

滴灌春小麦生长发育与水分利用效率的研究

蒋桂英¹, 魏建军², 刘萍¹, 刘建国^{1*}, 林茹

(1. 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 石河子大学, 新疆 石河子 832003;

2. 新疆农垦科学院作物所, 新疆 石河子 832003)

摘要: 试验于2009—2010在石河子大学试验站进行, 设置了滴灌和漫灌两种灌溉方式, 滴灌又设置了一管四行和一管六行两种滴灌带布置方式, 目的在于分析不同灌溉方式及不同毛管布置方式对滴灌小麦生长发育及水分利用率等方面的影响。结果表明: 滴灌与传统漫灌相比, 株高、叶绿素含量、根系活力增加, 叶绿素后期下降缓慢, 滴灌可降低小麦干物质在营养器官中的分配率, 促进干物质向籽粒中分配, 防止后期叶片早衰; 滴灌比漫灌相比灌水量降低了25%, 产量平均增加14.4%, 水分利用效率提高35.4%。滴灌小麦实行一管四行毛管布置与一管六行相比受水均匀, 不同边行间植株生长差异小, 产量及水分利用效率均比一管六行高。

关键词: 春小麦; 滴灌; 毛管布置; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S275.6; S512.1*2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)06-0050-05

滴灌是一项高效节水的灌溉技术, 在国内外已得到广泛应用^[1-5]。但就其服务对象而言, 主要应用在果树、蔬菜、棉花、瓜等经济效益较高的作物上^[6-11], 对小麦、玉米等作物采用滴灌灌溉的例子极少。新疆生产建设兵团农八师近几年研究应用滴灌种植小麦取得了成功, 开创了我国大面积应用滴灌技术种植小麦的先例, 2009年, 农八师148团10.6 hm²滴灌春小麦单产实收12 090 kg/hm², 创造了大陆性气候干旱半干旱平原地区大面积小麦生产的全国高产纪录^[12]。用滴灌的方式种植棉花^[13]、加工番茄^[14]等中耕作物, 在生产上已积累了许多经验, 从各方面进行了大量理论研究, 但在密植作物小麦方面虽然在生产中创造了高产, 但高产的重演性不足, 理论研究滞后于生产, 对滴灌小麦需水规律、不同水分处理对小麦生长、根系发育等方面前人虽然已做了研究^[15-17], 但研究内容还不能满足生产需要, 特别是对滴灌小麦田间毛管布置、生长发育规律及增产机理等方面均缺乏深入了解。因此针对上述问题对春小麦的滴灌节水栽培生理进行研究, 揭示滴灌小麦生长发育、节水机理及产量形成规律, 为小麦高产、优质和高效生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2009—2010年在石河子大学农学院实

验站进行。试验区土壤为壤土, 耕层土壤基础养分全氮0.75 g/kg, 速效磷(P₂O₅)33.4 mg/kg, 速效钾(K₂O)181.8 mg/kg, 碱解氮58.4 mg/kg, pH值7.8, 土壤有机质11.21 g/kg。

试验设置滴灌和漫灌两种灌溉方式, 在文中分别表示为滴灌(D)、漫灌(M)。滴灌设一管六行和一管四行两种毛管布置方式(一管六行即6行小麦1条滴灌带, 行距为15 cm。滴灌带幅宽为90 cm, 毛管铺设在6行小麦中间, 滴灌带每边3行小麦分别定义为边1行(D-A1)、边2行(D-A2)、边3行(D-A3)。一管四行即4行小麦1条滴灌带, 行距为15 cm, 滴灌带幅宽为60 cm, 毛管铺设在4行小麦中间, 滴灌带每边2行小麦分别定义为边1行(D-B1)、边2行(D-B2)。小区面积3.6 m×8 m, 重复3次, 春麦品种为新春6号, 3月25日播种, 小麦水肥管理与生产中大田管理一致, 生育期滴灌灌水量4 500 m³/hm², 漫灌灌水量6 000 m³/hm², 7月3日收获。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 株高 自小麦拔节起每隔7天测定1次株高直至小麦成熟, 各处理测20株。

