

控灌改良条件下黄河三角洲盐碱地冬小麦生长与产量研究

宋常吉¹, 刘乐², 林树峰², 宋静茹¹

(1. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 河南郑州 450003; 2. 滨州市小开河灌区管理局, 山东滨州 256600)

摘要 黄河泥沙施用量和灌水量对黄河三角洲盐碱地冬小麦生长发育和产量的影响进行了大田试验, 探讨了不同泥沙施用量和灌水量与冬小麦的株高、分蘖数、叶面积、干物质积累量与产量之间的关系。结果表明, 冬小麦的生长和产量都随着泥沙施用量和灌水量的增加而增大, 泥沙施用量的影响均大于灌水量。泥沙施用量和灌水量在拔节期以后对冬小麦株高影响较大。6 cm 泥沙施用量、330 mm 灌水量处理的叶面积指数、灌水量和产量最高, 叶面积指数在抽穗期达到最大(6.89); 干物质积累量在成熟期最大(13 620 kg/hm²); 冬小麦产量最为 5 556.3 kg/hm²。

关键词 控灌改良; 盐碱地; 冬小麦; 生长与产量; 黄河三角洲

中图分类号 S512.1⁺1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)22-0007-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.003



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Growth and Yield of Winter Wheat in Saline-alkali Land of the Yellow River Delta under Controlling Irrigation and Improving Soil

SONG Chang-ji¹, LIU Le², LIN Shu-feng² et al (1. Yellow River Institute of Hydraulic Research, Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou, Henan 450003; 2. Binzhou City Xiaokaihe Yellow River Irrigation Administration, Binzhou, Shandong 256600)

Abstract Field research was carried out on the effects of sediment application dosage and irrigation amount in the Yellow River on the growth and yield of winter wheat in saline-alkali soil of Yellow River Delta. Relationship between the sediment application dosage and irrigation amount on the plant height, leaf area, tiller number, dry matter accumulation and yield of winter wheat were discussed. Results showed that the growth and yield of winter wheat increased with the enhancement of sediment application dosage and irrigation amount; and the impacts of sediment application dosage were greater than the irrigation amount. The two factors showed greater impacts on the plant height of winter wheat after jointing stage. Treatment of 6 cm sediment application dosage and 330 mm irrigation amount had the maximum yield, leaf area index and irrigation amount. Leaf area index reached the maximum at heading stage (6.89); dry matter accumulation was the maximum at mature stage (13 620 kg/hm²), and the maximum yield of winter wheat was 5 556.3 kg/hm².

Key words Controlling irrigation and improving soil; Saline-alkali land; Winter wheat; Growth and yield; The Yellow River Delta

随着经济的不断发展, 黄河三角洲地区土地过度开发利用, 生态环境日益脆弱。近年来由于不合理的引黄灌溉与海水侵蚀, 地下水埋深变浅且矿化度升高, 自然蒸发作用强, 从而使土壤深层盐分升至地表, 土地盐渍化问题日益严重, 严重制约了区域农业的发展^[1-5]。

冬小麦为黄河三角洲地区主要粮食作物, 由于土壤盐碱限制, 该地区冬小麦产量水平低下, 蕴藏巨大的粮食增产潜力^[6]; 随着《黄河三角洲高效生态经济区规划》的通过, 黄河三角洲盐碱地开发利用上升为国家战略^[7], 因此黄河三角洲地区盐碱地治理是一项重大任务, 对冬小麦产量的提升具有重要的意义。

