

栽培模式对旱地嫁接西瓜生长、产量和品质的影响

白玉龙,马忠明*,薛 亮

(1. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 为探索黄土高原地区嫁接西瓜的优质高效栽培模式, 设计了全覆膜垄上播种(RM)、全覆膜垄上开沟播种(GM)、全覆膜垄沟播种(TG)、半覆膜垄上开沟播种(GH)、半覆膜垄上播种沟覆草(RS)和半覆膜垄上播种(RH, 对照)6 种栽培模式, 分析了不同栽培模式对西瓜生长、产量和品质的影响。结果表明, 西瓜蔓长、叶绿素含量以处理 GM 最优, 各生育期均显著高于处理 RH, 较其它处理也有一定优势; 光合速率、蒸腾速率、叶片水分利用率以处理 RM、GM 最高, 均显著高于对照 RH; 西瓜产量以处理 GM 最高, 较对照 RH 增加 14.48%; 可溶性固形物含量 GM 显著高于处理 RM, 与其它处理差异不显著。硝酸盐含量处理 RS 和对照 RH 显著低于其它处理。酸度指标各处理间差异不显著。处理 GM 在生长和产量指标上均明显优于对照 RH 及处理 GH 和 TG, 与处理 RM 和 RS 相比也有一定优势。全覆膜垄上开沟播种是适宜黄土高原旱地农业区嫁接西瓜生产的栽培模式。

关键词: 西瓜; 嫁接; 栽培模式; 光合速率; 产量; 品质

中图分类号: S651; S604+.7 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2013)06-0039-05

Effects of cultivation practices on growth, yield and quality of dryland grafted watermelon

BAI Yu-long, MA Zhong-ming*, XUE Liang

(Gansu Academy of Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: In order to improve the quality and production efficiency of grafted watermelon in loess plateau region, six treatments including covered ridge sowing (RM), covered ridge-ditching sowing (GM), covered ditch sowing (TG), half-covered ridge sowing (RH), half-covered ridge-ditching sowing (GH), half-covered and ditch grass covered ridge cowing (RS) was conducted. And the parameters of watermelon growth, yield and quality were measured. The results showed that the GM vines length and chlorophyll content were significantly higher than the control treatment RH. Photosynthetic rate, transpiration rate, leaf water use efficiency were highest for the RM treatment, whereas the differences between GM and RM was not significant. In addition, GM and RM performed better than RH. Yield of GM was 14.48% higher than that of RH. Soluble solids content of GM is significantly higher than RM, while no significant difference existed for other treatment. Nitrate content of RS and RH was significantly lower than the other treatments. Acidity indicators showed no marked difference among treatments. Our findings suggest that covered ridge-ditching sowing is the alternative approach to grafted watermelon production in the dry areas of loess plateau.

Keywords: watermelon; graft; cultivation modes; photosynthetic rate; yield; quality

黄土高原地区是我国重要的农业区, 这一地区的气候条件具有降水少而集中, 日照长而蒸发强烈^[1]等特性, 垄作覆膜栽培具有集水保墒、增温保温^[2]等作用, 是黄土高原地区主要的栽培模式。近年来, 本地区西瓜种植规模逐年上升, 成为提高当地农民收入的有力增长点。采用西瓜嫁接苗栽培与传统直播和苗圃育苗移栽相比具有解决重茬障碍、预防枯萎病以提高产量^[3-4]等特性, 所以研究黄土高

原地区不同栽培模式下嫁接西瓜的生长特性和产量效益具有重要意义。

垄作覆膜作为一种在干旱地区行之有效的栽培方式, 在生产中被广泛应用。近年来研究表明垄作覆膜可增加作物叶面积系数、光合势、净同化率、光能利用率、气孔导度、蒸腾速率、干物质积累等重要生理指标从而提高产量^[5-6]。秦学^[7]等证实覆膜栽培的玉米幼苗的叶绿素含量和光合速率高于覆草和

收稿日期: 2013-06-07

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-26-20)