1.2.2 干物质积累 在小麦不同生育期, 按对角线取样法每小区取有代表性的10株麦苗, 将植株分为叶、茎鞘、穗三部分, 分装于牛皮纸袋, 于105℃杀青1 h, 并于75℃下烘干至恒质量, 用千分之一天平称干物质质量。

收稿日期: 2012-06-23

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAD29B06); 石河子大学重大科技攻关(gxjs2010-zdgg03-01); 石河子大学高层次人才项目(RCZX200812); 人力资源与社会保障部留学回国人员科技活动项目(2010LX006)

作者简介: 蒋桂英(1967—), 女, 新疆石河子人, 副教授, 博士, 主要从事作物高产生理生态研究。E-mail: jgy67@126.com。

* 通信作者: 刘建国(1968—), 男, 山东济宁人, 博士, 教授, 主要从事农田生态环境与农作制度研究。E-mail: l-jianguo@126.com。

1.2.3 根系活力 于抽穗期,连续取 10 株长势基本一致的麦苗,将根洗净后用滤纸吸干水分,取根系的根尖部,充分混匀后称取 0.5 g,一式三份,按 TTC 法测定麦苗根系活力。

1.2.4 叶绿素含量(SPAD 值) 在小麦不同生育期,按对角线取样法每小区取有代表性的 20 株麦苗,用湿毛巾擦干净最上部展开叶,用叶绿素计(Minolta SPAD 502)测定叶绿素含量。

1.2.5 测产、考种 在收获前按小区选取典型样品进行室内考种,每小区测 30 株(自滴灌带起第一行、第二行、第三行各 10 株)。成熟后按小区收获,单打单收,并计产。室内考种指标有:株高、穗长、总小穗数、穗干重、穗粒数、穗粒重、千粒重等。

1.3 数据处理

数据处理与分析方法用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据计算和作图,用 DPS7.05 统计分析软件进行数据差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 滴灌对小麦生育期及株高的影响

从表 1 不同灌溉方式对小麦生育期影响看,滴

灌与漫灌两种灌溉方式对春小麦生育期没有影响,全生育期为 99 ~ 100 d。滴灌与漫灌相比滴灌小麦植株高度整个生育期均高于漫灌,滴灌平均高度为 83.4 cm,漫灌高度为 78.2 cm。滴灌条件下不同毛管布置由于滴灌带幅宽不同,对小麦生长发育有一定影响(见图 1),水分的“就近分配”使受水量较多靠近滴灌带的边行植株主茎生长量大于边行,出现靠近滴灌带行高,远离滴灌带行低的现象。在小麦生长前期尤其明显,其中一管六行处理 D - A1、D - A3 株高相差 4.3 ~ 10.4 cm,一管四行处理 D - B1、D - B2 相差 1.5 ~ 2.6 cm。在灌浆期一管六行 D - A1 比 D - A2 平均株高增加 2.67 cm, D - A1 比 D - A3 增加 3.81 cm,一管四行 D - B1 比 D - B2,平均株高增加 0.9 cm。数据显示水分的“就近分配”使不同毛管布置小麦在前期行与行之间株高差距大于后期,后期的差距明显减小,甚至趋于一致。并且,靠近滴灌带行叶片发黄,后期逐渐缓解。一管六行滴灌小麦水分的“就近分配”现象尤其明显,其最边行小麦生长受抑制较明显。

表 1 不同灌溉方式对春小麦生育期影响

Table 1 Growth period variation of wheat in different treatments

灌溉方式 Treatments	播种 - 出苗 Sowing - jointing	出苗 - 拔节 Emergence - jointing	拔节 - 抽穗 Jointing - tasselling	抽穗 - 乳熟 Tasselling - filling	乳熟 - 成熟 Filling - maturity	生育期 Growth period	
D	日期 Date(m-d)	03-25—04-03	04-04—04-30	05-01—05-23	05-24—06-15	06-16—07-03	100
	天数 Days/d	9	27	23	23	18	
M	日期 Date(m-d)	03-25—04-03	04-04—04-28	04-29—05-24	05-25—06-15	06-16—07-04	99
	天数 Days/d	9	25	25	21	19	

注:D代表滴灌,M代表漫灌。 Note: D stands for dripping irrigation, and M for flooding irrigation.