目前, 关于黄河三角洲盐碱地治理方法及作物生长已有大量研究^[7-10], 但是控制灌溉与泥沙改良条件下黄河三角洲地区土壤控盐增产研究极少。鉴于此, 笔者从控制灌水量与泥沙施用量角度出发, 研究其对冬小麦生长和产量的影响, 为黄河三角洲盐碱地治理及冬小麦增产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验区位于山东省滨州市沾化区古城镇小开河盐碱地改良试验站(37°41'42" N, 117°45'47" E), 属北温带半湿润、半干旱季风性大陆性气候, 冬季寒冷干燥, 夏季炎热多雨, 多年平均降雨量为 580 mm。年内不同季节降水分配不均匀, 每年 6—9 月平均降雨量为 428.3 mm, 占全年总降雨量的 75%, 10 月到次年 5 月是干旱季节, 蒸发强烈, 年均蒸发量为 1 282.4 mm, 年内变化较大, 春灌期蒸发量为 604.9 mm, 占年蒸发量的 50.6%, 是同期降雨量的 3.8 倍, 汛期蒸发量为 358.7 mm, 占年蒸发量的 30%, 是同期降水量的 1.2 倍^[11]。灌区地下水位高且矿化度大, 土壤黏质性强, 导致土壤表层盐分难以向下淋洗或向土壤外部迁移, 灌区主要依靠小开河引黄灌溉水进行农业灌溉。

1.2 试验设计 按照《灌溉试验规范》等要求, 大田试验设定 3 组灌溉定额水平(分别取山东冬小麦灌溉定额的 60%、80%、100%); 黄河泥沙施用量也设定 3 个水平(覆盖表层 0、3、6 cm); 每个处理 3 次重复, 试验小区合计 27 个(表 1), 小区面积 300 m²(10 m×30 m), 试验小区之间用 1 m 深的窄沟埋设油毡及塑料布, 用于防止水分的侧向渗透。在耕种前 30 d, 将小开河引黄灌渠沉砂池泥沙按照试验方案掺入盐碱地中, 各小区土地深翻至 30 cm 土层, 使泥沙与土壤均匀混合。

试验区灌溉水源为未经沉砂池沉淀的黄河水, 灌溉方式为地面灌, 施肥过程参照当地农民施肥。各试验小区的小麦

基金项目 黄河水利科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(HKY-JBYW-2017-09); 国家自然科学基金项目(51809105); 黄河水利科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(HKY-JBYW-2018-04); 黄河水利科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(HKY-JBYW-2019-18); 水利部技术示范项目(SF-201801)。

作者简介 宋常吉(1987—), 男, 河南漯河人, 工程师, 硕士, 从事农业水土环境研究。

收稿日期 2019-08-12

麦分蘖数的影响大于灌水量对其的影响。

2.3 控灌与泥沙改良对冬小麦叶面积指数的影响 叶面积指数是指农田中叶面积与农田总面积之比。叶面积指数是作物群体结构的重要指标之一,也是衡量作物生长状况是否合适的标志^[13]。叶面积指数过小,则生物量低,叶面积指数过大,呼吸作用增加,光合物质积累减慢,容易造成小麦空粒数增加。

从图2可以看出,不同处理的叶面积指数变化规律一致,即抽穗期>拔节期>灌浆期>分蘖期>成熟期。在冬小麦分蘖期前,植株矮小且叶片窄小,因此叶面积指数较小。随着分蘖数的增加,叶片数量和大小均增大,抽穗期叶面积指数达到最大,此后冬小麦逐渐转变为生殖生长,叶片从底部开始衰老,叶面积指数也逐渐减小。

不同处理的叶面积指数也存在差异,随着灌水量和泥沙施用量的增加,叶面积指数在同一生育期逐渐增加,在抽穗期达到最大,达到6.89。在抽穗期灌水量相同的条件下,6和3 cm泥沙施用量比0 cm处理的叶面积指数分别增加了38%和16%,说明泥沙施用量对冬小麦叶面积指数影响很大;对泥沙施用量均为6 cm的 T_7 、 T_8 、 T_9 处理,大灌溉定额的 T_9 处理比中灌溉定额的 T_8 处理和小灌溉定额的 T_7 处理分别增加了8.7%和2.0%,说明大灌溉定额有利于冬小麦叶面积指数增大。

