

陇东旱塬区复种马铃薯栽培模式筛选

王芳芳¹, 吕和平^{1,2}, 高彦萍^{1,2}, 梁宏杰^{1,2},
吴雁斌^{1,2}, 杨昕宇¹, 李鹏³, 张武^{1,2}

(1. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所 兰州 730070; 2. 甘肃省马铃薯脱毒种薯(种苗)病毒检测及安全性评价工程中心 兰州 730000; 3. 北薯种业(云南)有限公司 云南曲靖 655000)

摘要:为研究陇东旱塬区冬油菜收获后复种马铃薯不同栽培模式对其产量及经济效益的影响,采用单因素试验区组设计,以陇薯7号原种马铃薯品种为试验材料,共设计8种栽培模式。通过对不同模式下马铃薯农艺性状、商品率、产量及经济效益的比较,筛选出最佳的冬油菜茬复种马铃薯栽培模式。结果表明,秸秆带状覆盖、平作起垄、垄沟种植3个栽培模式表现较好,667 m²产量分别为2 292.81、1 917.63、1 655.46 kg,比对照露地平作分别增产41.27%、18.15%和2.00%。

关键词:马铃薯; 陇东旱塬区; 复种; 栽培模式; 产量

中图分类号: S532

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)03-144-07

Screening of cultivation modes of multicropping potatoes in Loess Plateau of eastern Gansu province

WANG Fangfang¹, LÜ Heping^{1,2}, GAO Yanping^{1,2}, LIANG Hongjie^{1,2}, WU Yanbin^{1,2}, YANG Xinyu¹, LI Peng³, ZHANG Wu^{1,2}

(1. Potato Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Gansu Province Potato Seed (Seedling) Virus Detection and Safety Evaluation of Engineering Center, Lanzhou 730000, Gansu, China; 3. North Potato Seed Industry Yunnan Co. Ltd, Qujing 655000, Yunnan, China)

Abstract: In order to study the effects of different cultivation modes on yield and economic benefits of potato production after winter rapeseed harvest in the Loess Plateau of eastern Gansu province, a single factor experimental area design was adopted in this experiment. The original potato seed variety Longshu No.7 was used as experimental material, and a total of 8 cultivation modes were designed. They are plain cropping, plain cropping and ridge raising, high ridge black film mulching, high ridge white film mulching, high ridge black film mulching, high ridge white film cover soil, high ridge white film cover soil, straw strip mulching and ridge furrow rain collection. Through the comparison of potato agronomic characters, commodity rate, yield and economic benefits under different patterns, the best cultivation mode of winter rape stubble multiple planting potato was selected. The results showed that the three cultivation modes of straw strip mulching, flat planting and ridge and furrow planting were better, and the yield of 667 m² was 2 292.81, 1 917.63 and 1 655.46 kg, respectively, which increased 41.27%, 18.15% and 2.00% compared with the control (plain cropping), respectively.

Key words: Potato; Loess Plateau of eastern Gansu province; Multiple cropping; Cultivation mode; Yield

马铃薯作为传统农作物,兼具粮食作物和经济作物的特点^[1]。到目前为止,马铃薯耐瘠、耐寒、耐旱的特性使其成为甘肃省中部地区的主要作物之一^[2]。由于马铃薯生长周期短、适应性强^[3-4],故一年

内可与其他农作物复种。在不增加耕地的情况下,复种能够增加有效播种面积。已有研究表明,油菜收获后复种中早熟玉米和马铃薯,不仅可提高土地和资源利用率,还可增加经济效益和社会效益^[5]。

收稿日期: 2022-09-05; 修回日期: 2023-12-04

基金项目: 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目(2021GAAS52); 甘肃省农业科学院科技成果转化项目(2021GAAS-CGZH03); 甘肃省农业科学院重点研发项目(2021GAAS28, 2022GAAS29); 甘肃省自然科学基金项目(23JRRA1339)

作者简介: 王芳芳,女,硕士,从事马铃薯脱毒种薯繁育研究。E-mail: 1508031863@qq.com

通信作者: 张武,男,研究员,主要从事马铃薯良种繁育研究工作。E-mail: 842487867@qq.com

李鹏,男,主要从事脱毒种薯繁育工作。E-mail: 305222151@qq.com

除此之外,复种还具有改善农田生态环境的作用。相关研究表明,复种可延长土地绿色覆盖的时间,减少水土和肥料流失,复种不同农作物还可控制田间杂草,起到轮作的作用,对保护农田生态具有重要意义^[6]。