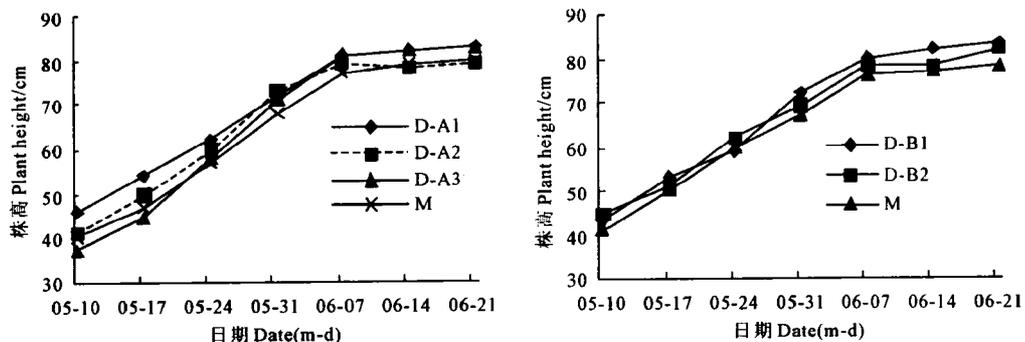


图 1 不同灌溉方式及毛管布置对春小麦株高的影响

Fig.1 Plant height variation of wheat in different treatments

2.2 不同灌溉方式对小麦叶绿素相对含量的影响

叶绿素含量一般作为植物营养胁迫、光合作用能力大小和发展、衰老各阶段的良好指示剂。不同处理从灌浆期至开花期 SPAD 值逐渐增加,开花期

后下降明显。漫灌与滴灌相比开花前叶绿素相对含量差异不大,但开花后漫灌 SPAD 值下降较快,其灌浆期及成熟期 SPAD 值比开花期降低 17.5% 和 40.4%,而同期滴灌平均仅下降 9.3% 和 38.6%。

滴灌处理不同毛管布置间开花期前 D - A1、D - A2、D - A3 间 SPAD 值相差较大,表现为 D - A3 > D - A2 > D - A1,在拔节期分别为 53、48 和 44,在田间表现

出靠近滴灌带的单行色淡、而远离滴灌带的单行叶色深的“彩带苗”现象,开花后逐渐消失。而 D - B1 和 D - B2 之间无明显差异。

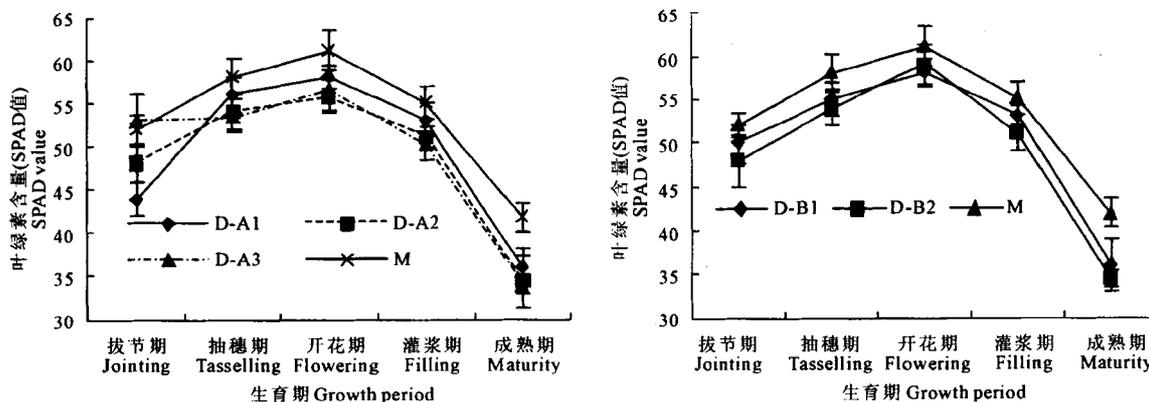


图 2 不同处理对小麦叶绿素含量的影响

Fig.2 SPAD value of flag leaf of wheat in different treatments

2.3 不同灌溉方式对小麦根系活力的影响

不同灌溉方式及滴灌毛管布置对小麦根系活力影响见图 3。漫灌小麦由于受到土壤水分干湿交替的胁迫影响,其根系活力均低于滴灌处理,在滴灌中 D - A 处理由于不同边行间受水条件不同,根系活