作者简介: 白玉龙(1987—), 男, 甘肃庆阳人, 在读硕士, 研究方向为作物栽培与耕作学。E-mail: bylone@qq.com。

* 通信作者: 马忠明, 男, 研究员, 硕士生导师, 主要从事保护性农业、节水农业研究。E-mail: mazhming@163.com。

无覆盖栽培。孙继颖^[8]等对不同覆膜面积栽培大豆生理特性研究发现,60%覆膜宽行覆膜大豆的叶片相对水含量、叶绿素含量等指标均优于 40%覆膜窄行覆膜栽培处理。西瓜嫁接栽培是解决重茬障碍、预防枯萎病以及提高产量的一项重要措施,各类型抗枯萎病砧木嫁接西瓜苗的叶绿素含量、叶片数、叶面积、净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和胞间 CO_2 浓度(C_i)等均比自根西瓜显著提高^[9-10]。

以往的研究中,关于嫁接西瓜的报道多集中于不同砧木嫁接效果的研究和嫁接对西瓜某一特性的影响^[11-12],对嫁接西瓜生产实践配套技术研究较少,与旱地集雨栽培模式结合种植未见报道。本文以不同垄作覆膜栽培模式结合西瓜嫁接育苗技术,探索不同栽培模式下嫁接西瓜生理生长情况和产量品质效应,旨在为当地西瓜生产提供技术指导。

1 试验设计与方法

1.1 试验区基本概况

试验于 2012 年在甘肃省庆阳市宁县太昌乡(35°39'N,107°77'E)进行,试验地属典型黄土高原气候区,海拔 1 345 m,年均气温 8.7℃,年日照 2 375

h,年降水量 410~590 mm,主要集中在 7—9 月。试验地为覆盖黑垆土,表层 0~20 cm 土壤有机质含量 16.53 g·kg⁻¹,全氮含量 0.90 g·kg⁻¹,速效磷含量 15.58 mg·kg⁻¹,速效钾含量 137.0 mg·kg⁻¹。

1.2 试验设计

试验采用随机区组排列,共设 6 个处理(表 1),分别为全膜垄播(RM)、全膜垄上沟播(GM)、全膜沟播(TG)、半膜垄播(RH)、半膜垄上沟播(GH)和半膜垄播沟覆草(RS),试验各处理起垄方式如图 1 所示,3 次重复。起垄后垄宽 1 m,垄间距 1.3 m,垄上沟播处理中,集水沟宽 20 cm,深 10 cm。试验施肥为纯 N 180 kg·hm⁻²,P₂O₅ 220 kg·hm⁻²,K₂O 347 kg·hm⁻²,磷钾肥和 50%氮肥作基肥在起垄时条施于地面,在伸蔓期和座果期分别垄侧打孔追施其余的 25%氮肥,小区面积 36 m²。于 2012 年 6 月 2 日移栽定植嫁接西瓜苗,8 月 25 日收获。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 西瓜生长情况

主蔓长:每小区随机选取 5 株西瓜植株,在抽蔓期、结果期和成熟期测定主蔓长。

表 1 不同栽培处理模式

Table 1 Different cultivation practices conducted in this study.

处理 Treatment	名称 Name	起垄方式 Furrow-ridge modes	覆膜方式 Plastic film mulching modes	种植方式 Planting modes
RM	全覆膜垄上播种 Covered ridge sowing	普通拱形垄 Conventional furrow	全地面覆盖 Covered all ground	垄上播种 Planting on the ridge
GM	全覆膜垄上开沟播种 Covered ridge-ditching sowing	垄上开集水沟 Furrow of water harvesting	全地面覆盖 Covered all ground	集水沟播种 Planting in the water harvesting furrow
TG	全覆膜垄沟播种 Covered ditch cowing	普通拱形垄 Conventional furrow	全地面覆盖 Covered all ground	垄沟播种 Planting in the ditch
GH	半覆膜垄上开沟播种 Half-covered ridge-ditching sowing	垄上开集水沟 Furrow of water harvesting	垄上覆膜垄沟无覆盖 Covered ridge and furrow no-covered	集水沟播种 Planting in the water harvesting furrow
RS	半覆膜垄上播种沟覆草 Half-covered and ditch grass covered ridge sowing	普通拱形垄 Conventional furrow	垄上覆膜垄沟覆草 Covered ridge and furrow grass covered	垄上播种 Planting on the ridge
RH(CK)	半覆膜垄上播种 Half-covered ridge cowing	普通拱形垄 Conventional furrow	垄上覆膜垄沟无覆盖 Covered ridge and furrow no-covered	垄上播种 Planting on the ridge