陇东旱塬区位于甘肃省东部,为典型的旱作雨养农业区。此地种植粮食作物具有两熟不足、一熟有余的显著特点^[7]。该地的冬油菜通常在6月初进入收获期,约6月中旬收割结束,故可充分利用冬油菜收获后的闲地夏播马铃薯。自6月中下旬在冬油菜收获后复种马铃薯,7月上中旬复种马铃薯出苗,8月上中旬开始陇东地区气温逐渐降低,雨水均匀、光照充足,与复种马铃薯的块茎膨大期相吻合,极利于马铃薯的优质高产。马铃薯作为优势倒茬作物,复种潜力较大^[8]。由此既可充分利用耕地资源及雨热同期的气候优势,也可增加当地农民的经济收益。众所周知,在作物生产过程中,除了有适宜的环境条件和优质的良种之外,栽培模式对作物产量的影响也至关重要。

覆盖栽培在农业中应用广泛,不仅可以使土壤保墒调温,也可降低土壤杂草、盐渍化和减少土壤侵蚀等^[9-11]。常用的覆盖材料有地膜、砂石和农作物秸秆^[12]。地膜覆盖具有调节土壤温度、保墒^[13]及抑制土壤杂草生长的作用^[14],其中有色膜可吸收太阳光,通过热辐射使被覆盖的地表增温。不同颜色的地膜增温效果亦不同,大小顺序为透明膜>绿色膜>黑色膜^[15]。而秸秆带状覆盖作为创新的覆盖方式,已在小麦和马铃薯生产中得到应用并取得显著效果^[16-17]。笔者通过设置不同的覆膜类型及方式,研究复种马铃薯不同栽培模式对产量和经济效益

的影响,筛选出适宜陇东旱塬区的栽培模式,为陇东旱塬区马铃薯科学高效种植提供参考。

1 材料与方法

1.1 试区概况

试验于2021年6—10月在庆阳市农业科学研究所和盛科研基地实施。该地年均降水量788.1 mm,降水时空分布不均匀,主要集中在7—10月,占全年降水量的70%以上。海拔1233 m,年均气温10.5℃,年日照时数2450 h,无霜期172 d。供试土壤为黑垆土,土壤质地均匀疏松,保水保肥能力强。前茬冬油菜,试验地肥力中等,生长期无灌溉。播前底施N 150 kg·hm⁻²、P₂O₅ 150 kg·hm⁻²、K₂O 120 kg·hm⁻²、生物有机肥(有机质质量分数≥65%,有效活菌数≥2.0亿·g⁻¹)280 kg·hm⁻²,均匀地撒在地表,用旋耕机翻平。2021年试验区夏播复种马铃薯气象要素分析见表1(数据来源于庆阳市气象局)。

1.2 供试材料

试验马铃薯品种为陇薯7号原种,由甘肃省农业科学院马铃薯所研究选育。株型半直立,主茎分枝较多,具有抗晚疫病、耐寒、高产等特性,株高65~70 cm,叶深绿色,复叶较大,花冠白色,地上部生长旺盛。覆膜材料为黑色聚乙烯地膜与白色聚乙烯地膜。

1.3 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,共设8种栽培模式,即8个处理,分别为处理T1:露地平作;T2:平作培土起垄;T3:高垄黑膜覆盖;T4:高垄白膜覆盖;T5:高垄黑膜覆盖覆土;T6:高垄白膜覆盖覆土;T7:秸秆带状覆盖;T8:垄沟集雨。每个处理

表1 陇东旱塬区夏播(复种)马铃薯物候期气象要素分析

Table 1 Analysis of climatic elements in the phenological period of summer sowing (multi-cropping) potato in the Loess Plateau of eastern Gansu province