力表现为 D - A1 > D - A2 > D - A3, D - A2 和 D - A3 根系活力分别为 D - A1 的 95% 和 81%, 而 D - B 处理间差异不大, D - B1 和 D - B2 分别为 1.12 mg/(g·h) 和 1.18 mg/(g·h)。

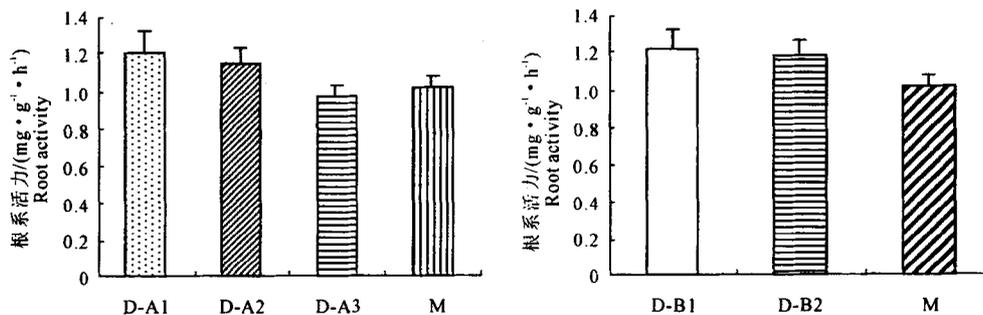


图 3 不同处理对小麦根系活力的影响

Fig.3 The changes of root activity of wheat in different treatments

2.4 灌溉方式对小麦干物质分配的影响

不同灌溉方式对小麦干物质在各器官中的分配见表 2,随着小麦生育进程,叶片中干物质积累呈下降的趋势,至成熟期,滴灌与漫灌相比干物质在小麦叶片中的分配比率降低了 0.8%。从分蘖期至成熟期干物质在茎鞘中的分配比例呈先升高后下降的趋势,滴灌小麦比漫灌降低 4.73%;穗部是光合产物分配的中心,穗部干物质所占比例呈不断上升趋势,至成熟时,滴灌小麦比漫灌小麦穗干物质分配比例提高 5.97%。从中可看出滴灌可降低小麦干物质在营养器官中的分配率,促进干物质向籽粒中分配,这对于防止后期叶片早衰,保持较高的光合速率以促进高产具有积极意义。

2.5 不同灌溉与滴灌不同毛管布置对小麦产量的影响

不同毛管布置对滴灌小麦产量结构的影响(见表 3),不同毛管布置之间小麦产量存在差异,一管六行毛管布置的产量比一管四行产量平均降低 53 kg/667 m², D - A 处理穗粒数、单穗重、千粒重较 D - B 处理分别降低 10.8%, 2.6% 和 5.7%; D - A 处理小麦 D - A1、D - A2 和 D - A3 随着距离滴灌带越来越远,其株高、穗粒数、单穗重、千粒重 D - A2 和 D - A3 分别比 D - A1 降低 3.73%、7.05%、9.38%、17.35% 和 4.68%、7.81%、8.6%、13.72%。而 D - B 处理 D - B1、D - B2 之间差距不大

表2 不同灌溉方式下小麦干物质在各器官中的分配率(%)

Table 2 Dry matter weight and transfer rate of wheat in different treatments

处理 Treatment	组织 Organ	分蘖期 Tillering	拔节期 Jointing	抽穗期 Tasselling	开花期 Flowering	灌浆期 Filling	成熟期 Maturity
D	叶片 Leaf	59.24	51.34	26.56	25.36	19.17	7.67
	茎鞘 Stem	40.76	48.66	51.21	45.17	42.49	39.16
	穗 Ear			22.23	29.47	38.34	53.62
M	叶片 Leaf	56.45	45.65	28.67	27.13	18.56	8.47
	茎鞘 Stem	43.55	54.35	55.23	49.15	47.02	43.88
	穗 Ear			16.1	23.72	34.42	47.65