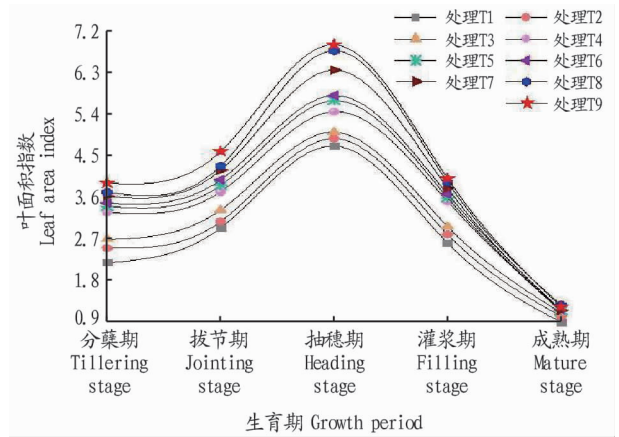
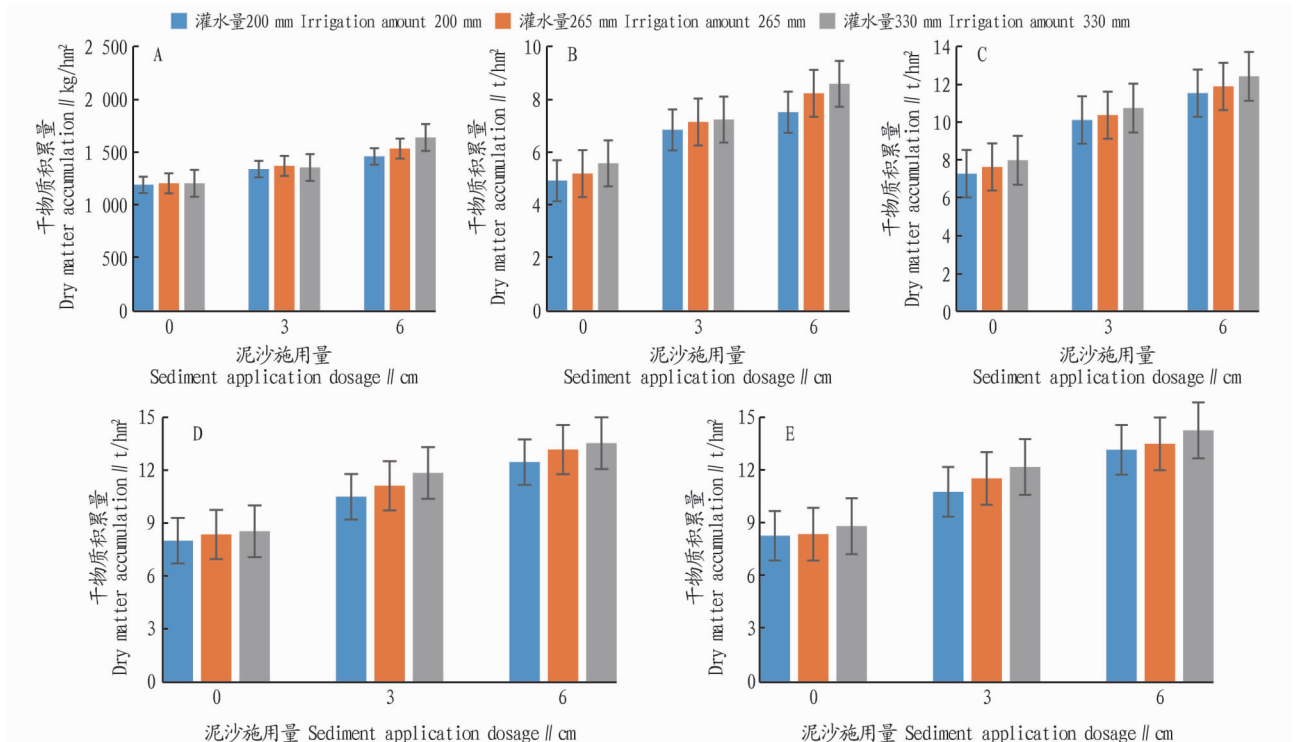


图2 不同处理对冬小麦叶面积指数的影响

Fig.2 Effects of different treatments on the leaf area index of winter wheat

方差分析显示,在灌水量和泥沙施用量综合作用下,盐碱地土壤不同处理的冬小麦叶面积在分蘖期和成熟期差异性不显著,在拔节期、抽穗期和灌浆期呈显著性差异水平;在灌水量单因素作用下,叶面积指数在拔节期和抽穗期呈显著性差异水平,在分蘖期、灌浆期和成熟期差异性不显著;在泥沙施用量单因素作用下,除了在成熟期差异性不显著外,其他生育期呈显著性差异水平。