气象要素 Meteorological factor	6月 June			7月 July			8月 August			9月 September			10月 October	
	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle
物候期 Phenological period	播种期 Sowing period			茎叶生长期 Stem and leaf growth period			结薯(块茎膨大)期 Tuber swelling period			成熟(收获)期 Ripening (harvesting) period				
最适气温 Optimum air temperature/°C	10~23			21~23			18~20			10~15				
气温 Air temperature/°C	20.0	21.3	22.3	22.9	23.2	23.5	23.1	21.6	20.2	18.5	16.2	14.6	12.1	10.3
降水量 Precipitation/mm	19.9	15.6	24.6	29.7	30.0	34.0	27.6	31.5	37.5	20.3	32.9	21.9	17.0	15.4
日照 Sunshine/h	80.3	78.1	78.2	74.6	72.3	80.2	70.8	66.2	66.8	55.2	46.4	51.9	51.0	53.8

3次重复,每小区6垄12行,单垄双行种植,平作培土起垄,垄上行距35 cm,垄间行距85 cm,株距26 cm。小区面积25.4 m²(6.35 m×4.0 m)。具体模式见图1。

1.4 调查项目及方法

1.4.1 物候期及出苗率 物候期见表2,出苗率为小区内出苗植株占播种穴数的百分数。

$$\text{出苗率}/\% = \text{出苗植株}/\text{播种穴数} \times 100。 \quad (1)$$

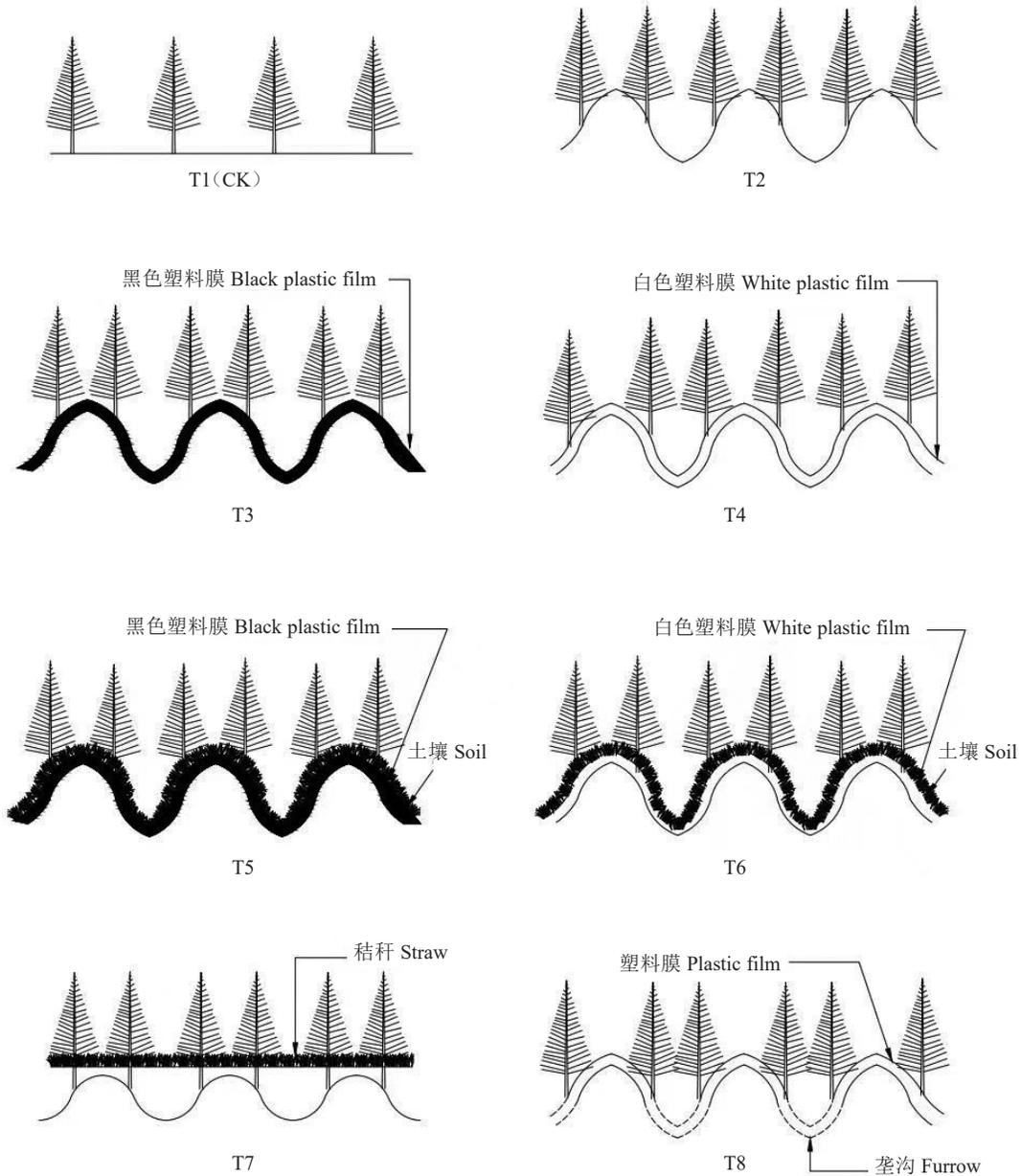


图1 不同栽培模式示意图

Fig. 1 The schematic diagrams of different planting patterns

1.4.2 农艺性状、商品率和产量调查 在马铃薯盛花期测定株高、茎粗和分枝数。用卷尺测定马铃薯茎基部至生长点的长度作为株高,用数显游标卡尺测定茎基部第一节处的粗度作为茎粗。每小区随机选取10株测量,取均值。在马铃薯收获期计量单株结薯数,每个小区随机选取10株计数,取均值。测取每小区产量,取3次重复的平均值,然后折算出各

处理每667 m²产量。

$$\text{商品薯率}/\% = (\text{单薯质量} \geq 75 \text{ g 及以上的马铃薯产量} / \text{马铃薯总产量}) \times 100。 \quad (2)$$