从产量结构及水分利用效率看(见表4),滴灌小麦以一管四行布置增产效果好,其中,D-A处理比D-B处理水分利用效率和水分利用效益分别提高10.6%和13.5%。D-A处理比D-B处理虽然增加毛管成本22元/667m²,但可以增产53 kg/667m²,经济效益提高66.8元/667m²。一管六行毛管布置,滴灌带间距为90 cm,小麦苗期由于滴灌带

间距过宽,毛管输水压力不够,滴水时间过长,靠近滴灌带两行肥水滴得多,土壤湿度大,早春地温低,温度上升慢,麦苗有发黄现象,而滴灌带远处两行,滴水渗透量不足,影响生长,麦苗行间生长不整齐。1管4行布置,滴灌带间距为60 cm,保证了田间各麦行肥水供应均匀,生长整齐一致,而且一管四行滴水均匀,可缩短滴水周期。

表3 滴灌小麦不同毛管布置对产量结构的影响

Table 3 Yield and agronomic traits of water in different treatments

处理 Treatment	成穗数 Total spikes /(10 ⁴ ·hm ⁻²)	株高 Plant height /cm	穗粒数/个 Kernels per spike	单穗重 Grain weight per spike/g	千粒重 1000-grain weight/g	单产 Yield /(kg·hm ⁻²)	水分利用效率 WUE /(kg·m ⁻³)
D-A1	533.2	82.3	32.0	1.38	43.0	8319	1.85
D-A	D-A2	520.6	79.6	29.0	1.32	7343	1.63
	D-A3	502.7	77.2	26.0	1.28	6807	1.51
D-B	D-B1	534.3	83.7	33.0	1.37	8436	1.87
	D-B2	533.6	82.5	32.0	1.35	8135	1.81
M	497.5	81.7	28.2	1.37	42.6	6687	1.12

表4 滴灌小麦不同毛管布置对水分利用效率的影响

Table 4 Water use efficiency among different treatments

处理 Treatment	灌水量 Irrigation amount /(m ³ ·hm ⁻²)	生产成本 Cost /(yuan·hm ⁻²)	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)	产值 Output value /(yuan·hm ⁻²)	利润 Profit /(yuan·hm ⁻²)	水分利用效益 Water benefit /(yuan·m ⁻³)
D-A	4500	6240	7489a	11983	5743	1.28
D-B	4500	6585	8285a	13256	6671	1.48
M	6000	5550	6690b	10704	5154	0.86

3 讨论

灌水定额和灌水频率是灌溉制度的两个重要指标。近年来,国内外许多学者在寻求作物合理灌溉方式上做了大量研究。Clothier^[18]提出对作物的有效灌溉方式是减少单次灌水量而增加灌水次数。El-Gindy^[9]对西红柿和黄瓜研究表明高频率小流量的灌溉制度不仅能较大幅度地提高产量,还能改善根层内的土壤水分分布,提高水分利用率;康跃

虎^[20]等在对马铃薯的试验中发现:灌水频率和土壤水势对马铃薯的块茎生长有明显的影 响,灌溉频率越高,块茎生长越快,马铃薯的产量和商品薯的产量越大,水分利用效率越高。王荣栋等^[21]对兵团农八师近3333 hm²滴灌种植的春小麦的调研得出:整个春小麦生育期滴水7~8次,滴灌比地面灌种植春麦单产一般都提高1200~1500 kg/hm²。滴灌相比于常规灌溉在小麦生育期内灌溉次数由3~5次增加到8~12次,每次灌水量由80~100 m³减少到20~

40 m³,属于典型的高频次、低灌量的局部节水灌溉技术。本研究表明滴灌与漫灌相比根系活力强,后期叶绿素含量高并且可延长叶片功能期,提高光合产物向籽粒中分配比例,单产增加 14.4%,水分利用效率提高 35.4%。

