- [24] 李显激, 石建初, 左强. 新疆棉花膜下滴灌技术存在的问题及改进措施——双层可降解膜覆盖与地下滴灌技术结合应用探讨[J]. 农业工程, 2012, 2(10): 29-35.
- LI X W, SHI J C, ZUO Q. Problems and improvements of plastic mulched drip irrigation for cotton plantation in Xinjiang: feasibility of application for combining double degradable films mulch with subsurface drip irrigation [J]. Agricultural Engineering, 2012, 2(10): 29-35.
- [25] 祖米来提·吐尔干, 林涛, 严昌荣, 等. 地膜覆盖时间对新疆棉田水热及棉花耗水和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2018, 34(11): 113-120.
- TUERGAN Z M L T, LIN T, YAN C R, et al. Effect of plastic film mulching duration on soil temperature and moisture in field and cotton water consumption and yield in Xinjiang[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(11): 113-120.
- [26] 胡灿, 王旭峰, 陈学庚, 等. 新疆农田残膜污染现状及防控策略[J]. 农业工程学报, 2019, 35(24): 223-234.
- HU C, WANG X F, CHEN X G, et al. Current situation and control strategies of residual film pollution in Xinjiang [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(24): 223-234.