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 进行试验数据处理和统计分析,采用 Duncan 法进行差异显著性分析。

表2 物候期界定

Table 2 Specific definition of phenological period

物候期 Phenological period	日期 Date
播种期 Sowing period	播种当天的日期 Date of sowing
出苗期 Emergence period	出苗率达 50% 的日期 Date of the seedling emergence rate reaching 50%
开花期 Flowering period	50% 植株开花的日期 Date of 50% plant flowering
收获期 Harvest period	50% 叶片变黄的日期 Date of 50% leaf yellowing

2 结果与分析

2.1 不同栽培模式对马铃薯物候期及出苗率的影响

马铃薯植株的生育期及出苗率受到栽培模式的影响,如表 3 所示。具体表现为:出苗期秸秆带状覆盖、垄沟集雨模式晚于其他模式 2 d,其余模式下的出苗期与对照基本一致。可能是复种时温度适宜,各处理的出苗期基本无差异。但各处理出苗率差异较大,秸秆带状覆盖、垄沟集雨、平作起垄及露地平作模式出苗率较高,显著高于其余 4 种栽培模式。覆膜栽培下出苗率普遍较低,但覆膜盖土相对覆膜出苗率较高,可能与覆膜使土壤温度过高,土壤水分散失及保墒性不好有关,而秸秆覆盖有显著的抑蒸保墒及降温作用,可以使马铃薯植株在高效利用水分的同时最大保持土壤水分,提高马铃薯对水分的利用率。同时,高温会导致马铃薯薯块出现烂薯现象,也会影响马铃薯出苗率。而膜上盖土可适当降低土壤温度,出苗率也相对高于纯覆膜栽

培。不同处理出苗时间不同,成熟期也不同,生育期也存在差异。秸秆覆盖处理生育期最短,为 112 d,其次为平作起垄处理,生育期为 114 d,垄沟集雨处理生育期第三,为 119 d,覆膜处理生育期最长,均为 125 d 左右。

2.2 不同栽培模式对冬油菜茬复种马铃薯农艺性状的影响

由表 4 可知,不同栽培模式下,马铃薯的农艺性状存在差异。在株高方面,秸秆覆盖处理株高最高,为 128 cm,显著高于其他处理,其次为平作起垄处理下株高为 126 cm,垄沟集雨处理株高为 125 cm,分别比对照显著提高 17.4%、15.6% 和 14.7%。在茎粗方面,除 T3 和 T4 处理与对照差异不显著外,其他 5 个处理均与对照呈显著差异,其中秸秆覆盖处理模式下茎粗比对照显著增大 20.28%。各处理下马铃薯分枝数基本相差不大,均在 4 个以上。