我国在小麦的灌溉中运用滴灌始于上世纪 90 年代,只是小面积的小区试验,初步得出了滴灌小麦的灌溉制度。关于滴灌小麦不同毛管布置对小麦生长发育及产量影响的研究不多,万钢^[22]研究认为,滴灌毛管布置采用一管六行的麦田,距滴灌带近的单行出苗较好,成穗数及单穗粒数较多,千粒重较大,同时管侧第 3 行土壤含氮量要高于管侧第 1、2 行土壤含氮量。当前生产中滴灌小麦毛管配置有一管六行、一管五行和一管四行 3 种,从生产实践^[23]及本文研究表明,一管四行布置较一管六行布置在相同灌水量和灌水频率下受水更加均匀,根区水分状况优良,水肥利用率高,小麦生长稳健,避免了水分的“就近分配”产生的高低行现象。

4 结 论

1) 从灌溉方式来看,滴灌小麦较漫灌相比灌水量降低了 25%,但滴灌水肥分布均匀,小麦植株生长稳健,株高、叶片叶绿素含量、根系活力、穗粒数和千粒重等均高于传统漫灌,同时滴灌小麦同化物质在营养器官中所分配的比率降低,这有利于干物质在籽粒中的积累,提高了粒重,增加了产量,水分生产效率提高。

2) 滴灌小麦实行一管四行布置的滴灌模式其成本较一管六行虽有所提高,但受水均匀,不同边行间植株生长差异小,小麦产量和水分利用效益也有一定程度的增加。因此,滴灌小麦毛管选择一管四行布置,作物生长稳健,增产效果明显,且有利于新疆北疆地区复播作物株、行距的配置。

参 考 文 献:

- [1] 赵自明.西北干旱缺水大田作物滴灌灌溉制度试验[J].武汉大学学报(工学版),2006,39(4):9-13.
- [2] 刘战东,肖俊夫,刘祖贵,等.膜下滴灌不同灌水处理对玉米形态、耗水量及产量的影响[J].灌溉排水学报,2011,30(3):60-64.
- [3] 屈 洋,冯佰利.不同节水种植模式对糜子籽粒产量和水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(1):68-72.
- [4] 王建东,龚时宏,高占义,等.滴灌模式对农田土壤水氮空间分布及冬小麦产量的影响[J].农业工程学报,2009,25(11):68-73.
- [5] Stefanie von Westarp, Sietan Chieng, Hans Sehreier. A comparison between low - cost drip irrigation, conventional drip irrigation and hand watering in Nepal[J]. Agricultural Water Management, 2004, 64: 143-160.
- [6] Metin Sezen S, Attila Yazar, Muzaffer Canbolat. Effect of drip irrigation management on yield and quality of field grown green beans[J]. Agricultural Water Management, 2005, 71:243-255.
- [7] 刘 浩,孙景生,梁媛媛,等.滴灌条件下温室番茄需水量估算模型[J].应用生态学报,2011,22(5):1201-1206.
- [8] 刘新永,田长彦,马英杰,等.南疆膜下滴灌棉花耗水规律以及灌溉制度研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(1):108-112.
- [9] 晏清洪,王 伟,任德新,等.滴灌湿润比对成龄库尔勒香梨生长及耗水规律的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(1):7-13.
- [10] 周青云,康绍忠.葡萄根系分区交替滴灌的土壤水分动态模拟[J].水利学报,2007,12(1):124-129.
- [11] 李毅杰,原保忠,别之龙,等.不同土壤水分下限对大棚滴灌甜瓜产量和品质的影响[J].农业工程学报,2012,28(6):132-138.
- [12] 李秀萍.兵团滴灌春麦创全国平原地区大面积高产纪录[N].兵团日报,2009-07-25(第 1 版).
- [13] 杜太生,康绍忠,胡笑涛,等.根系分区交替滴灌对棉花产量和水分利用效率的影响[J].中国农业科学,2005,38(10):2061-2068.
- [14] 颜君丽,张恒嘉,李有先,等.膜下滴灌调亏对加工番茄产量和水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2012,31(1):78-81.
- [15] 王振华,王克全,葛 宇,等.新疆滴灌春小麦需水规律初步研究[J].灌溉排水学报,2010,29(2):61-64.
- [16] 王冀川,徐翠莲,韩秀峰,等.不同土壤水分对滴灌春小麦生长、产量及水分利用效率的影响[J].农业现代化研究,2011,32(1):115-119.
- [17] 王冀川,徐雅丽,高 山,等.滴灌条件下根区水分对春小麦根系分布特征及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(2):21-26.
- [18] Clothier B E, Green S R. Root - zone Processes and the efficient use of irrigation water[J]. Agricultural Water Management, 1994, 25: 1-12.
- [19] El - Gindy A M, El - A raby A M. Vegetable crop response to surface and subsurface drip under calcareous soil[C]//Proc Int Cont on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, St. Joseph Mich: ASAE, 1996: 1021-1028.
- [20] 王凤新,康跃虎,刘士平.滴灌条件下马铃薯田的土壤水分调控方法[J].干旱地区农业研究,2003,21(9):27-30.
- [21] 王荣栋,何福才,李 明,等.农八师滴灌小麦种植情况调查[J].新疆农垦科技,2008,(5):45-46.
- [22] 万 刚.滴灌带不同配置方式对小麦生长发育及产量的影响[J].安徽农学通报,2010,16(17):81-82.
- [23] 王荣栋.小麦滴灌栽培[M].北京:中国农业出版社,2012:137-143.