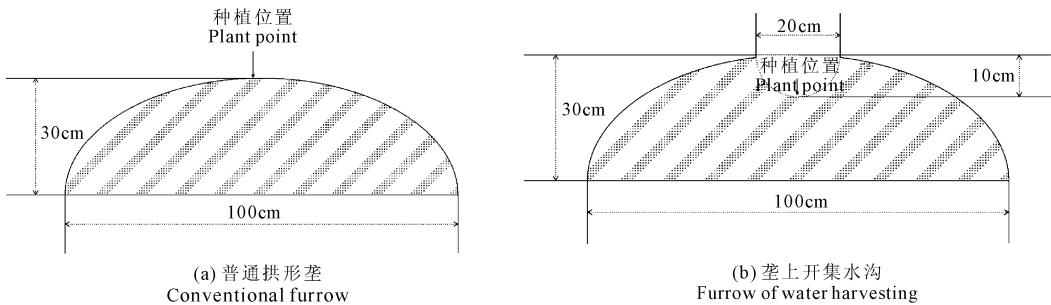


图 1 起垄方法示意图

Fig.1 Diagram showing the furrow and ridge mode

叶绿素:每小区随机选 5 株,在抽蔓期、结果期和成熟期使用 SPAD – 502 叶绿素计测定留瓜节位附近功能叶的叶绿素含量。

光合效应:每小区随机选取 5 株西瓜植株,在抽蔓期、结果期使用 Lci 便携式光合仪测定留瓜节位附近功能叶光合速率、蒸腾速率并计算叶片水分利用效率($WUE = P_n / Tr$)。

1.3.2 产量和品质 西瓜收获后,每小区随机选 10 个瓜记录单瓜重,然后计算产量。手持式折光仪测定可溶性固形物含量,pH 计测定有效酸度。

1.3.3 数据处理与分析 采用 Excel 及 SPSS 18 进行数据处理与统计分析,不同变量之间的显著性检验采用单因子方差分析和邓肯法(Duncan)。

2 结果与分析

2.1 不同栽培模式对嫁接西瓜蔓长的影响

由表 2 可知,在西瓜生长发育前期,由于不同起垄覆膜方式导致处理间水分温度状况各不相同,西瓜瓜蔓生长情况差异显著。在伸蔓期由于刚刚移栽,幼苗根系吸水能力弱,全覆膜且种植于垄沟和垄上集水沟的处理 GM 和 TG 瓜蔓长高于其它处理,其中 GM 较其它处理相比差异达到显著水平,比对照处理 RH 高出 58.06%。在结果期,处理 GM 瓜蔓长显著高于其它处理,处理 RM、TG、GH 瓜蔓长显著高于对照处理 RH,处理 RS 蔓长与对照处理 RH 相比差异不显著,处理 RM、GM、TG、GH 瓜蔓长分别较 RH 增加 21.50%、30.37%、20.09%、16.35%。西瓜收获后测量,处理 RM、GM 的瓜蔓长与其它处理相比差异显著,处理 TG、RS 瓜蔓长显著高于对照处理 RH,处理 GH 与 RH 差异不显著,RM、GM、TG、RS

的瓜蔓长分别较对照 RH 增加 11.42%、10.49%、7.09%、7.72%。

表 2 不同处理下各时期蔓长

Table 2 Vines length of the growth period under different treatment

处理 Treatment	伸蔓期 Vining /cm	结果期 Fruiting /cm	成熟期 Maturing /cm
RM	66b	260ab	361a
GM	98a	279a	358a
TG	81ab	257ab	347b
GH	73b	249b	336c
RS	66b	236bc	349ab
RH(CK)	62b	214c	324c

注:同一列中相同字母代表在 5%水平上差异不显著,不同字母代表差异显著。下同。

Note: Different letter in the same column indicates significant at 5% level. The same as below.

2.2 不同栽培模式下嫁接西瓜的光合效应

由表 3 可知,不同时期西瓜的光合速率变化明显,伸蔓期植株处于营养生长的旺盛时期,光合速率普遍高于结果期。不同处理间光合速率差异显著,伸蔓期处理 RM、GM、RS 光合速率均显著高于其它处理,处理 GH 与对照处理 RH 相比差异不显著,处理 TG 光合速率显著低于对照处理 RH;处理 RM、GM、RS 的光合速率分别较对照处理 RH 提高 32.09%、23.83%、27.80%。在结果期,植株营养生长已经结束,各处理光合速率较伸蔓期有较大幅度的下降。处理 RM、GM、TG、RS 光合速率显著高于对照处理 RH,处理 GH 与对照处理相比差异不显著。在结果期处理 RM、GM、TG、RS 的光合速率分别较对照处理 RH 提高 45.45%、28.70%、23.64%、25.58%。