2.3 不同栽培模式对马铃薯产量和经济效益的影响

不同栽培模式对马铃薯产量的影响如表 5 所示。秸秆覆盖和平作起垄处理的单株结薯数、商品薯质量、商品薯率和折合产量与对照相比呈显著差异。在产量方面,和对照相比,秸秆覆盖处理增产 41.27%,平作起垄处理增产 18.15%,垄沟集雨处理增产 2.00%;而覆膜处理的产量均有所下降,其中垄上白膜处理产量显著下降,减产 22.05%,垄上覆黑膜处理减产 11.07%,垄上白膜覆土和垄上黑膜覆土处理分别减产 9.02% 和 6.28%。

不同栽培模式对马铃薯经济效益的影响如表 6 所示。秸秆覆盖处理的产值最高,可达

表3 不同栽培模式对马铃薯物候期和出苗率的影响

Table 3 Effects of different cultivation patterns on the phenological stage and emergence rate of multiple planted potato

处理 Treatment	物候期 Phenological period				生育期 Growth period/d	出苗率 Emergence rate/%
	播种期 Sowing period	出苗期 Emergence	开花期 Flowering period	收获期 Harvest period		
T1(CK)	06-12	07-03	09-05	10-14	122 b	96 a
T2	06-12	07-03	09-05	10-16	114 c	98 a
T3	06-12	07-03	09-04	10-18	124 a	60 c
T4	06-12	07-03	09-04	10-18	125 a	62 c
T5	06-12	07-03	09-04	10-18	126 a	78 b
T6	06-12	07-03	09-04	10-18	126 a	76 b
T7	06-12	07-05	09-05	10-14	112 c	98 a
T8	06-12	07-05	09-10	10-16	119 b	96 a

注:同列数据后不同的小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between treatments at 0.05 level. The same below.

表4 不同栽培模式对马铃薯农艺性状的影响

Table 4 Effects of different cultivation patterns on potato agronomic characters

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/mm	分枝数 Branching number
T1(CK)	109±1.41 f	7.84±0.11 e	4.1±0.88 a
T2	126±1.56 b	8.32±0.13 b	4.2±0.92 a
T3	123±1.94 c	7.89±0.11 e	4.3±0.94 a
T4	120±2.40 d	7.82±0.12 e	4.2±0.79 a
T5	120±1.89 d	7.99±0.10 d	4.3±0.95 a
T6	118±2.21 e	7.96±0.12 d	4.2±0.63 a
T7	128±2.21 a	9.43±0.12 a	4.5±1.18 a
T8	125±2.16 b	8.11±0.11 c	4.4±0.70 a

1 903.03 元·hm², 相对于对照提高 42%。在纯收益方面, 和对照相比, 秸秆覆盖、平作起垄、垄沟集雨处理分别增加了 98.13%、43.12%和 4.80%; 而垄上黑膜、垄上白膜、垄上黑膜覆土及垄上白膜覆土处理分别下降 37.36%、63.83%、26.37%和 32.88%。这可能是由于复种正值盛夏, 覆膜使土壤温度过高, 不适合苗期植株生长, 影响作物产量, 同时使用地膜造成生产投入增加, 最终导致覆膜栽培收益下降。

2.4 不同栽培模式下马铃薯的出苗率和产量分布

8 种栽培模式下马铃薯的出苗率及产量分布如图 2 所示, 平均出苗率为 83%, 平均单产水平为 1 649.41 kg·667 m²。根据双向平均作图法^[18]可将

表5 不同栽培模式对马铃薯产量的影响

Table 5 Effects of different cultivation patterns on the yield of multicropping potato

处理 Treatment	单株结薯数 Potato number per plant	商品薯质量 Commodity potato weight/kg	商品薯率 Commodity potato rate/%	折合产量 Equivalent yield/(kg·667 m ²)	比 CK+ Higher yield than CK /%
T1(CK)	4.25±0.42 bc	10.07±1.02 cd	86.22±0.40 cd	1 623.03±126.06 c	
T2	5.79±0.63 a	12.60±0.99 b	91.30±1.10 a	1 917.63±97.58 b	18.15 b
T3	3.96±0.13 c	9.46±1.04 de	88.99±0.41 b	1 443.31±93.23 cd	-11.07 f
T4	3.80±0.34 c	7.74±1.07 e	84.96±0.48 d	1 265.22±135.00 d	-22.05 g
T5	4.21±0.28 bc	9.75±0.57 d	89.04±1.47 b	1 521.13±94.71 c	-6.28 d
T6	4.05±0.49 bc	9.04±0.62 de	87.01±1.36 c	1 476.66±152.27 cd	-9.02 e
T7	5.58±0.11 a	15.18±1.28 a	92.00±1.77 a	2 292.81±155.19 a	41.27 a
T8	4.67±0.21 b	11.62±1.01 bc	90.28±0.25 ab	1 655.48±104.10 c	2.00 c