注:A.出苗期—分蘖期;B.出苗期—拔节期;C.出苗期—抽穗期;D.出苗期—灌浆期;E.出苗期—成熟期

Note: A. Seedling stage - Tillering stage; B. Seedling stage - Jointing stage; C. Seedling stage - Heading stage; D. Seedling stage - Filling stage; E. Seedling stage - Mature stage

图3 不同泥沙施用量和灌水量对冬小麦各生育期干物质积累量的影响

Fig.3 Effects of different sediment application dosages and irrigation amounts on the dry matter accumulation of winter wheat at different growth stages

2.4 控灌与泥沙改良对冬小麦干物质积累的影响 干物质积累量在一定程度上反映群体光合能力的大小。一般情况下,干物质积累量越多,供给籽粒实体的营养越高,最终形成的产量也越高。

从图3可以看出,冬小麦出苗至分蘖、拔节、抽穗、灌浆、成熟期的总干物质积累量均随盐碱地土壤泥沙施用量的增加发生了显著的变化。出苗到分蘖期泥沙施用量6 cm平均干物质积累量最高为1 866 kg/hm²,比3和0 cm处理分别提高了28.5%、13.9%,0 cm处理平均干物质积累量最低为1 452 kg/hm²;泥沙施用量相同情况下,不同灌水量的处理干物质积累量差异不显著。

出苗到拔节期不同泥沙施用量的处理干物质积累量差异性显著,泥沙施用量为0、3、6 cm处理的干物质积累量分别为5 270、7 120、8 160 kg/hm²,6 cm处理分别比0和3 cm处理提高了54.8%和14.6%。泥沙施用量相同条件下,不同灌溉量苗期到拔节期干物质积累量在灌溉量为325 mm处理干物质积累量最高为8 640 kg/hm²,灌水量265 mm干物质积累量为8 289 kg/hm²,比265 mm处理分别提高了14.3%和9.5%。泥沙施用量为0和3 cm处理的不同灌水量之间差异不大。

出苗期一抽穗期、出苗期一灌浆期与出苗期一成熟期不同处理之间的差异性变化规律大致相同,泥沙施用量为3和6 cm处理的干物质积累量显著大于0 cm处理,3 cm处理干物质积累量平均分别为10 560、11 280、11 484 kg/hm²,比0 cm处理分别提高了36.4%、34.3%、35.3%;6 cm处理干物质积累量分别为12 120、13 200、13 620 kg/hm²,比0 cm处理分别提高了56.6%、57.1%、60.4%。泥沙施用量为0 cm不同灌水量处理之间在3个生育期间变化不大,在3和6 cm不同灌水量处理之间呈显著性差异,在灌水量为330 mm泥沙施用量相同的处理干物质积累量最大。

2.5 控灌与泥沙改良对冬小麦产量的影响 从图4可以看出,冬小麦产量随着泥沙施用量的增加而增加,且泥沙施用量为3和6 cm处理显著高于0 cm处理,在6 cm处理达到最大,平均值为4 606.5 kg/hm²,泥沙施用量为3和6 cm处理产量比0 cm处理分别提高了10.5%、15.7%。泥沙施用量相同的条件下,随着灌水量的增加,冬小麦产量呈增加趋势。泥

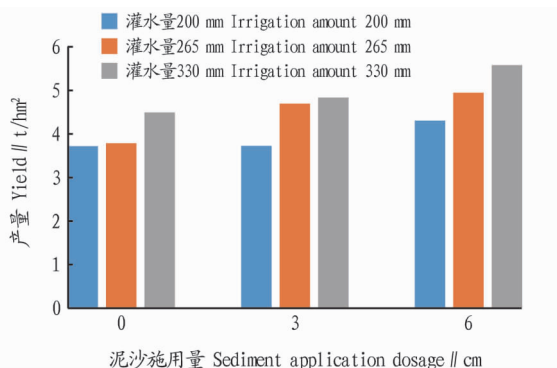


图4 不同泥沙施用量和灌水量对冬小麦产量的影响

Fig.4 Effects of different sediment application dosages and irrigation amounts on the yield of winter wheat