表 3 不同处理下各时期的光合速率、蒸腾速率和叶片水分利用率

Table 3 The photosynthetic rate, transpiration rate and leaf water use efficiency of vining and fruiting stage for the six treatments

处理 Treatment	光合速率/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$ Photosynthetic rate		蒸腾速率/ $(\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$ Transpiration rate		叶片水分利用率/% Leaf water use efficiency	
	伸蔓期 Vining	结果期 Fruiting	伸蔓期 Vining	结果期 Fruiting	伸蔓期 Vining	结果期 Fruiting
RM	20.62a	11.20a	7.43a	5.16a	2.77 a	2.17a
GM	19.33a	9.91a	6.95ab	4.70a	2.78 a	2.11a
TG	13.68c	9.52a	5.56c	4.23b	2.46 b	2.25a
GH	15.11b	7.42b	6.36b	4.01b	2.38 b	1.85c
RS	19.95a	9.67a	7.25a	4.91a	2.75 a	1.97b
RH(CK)	15.61b	7.70b	5.76c	3.87b	2.71 a	1.99b

蒸腾速率的对比结果与光合速率对比结果类似,伸蔓期植株蒸腾速率较高。在各个时期不同处理的蒸腾速率差异显著,伸蔓期处理 RM 和 RS 的蒸

腾速率显著高于其它处理,处理 GM、GH 蒸腾速率显著高于对照处理 RH,处理 TG 与对照处理 RH 相比差异不显著。伸蔓期处理 RM、GM、GH、RS 的蒸

腾速率分别比处理 RH 提高 28.99%、20.66%、10.42%、25.00%。在结果期,处理 RM、GM、RS 蒸腾速率显著高于其它处理,处理 TG、GH 与对照处理 RH 相比差异不显著。结果期处理 RM、GM、RS 蒸腾速率分别较对照处理 RH 提高 33.33%、21.45%、26.87%。

作物叶片水分利用率是指作物光合作用同化的二氧化碳与蒸腾消耗的水分之比,是衡量植物耗水量和物质生产量之间关系的重要参数。由表 3 可知,伸蔓期处理 RM、GM、RS 与对照处理 RH 叶片水分利用率差异不显著,TG 和 GH 叶片水分利用率显著低于 RH,分别较 RH 低 9.22%和 12.17%。在结果期,处理 RM、GM、TG 叶片水分利用率显著高于其它处理,处理 RS 与对照处理 RH 相比差异不显著,处理 GH 叶片水分利用率显著低于对照处理 RH。结果期处理 RM、GM、TG 叶片水分利用率分别较对照处理 RH 高 9.05%、6.03%、13.07%。

2.3 不同栽培模式下嫁接西瓜的叶绿素含量

从各处理不同生育时期的叶绿素(表 4)含量可以看出,随着生育期的推进,西瓜叶片的叶绿素含量逐渐降低,伸蔓期最高,成熟期最低,对照 RH 在伸蔓期的叶绿素含量是成熟期的 140%。不同处理间叶绿素含量差异显著,伸蔓期处理 RM、GM 的叶绿素含量显著高于其它处理,分别比处理 RH 高 12.72%、15.46%,处理 TG、GH、RS 与对照相比差异不显著。在结果期,处理 GM、TG 的叶绿素含量显著高于其它处理,分别比对照 RH 高 10.23%、9.55%,处理 RM、GH、RS 与对照相比差异不显著。在成熟期,处理 RM、GM、RS 叶绿素含量显著高于其它处

理,分别比对照 RH 高 5.51%、9.64%、6.61%,处理 TG 与对照相比差异不显著,处理 GH 叶绿素含量显著低于对照 RH。

表 4 不同处理下各时期的叶绿素含量

Table 4 The chlorophyll content of the vining, fruiting, and mature stage for the six treatments

处理 Treatment	伸蔓期 Vining (SPAD)	结果期 Fruiting (SPAD)	成熟期 Maturing (SPAD)
RM	57.6a	45.7b	38.3a
GM	59.0a	48.5a	39.8a
TG	54.5ab	48.2a	34.3b
GH	51.2b	47.1ab	32.5c
RS	55.8ab	47.7ab	38.7a
RH(CK)	51.1b	44.0b	36.3b