表6 不同栽培模式对马铃薯经济收益的影响

Table 6 Effects of different cultivation modes on economic benefits of multicropping potato

处理 Treatment	折合产量 Equivalent yield/(kg·667 m ²)	产值 Output/(Yuan·667 m ²)	生产投入 Production input/Yuan		纯收益 Net benefits/Yuan	纯收益+ Net benefits +	
			肥料和地膜 Fertilizer and mulch	其他 Others		增加量/元 Increased amount/Yuan	增加率 Increased rate/%
T1(CK)	1 623.03	1 347.11	80	700	567.11		
T2	1 917.63	1 591.63	80	700	811.63	244.52	43.12%
T3	1 443.31	1 197.95	145	700	352.95	-214.16	-37.76%
T4	1 265.22	1 050.13	145	700	205.13	-361.98	-63.83%
T5	1 521.13	1 262.54	145	700	417.54	-149.57	-26.37%
T6	1 476.66	1 225.63	145	700	380.63	-186.48	-32.88%
T7	2 292.81	1 903.03	80	700	1 123.63	556.52	98.13%
T8	1 655.48	1 374.05	80	700	594.05	26.94	4.80%

注: 以当地 9、10 月份马铃薯市场批发价格为准, 整体平均批发价格为 0.83 元·kg⁻¹, 每 667 m² 地膜 65 元, 氮+磷肥 80 元, 零工费及种薯 700 元。

Note: According to the wholesale price of the local potato market in September and October, the overall average wholesale price is 0.83 Yuan·kg⁻¹, 65 Yuan mulch, 80 Yuan nitrogen + phosphate fertilizer and 700 Yuan odd jobs and seed potatoes cost every 667 m².

测试栽培模式分为 4 类, 即位于第 I 象限的表示为高出苗率高产量; 位于第 II 象限则是低出苗率高产量; 位于第 III 象限的是低出苗率低产量; 位于第 IV 象限的

是高出苗率低产量。适合复种的最佳栽培模式应是高出苗率高产量, 即位于第一象限的栽培模式: T7、T2 和 T8 处理, 分别为秸秆带状覆盖、平作起垄和垄

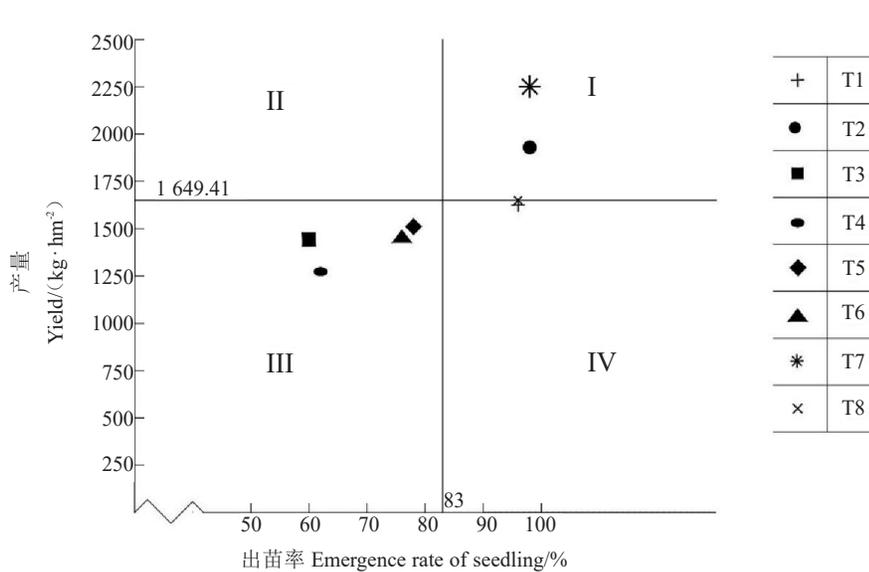


图2 不同栽培模式下马铃薯出苗率及产量分布

Fig. 2 Potato emergence rate and yield distribution under different cultivation modes