沙施用量为0 cm、灌水量为330 mm处理的产量最高为4 472 kg/hm²,显著高于灌水量200和265 mm处理,产量分别提高了20.8%和18.7%,灌水量200和265 mm处理之间产量差异不大。3 cm泥沙施用量用330 mm灌水量处理的产量最高,为4 813 kg/hm²,灌水量330和265 mm处理显著高于灌水量200 mm处理;泥沙施用量为6 cm条件下,冬小麦产量随着灌水量的增加而增加,且呈显著性差异。综合来看,6 cm泥沙施用量和330 cm灌水量处理产量最大,为5 556.3 kg/hm²。

3 结论

黄河三角洲盐碱地土壤冬小麦生长与产量均受泥沙施用量和灌水量的影响,都随着泥沙施用量和灌水量的增加而增大,泥沙施用量对生长和产量的影响均大于灌水量。

泥沙施用量和灌水量在拔节期以后对冬小麦株高影响较大。叶面积指数随着灌水量和泥沙施用量的增加,在同一生育期逐渐增加,在抽穗期达到最大(6.89);泥沙施用量相同的处理,大灌溉定额有利于叶面积系数的增大。冬小麦干物质积累量泥沙施用量和灌水量的增大而增大。泥沙施用量6 cm、灌水量330 mm处理达到最大(13 620 kg/hm²),泥沙施用量为0 cm不同灌水量处理之间在3个生育期间变化不大,在3和6 cm不同灌水量处理之间呈显著性差异。

冬小麦产量随着泥沙施用量的增加而增加,并且泥沙施用量为3和6 cm处理显著高于0 cm处理,在6 cm处理达到最大,平均值为4 606.5 kg/hm²,泥沙施用量为3和6 cm处理产量比0 cm处理提高了10.5%、15.7%;泥沙施用量相同条件下,随着灌水量的增加,冬小麦产量呈增加趋势,6 cm泥沙施用量和330 cm灌水量处理产量最大,为5 556.3 kg/hm²。

参考文献

- [1] 刘小京,刘孟雨.盐生植物利用与区域农业可持续发展[M].北京:气象出版社,2002.
- [2] 张凌云.黄河三角洲地区盐碱地主要改良措施分析[J].安徽农业科学,2007,35(17):5266-5309.
- [3] 乔玉辉,宇振荣.灌溉对土壤盐分的影响及微咸水利用的模拟研究[J].生态学报,2003,23(10):2050-2056.
- [4] 侯贺贺.黄河三角洲盐碱地生物措施改良效果研究[D].泰安:山东农业大学,2014.
- [5] 宋静茹,杨江,王艳明,等.黄河三角洲盐碱地形成的原因及改良措施探讨[J].安徽农业科学,2017,45(27):95-97,234.
- [6] 贾吉超,赵庚星,高明秀,等.黄河三角洲典型区域冬小麦播种面积变化与土壤盐分关系研究[J].植物营养与肥料学报,2015,21(5):1200-1208.
- [7] 郑乾坤,毛伟兵,孙玉霞,等.颗粒组成变化对粘质盐土含盐量和小麦生长的影响[J].中国农学通报,2019,35(11):88-94.
- [8] 查康.土壤改良剂对农田土壤理化性质及小麦生长的影响研究[D].合肥:安徽农业大学,2018.
- [9] 贾利梅.不同改良材料对滨海粘质盐土物理性状和棉花产量的影响[D].泰安:山东农业大学,2017.
- [10] 张凌云.土壤盐碱改良剂对滨海盐渍土的治理效果及配套技术研究[D].泰安:山东农业大学,2004.
- [11] 刘金山,魏小伟.引黄灌溉对区域生态环境的影响及对策分析[J].吉林水利,2011(10):30-32.
- [12] 葛宇.北疆滴灌春小麦需水规律及灌溉制度研究[D].石河子:石河子大学,2012.
- [13] 孙锐,朱平,王志敏,等.春玉米叶面积系数动态特征的密度效应[J].作物学报,2009,35(6):1097-1105.