(英文摘要下转第 73 页)

The effect of water levels on yield and water use efficiency of soybean in northeast black soil region

ZOU Wen-xiu¹, HAN Xiao-zeng^{1*}, JIANG Heng^{1,2}, YANG Chun-bao¹,
HAO Xiang-xiang¹, LI Meng¹, ZHANG Xin-hui³

(1. Key Laboratory of Mollisols Agroecology, National Observation Station of Hailun Agroecology System, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150081, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Shandong Gaomi Bureau of Land Resource, Gaomi, Shandong 261500, China)

Abstract: Field experiments of controlling water with water levels including over water treatment (I1), suitable water treatment (I2), drought water treatment (I3) and natural rainfall (R) were carried out in order to study the effect of different water levels on yield and water use efficiency of soybean in Hailun agricultural ecology station of Chinese Academy of Sciences in 2011. The biomass and plant height of soybean in different treatments were in increasing order of I3 < R < I2 < I1. However, I2 treatment improved significantly agronomic traits of soybean with higher 100-grain weight, more pods per plant and lower flat pods per plant. The yield of soybean was the highest within I2, and increased by 13.7%, 12.4% and 24.1% compared with I1, R and I3. It could be revealed that the time of water input is an important factor controlling yield of soybean excepting for volume of water input by the difference between I2 and R. The highest water use efficiency was observed in I3 with 18.36 kg/(hm²·mm), and the second was in I2 with 14.38 kg/(hm²·mm). Therefore, in terms of yield and water use efficiency of soybean, I2 with 347 mm volume of water input could meet the water demand of soybean in the growing season, and irrigation time was critical for saving irrigation water and increasing yield and water use efficiency.

Keywords: black soil region; irrigation; yield; water use efficiency

(上接第 54 页)

Spring wheat growth and water use efficiency under drip irrigation

JIANG Gui-ying¹, WEI Jian-jun², LIU Ping¹, LIU Jian-guo^{1*}, LIN Ru¹

(1. Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Bingtuan, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China;

2. Crop Institute, Academy of Land-Reclaimable Sciences, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract: Two irrigation ways between dripping and conventional models were analyzed, and two lay-out methods was also established under the drip irrigation, one tube with four rows and one tube with six rows. The object of the experiment was to analyze the relationship between spring wheat growth and water use efficiency under different irrigation ways and different lay-out of drip irrigation. The results showed that dripping irrigation could not only increase plant weight, SPAD value of flag leaf and root activity, but also reduce dry matter in vegetative organs, so it was beneficial to increasing yield. Compared with the conventional watering way, dripping irrigation decreased water amount by 25%, while kernel yield increased by 14.4% and irrigation water use efficiency (WUE) increased by 35.4% under dripping irrigation. It had an obvious promoting effect on wheat growth in the treatment of one tube with four rows, meanwhile, increased yield and irrigation water use efficiency, owing to the relative even soil water distribution and plant uniformity under middle row and border row.

Keywords: spring wheat; dripping irrigation; dripping tube lay-out; yield; water use efficiency