沟集雨栽培模式。

3 讨论与结论

栽培模式作为农作物生产的重要技术因素,对农作物的产量和品质具有显著影响,适宜的栽培模式能够有效充分利用当地的自然条件促使农作物生产,同时起到趋利避害的作用^[19]。对于陇东旱塬区复种马铃薯温度高、降水多等主要特点,应该选择一种能够保持土壤透气且降低土壤温度的模式。笔者对复种马铃薯生育期和产量分析总结,发现秸秆带状覆盖、平作起垄、垄沟集雨种植3个栽培模式表现较好,667 m²产量分别为2 292.81、1 917.63、1 655.48 kg,比露地平作分别增产41.27%、18.15%和2.00%,而其他的覆膜种植下马铃薯的产量均低于对照。该结果与春播马铃薯栽培模式的有关研究结论有所不同^[20],可能是播种时期不同导致同一栽培模式出现不同的效果。夏播时太阳光照强度大,温度高,故能够保持低温保水的种植模式更利于马铃薯的生长。与露地平作相比,秸秆覆盖的保墒保水能力极好,同时也透气。而垄沟种植则可有效地利用稀疏降水,通过从垄中收集和保留雨水,并向犁沟中的作物提供水分^[21]。与平地种植相比,垄沟也可降低作物的蒸散量^[22]。但是垄沟覆膜会使土壤温度升高,因此产量低于秸秆带状覆盖和平作起垄。春播时期土壤温度较低,覆膜可保温,使马铃薯提早出苗。而本研究在冬油菜收获后进行夏播,土壤温度较高,若使用地膜会使温度升高和湿度加大,马铃薯病害增加,不利于

马铃薯的薯块膨大,限制了马铃薯产业的绿色高效发展,这与张武等^[23]对复种马铃薯的研究结论相一致。该结果也表明,栽培模式需要根据地域气候特点进行调整变化,不能直接套用,夏播复种马铃薯的栽培模式也不能直接套用春播模式,虽然地域位置一致,但是气候已经从春天到了夏天,栽培模式也应该进行适当调整。

在马铃薯生育前期,覆膜种植对土壤温度的影响较大。覆膜种植的土壤温度高于露地平作,而秸秆覆盖种植的温度处于中间状态,既透气又保温,更适合马铃薯植株的生长。分析原因可能是秸秆带状覆盖既可以保墒,也可以透气,使土壤的温度和湿度均比较适宜,有助于马铃薯的生长。而覆膜则会使温度和湿度过高,不利于复种马铃薯生长。同时,覆膜后农田中的塑料膜难以除尽,残留物会在土壤中存留近10年^[24-25]。汪景宽等^[26]提出地膜覆盖增产是以消耗地力为代价的,膜覆盖降低了有机物料在土壤中的腐解残留率,使土壤肥力、酶活性下降的同时,不可避免地影响到土壤微生物,从而影响土壤肥力和土壤生态系统功能。由此可知,夏播秸秆带状覆盖栽培不仅使马铃薯产量高,且成本低、效益高,对土地的消耗相对覆膜低,比较环保,可作为陇东旱塬地区复种马铃薯栽培模式进行推广应用。

综上所述,与露地平作相比,在7种栽培模式中,秸秆带状覆盖、平作起垄及垄沟集雨种植3种方式更加适合于陇东旱塬区夏季复种马铃薯,且秸秆带状覆盖效果最佳,可为复种马铃薯增产及高效