2.4 不同栽培模式下嫁接西瓜的产量和品质

由表 5 可知,不同栽培模式的处理间产量差异明显,全地面覆盖且垄上种植的处理 RM、GM、RS 产量与单瓜重显著高于垄沟种植和半地面覆盖的处理,最终产量分别较对照处理 RH 高出 10.26%、14.48%、13.90%,处理 TG、GH 与对照相比产量差异不显著。可溶性固形物含量对比中,处理 GM 与 RM 差异显著,与其它处理存在差异但不显著,处理 GM 较处理 RM 可溶性固形物含量高 7.27%。硝酸盐含量对比中,处理 RM、GM、TG、GH 与对照处理 RH 差异显著,硝酸盐含量分别较处理 RH 高 26.69%、29.13%、25.15%、24.37%。各处间酸度差异不显著,说明不同栽培模式对西瓜酸度影响不明显。

表 5 不同处理下西瓜的产量与品质

Table 5 The yield and quality of watermelon for the six treatments

处理 Treatment	单瓜重 Average fruit weight /kg	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)	可溶性固形物 Soluble solid content /%	硝酸盐 Nitrate /(mg·kg ⁻¹)	有效酸度 Effective acid (pH)
RM	3.16a	28879.69a	8.94b	84.54a	5.75
GM	3.28a	29985.31a	9.59a	86.17a	5.81
TG	2.74b	25029.06b	9.33ab	83.51a	5.78
GH	2.68b	24476.25b	9.24ab	82.99a	5.82
RS	3.26a	29832.81a	9.34ab	63.81b	5.74
RH(CK)	2.86b	26191.88b	9.33ab	66.73b	5.84

3 讨 论

土壤水分和地面温度对西瓜生长影响密切^[13]。本试验采用不同的起垄覆膜、覆草方式,改变了西瓜生长的水热条件^[14],结果证明栽培方式对西瓜生理

生长和产量品质影响显著。

试验中嫁接西瓜移栽后至伸蔓期正处于当地旱季,移栽后的嫁接西瓜苗可能面临水分胁迫,这一时期全覆膜处理 RM、GM 和垄上覆膜垄沟覆草处理 RS 的水分状况更优,所以对西瓜植株的蔓长、光合作用

用、叶绿素含量均产生有利影响。西瓜结果期至收获期自然降水增多,水分胁迫缓解,垄面集雨垄沟种植的处理 TG 与对照 RH 相比生长势更强,各项生理指标与 RH 差异达到显著水平,但与垄上种植的处理 RM、GM、RS 相比,TG 的光合速率、叶绿素含量依然较低。而王同花^[15]、白秀梅^[16]等人试验表明,起垄覆膜栽培模式中,不同地面位置的温度对比为:覆膜垄上>覆膜垄沟>无覆盖。所以这种情况的出现可能与垄沟种植处理 TG 地面温度较低有关。

不同栽培模式下嫁接西瓜产量与各处理生理生长情况关系密切,生理生长情况较好的处理 RM、GM、RS 产量相比其它处理差异显著。前人研究表明覆膜能提高西瓜的可溶性固形物含量,对维生素 C、粗纤维和有效酸含量受覆膜方式的影响较小^[17]。但在本试验中,不同栽培模式下嫁接西瓜的品质指标并无明显规律,还有待进一步的深入研究。

4 结 论

不同栽培模式下嫁接西瓜的生理生长情况和产量效应存在明显差异,处理 GM 在生理生长和产量指标上均明显优于处理 RH、GH 和 TG,与处理 RM 和 RS 相比也存在一定优势,所以认为全覆膜垄上开沟播种是适宜黄土高原旱地农业区嫁接西瓜生产的栽培模式。

参 考 文 献:

[1] Li Fengrui, Zhao Songling, Geballe G T. Water use patterns and agromomic performance for some cropping systems with and without fallow crops in a semi-arid environment of northwest China[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000,79:129-142.

[2] 王同朝,王 燕,卫 丽,等.作物垄作栽培法研究进展[J].河南农业大学报,2005,39(4):377-382.

[3] 刘明锵,何铁柱.不同砧木嫁接西瓜果重、可溶性固形物含量、产籽量及相关的影响[J].中国西瓜甜瓜,1991,(1):15-17.