种植提供保障。

参考文献

- [1] 陈玉珍,唐广彬,马宪新,等.马铃薯块茎发育的四大调控途径[J].作物杂志,2022(4):9-13.
- [2] 张英莺,张俊莲,邢国,等.甘肃省马铃薯产业发展调查[J].甘肃农业科技,2013(4):38-40.
- [3] 陈秀华,王冬冬,李先平,等.组成型表达S-腺苷甲硫氨酸合成酶基因提高转基因马铃薯抗旱耐盐碱性研究[J].东北农业大学学报,2013,44(10):25-32.
- [4] LUTALADIO N, CASTALDI L. Potato: The hidden treasure[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(6): 491-493.
- [5] 雷康宁.陇东旱塬复种玉米、马铃薯光合特性及产量效应研究[D].兰州:甘肃农业大学,2015.
- [6] 杨滨娟,黄国勤,陈洪俊,等.稻田复种轮作模式的生态经济效益综合评价[J].中国生态农业学报,2016,24(1):112-120.
- [7] 王田利.陇东麦茬复种蔬菜技术集成[J].西北园艺(蔬菜),2016(7):5-8.
- [8] 雷康宁,牛俊义,孙小花.陇东旱塬油菜茬复种不同玉米品种的光合生理特性及产量的比较[J].甘肃农业大学学报,2016,51(1):49-54.
- [9] KEESSTRA S D, RODRIGO-COMINO J, NOVARA A, et al. Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain: An assessment using rainfall simulation experiments[J]. Catena, 2019, 174:95-103.
- [10] WANG J, GHIMIRE R, FU X, et al. Straw mulching increases precipitation storage rather than water use efficiency and dryland winter wheat yield[J]. Agricultural Water Management, 2018, 206:95-101.
- [11] RAHMA A E, WANG W, TANG Z J, et al. Straw mulch can induce greater soil losses from loess slopes than no mulch under extreme rainfall conditions[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2017, 232:141-151.
- [12] 杨志楠,黄金文,韩凡香,等.秸秆带状覆盖对西北雨养区马铃薯农田土壤温度及产量的影响[J].作物杂志,2022(1):196-204.
- [13] KADE, M. A, SENGE, M. MOJID, et al. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment[J]. Soil and Tillage Research, 2017, 168:155-166.
- [14] MARTÍN-CLOSAS L, COSTA J, PELACHO A M. Agro-economic effects of biodegradable films on crop and field environment[M]//MALLNCONICO M. Soil degradable bioplastics for a sustainable modern agriculture, Berlin: Springer, 2017: 67-104.
- [15] 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.
- [16] WANG Y M, CHEN S Y, SUN H Y, et al. Effects of different cultivation practices on soil temperature and wheat spike differentiation[J]. Cereal Research Communications, 2009, 37(4): 575-584.
- [17] 钱玉平,田慧慧,程宏波,等.秸秆覆盖及播种方式对马铃薯耗水特性和产量的影响[J].中国生态农业学报,2020,28(6): 826-834.
- [18] 王克如,李少昆,王延波,等.辽宁中部适宜机械粒收玉米品种的筛选[J].作物杂志,2018(3):97-102.
- [19] 张仁和,胡富亮,杨晓钦,等.不同栽培模式对旱地春玉米光合特性和水分利用率的影响[J].作物学报,2013,39(9): 1619-1627.
- [20] 达娃普尺.不同栽培模式对马铃薯农田土壤温度、生物性状及产量的影响[J].土壤与作物,2020,9(3):271-276.
- [21] ZHOU L M, LI F M, JIN S L, et al. How two ridges and the furrows mulched with plastic film affect soil water: Soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China[J]. Field Crops Research, 2009, 113(1):41-47.
- [22] LI L L. Accumulation and distribution of dry matter and grain filling of spring wheat postanthesis under supplementary irrigation catchments rainfall[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2005, 19(4):173-177.
- [23] 张武,吕和平,文国宏,等.建立陇东旱塬夏播(复种)马铃薯生产基地刍议[J].甘肃农业科技,2020(10):78-82.
- [24] BRIASSOULIS D, BABOU E, HISKAKIS M, et al. Analysis of long-term degradation behaviour of polyethylene mulching films with pro-oxidants under real cultivation and soil burial conditions[J]. Environmental Science Pollution Research, 2015, 22(4):2584-2598.
- [25] RAMOS L, BERENSTEIN G, HUGHES E A, et al. Polyethylene film incorporation into the horticultural soil of small periurban production units in Argentina[J]. Science of the Total Environment, 2015, 523:74-81.
- [26] 汪景宽,彭涛,张旭东,等.地膜覆盖对土壤主要酶活性的影响[J].沈阳农业大学学报,1997(3):45-48.