[4] 郑高飞,刘崇怀.西瓜砧木及嫁接栽培研究概况[J].长江蔬菜,1996,(11):1-3.

[5] 李洪勋,吴伯志.地膜覆盖对玉米生理指标的影响研究综述[J].玉米科学,2004,12(增刊):66-69.

[6] 杨俊峰,龚月桦,李生秀.旱地小麦覆膜的生理生态效应研究进展[J].陕西农业科学,2009,(5):79-82.

[7] 秦 学,曹翠玲,郑险峰,等.不同种植模式对玉米幼苗某些生理特性及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2005,13(3):96-99.

[8] 孙继颖,高聚林,王志刚,等.不同覆膜方式对旱作大豆生理特性及水分利用效率的影响[J].大豆科学,2008,27(2):251-254.

[9] 王日升,张 曼,李立志,等.嫁接对西瓜抗性和品质的影响及其机理研究进展[J].长江蔬菜(学术版),2011,(24):1-5.

[10] 徐胜利,陈小青,陈青云.嫁接西瓜植株的生理特性及其抗枯萎病能力[J].中国农学通报,2004,20(2):149-150.

[11] 邹文武,胡美华,汪炳良,等.砧木对嫁接西瓜生长、前期产量及品质的影响[J].浙江农业科学,2010,(4):746-749.

[12] 孟文慧,张 显,罗 婷.嫁接砧木对西瓜果实糖分积累及蔗糖代谢相关酶活性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2009,37(3):127-132.

[13] 杜军志,张会梅,杨绒会.环境条件对西瓜生长发育的影响[J].中国西瓜甜瓜,2004,(5):15-17.

[14] Kayombo B, Hatibu N, Mahoo H F. Effect of micro-catchment rain water harvesting on yield of maize in a semi-arid area[J]. Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions, 2004:29-40.

[15] 王同花,李援农.起垄覆膜沟播对冬小麦土壤水分利用效率及土壤温度的影响[J].中国农村水利水电,2011,(1):46-49.

[16] 白秀梅,卫正新,郭汉清,等.旱地起垄覆膜微集水种植技术的生态效应研究[J].耕作与栽培,2006,(1):8-9,48.

[17] 马忠明,杜少平,薛 亮.不同覆膜方式对旱砂田土壤水热效应及西瓜生长的影响[J].生态学报,2011,31(5):1295-1302.

(上接第 38 页)

参 考 文 献:

[1] 董宛麟,张立祯,于 洋,等.农林间作生态系统的资源利用研究进展[J].中国农业大学学报,2011,27(28):1-8.

[2] Pinto L S, Perfecto I, Hernandez J C, et al. Shade effect on coffee production at the northern tzeltal zone of the state of chiapas, mexico [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2000,80:61-69.

[3] 杨 波,龚 鹏,车玉红,等.扁桃棉花间作对棉花产量的影响[J].中国农学通报,2009,25(17):93-97.

[4] 宋锋惠,吴正保,史彦江.枣棉间作对棉花产量和光环境的影响[J].新疆农业科学,2011,48(9):1624-1628.

[5] 陈高安,潘存德,王伟伟,等.间作条件下杏树吸收根空间分布特征[J].新疆农业科学,2011,48(5):821-825.

[6] 王 娟,韩登武,任 岗,等.SPAD 值与棉花叶绿素和含氮量关系的研究[J].新疆农业科学,2006,43(3):167-170.

[7] 魏红国,王 飞,张巨松,等.杏棉间作对棉花产量及其构成因素的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(4):214-218.

[8] Thevathasan N V, Gordon A M. Ecology of tree intercropping systems in the north temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada[J]. Agroforestry Systems, 2004,61:257-268.

[9] 史彦江,俞 涛,哈地尔·依沙克,等.枣粮(棉)间作系统枣树根系空间分布特征[J].东北林业大学学报,2011,39(10):59-64.

[10] 段云佳,敬 碧,张巨松,等.枣棉间作下不同种植密度对棉花生理特性及产量的影响[J].新疆农业科学,2011,48(8):1373-1378.

[11] 刘瑞显,史 伟,徐立华,等.种植密度对棉花干物质、氮素累积与分配的影响[J].江苏农业学报,2011,27(2):250-257.

[12] 郭仁松,刘 盼,张巨松,等.南疆超高产棉花光合物质生产与分配关系的研究[J].棉花学报,2010,22(5):471-478.