

喷灌与地面灌溉冬小麦干物质积累、分配和运转的比较研究

姚素梅^{1,2}, 康跃虎^{1*}, 刘海军¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101; 2. 河南科技学院生命科技学院, 河南 新乡 453003)

摘 要: 以中优 9507 为材料, 采用大田试验的方法, 研究了喷灌和地面灌溉条件下冬小麦干物质积累、分配和运转状况。试验结果表明: 与对照地面灌溉相比, 在冬小麦生长的中前期(分蘖期~拔节期), 喷灌条件下冬小麦地上部干物质总量较小, 但是在冬小麦生长的中后期(抽穗期~成熟期), 喷灌有利于植株对干物质的积累, 其干物质总量明显高于地面灌溉条件下; 在抽穗前, 喷灌和地面灌溉条件下各器官干物质的分配率差异不显著, 在抽穗后的灌浆期, 喷灌条件下叶片、籽粒中的干物质分配率提高, 其茎鞘的干物质分配率则降低; 喷灌条件下叶片、颖壳、茎鞘贮藏物质的转化率均低于地面灌溉, 其抽穗后生产的干物质对籽粒的贡献率较地面灌溉显著提高; 喷灌条件下冬小麦的结实率、千粒重、产量分别较地面灌溉提高了 5.9%、1.23 g、491.4 kg/hm², 差异在处理间均显著; 喷灌条件下冬小麦的耗水量小于地面灌溉, 水分利用效率高于地面灌溉。

关键词: 喷灌; 地面灌溉; 冬小麦; 干物质; 积累; 分配; 运转

中图分类号: S275.5; S512.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2008)06-0051-06

干物质是作物光合作用产物的最终形式, 它的积累、分配和运转与经济产量有密切关系, 作物产量的形成过程实际上是作物与环境间的物质-能量转化, 以及受环境影响的干物质积累、分配和运转的过程。作物各器官干物质的积累分配并不是同时等量的, 在不同时期有不同的积累分配中心。不同栽培条件使作物光合作用和干物质生产所需要的水、肥、热等有所差异, 从而导致干物质积累明显不同, 其分配和运转也要发生变化。喷灌作为一种现代的节水灌溉技术, 在农业生产上得到了愈来愈广泛的应用。喷灌以类似于降雨的方式湿润土壤, 补充作物所需要的水分, 喷灌条件下土壤水分空间分布特征与传统的地面灌溉相比具有明显差异^[1,2]。而且喷灌水滴蒸发和冠层截留水蒸发使一部分灌溉水以水汽的形式进入到冠层内外的大气中去, 影响到冠层附近的温度、湿度以及周围的水汽状况, 作物生长的农田环境因子发生变化^[3~5]。喷灌条件下土壤水分的空间变异和农田环境因子的改变已为大量研究和实践所证明, 但喷灌条件下因生长环境改变而导致的作物干物质积累、分配和运转规律的变化报道甚少。本研究以冬小麦为对象, 通过设置喷灌和地面灌溉的对比试验, 分析喷灌对冬小麦干物质积累、分配和运转动态的影响, 探讨喷灌条件下作物生产力

形成和利用规律, 进而揭示喷灌对作物产量形成的影响机制。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验在中国科学院地理科学与资源研究所农田水循环与现代节水灌溉试验基地进行。该基地位于北京市通州区永乐店镇(北纬 37°36', 东经 114°41', 海拔 20 m), 该地区属暖温带大陆性半湿润季风气候, 年平均日照时数 2 459 h, 年平均气温 11.3 ℃, 多年平均降水量 620 mm。土壤为砂壤质潮土。

于 2003~2004 年冬小麦生长季采用大区试验, 设置喷灌处理和地面灌溉对照处理。喷灌试验区的面积为 240 m×208 m, 采用管道式喷灌, 每条支管上安装 12 个摇臂式喷头, 喷嘴流量 3 m³/h, 射程为 18 m, 喷头选择 18 m×18 m 的正方形布置。对照地面灌试验区的面积为 215 m×139 m, 采用低压管道输水小畦灌, 畦宽 5 m, 长约 70 m。喷灌试验田灌溉时间和灌溉水量主要根据土壤的水势(用负压计测定)决定, 当表层 0~40 cm 内的土壤水势降低到-45 kPa 时进行灌溉。地面灌的灌溉时间根据田间的土壤含水量和冬小麦的长势决定, 灌溉水量通过泵房内的水表读数得到。除灌水处理外, 喷灌

收稿日期: 2008-06-24

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目(KSCX2-YW-N-003); 天津市科技发展计划项目(06YFGZNC00100, 06YFGZNC06700); 宁夏农业综合开发领导小组办公室委托项目(2004-2007); 中国科学院百人计划(康跃虎)

作者简介: 姚素梅(1974-), 女, 河南柘城人, 在站博士后, 副教授, 主要从事农业水资源高效利用研究。

通信作者: 康跃虎, 研究员, 博士生导师, 主要从事农田水循环与现代农业节水灌溉技术研究。
(C)1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和地面畦灌试验区的施肥等其它田间管理措施保持一致。供试的冬小麦品种为中优 9507, 于 2003 年 10 月 25 日播种, 2004 年 6 月 15 日收获。试验处理期间(2004 年 4 月 8 日~2004 年 6 月 15 日) 累积

降雨量为 89.7mm。喷灌和地面灌溉的灌水时间和灌水量见表 1, 喷灌试验田灌水 3 次, 总灌溉水量为 150.5 mm; 地面灌溉试验田灌水 2 次, 总灌溉水量为 161.0 mm。

表 1 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦的灌水时间和灌水量

Table 1 The irrigation date and amount under sprinkler and surface irrigation conditions

灌溉方式 Irrigation method	灌溉时间(年-月-日) Irrigation date (y-m-d)	灌水量 Irrigation amount (mm)
喷灌 Sprinkler irrigation	2004-04-08	49.0
	2004-04-24	50.0
	2004-05-22	51.5
地面灌溉 Surface irrigation	2004-04-08	89.7
	2004-05-22	71.3

1.2 观测方法

1.2.1 干物质积累和分配 在喷灌和地面灌处理各设 4 m×2 m 的定点样方 3 个, 从第一次灌水开始至收获前, 分别在分蘖期、拔节期、抽穗期、乳熟期和成熟期进行干物质重量取样, 考察不同生育时期干物质积累分配情况, 每测点采集植株样品 20 株, 根据生长状况, 按叶片、茎鞘、颖壳、籽粒等不同器官分开, 置于电热恒温鼓风干燥箱, 在 105℃下杀青 30 min, 75℃下烘干至恒重, 在天平上分别称其干重。收获时在样方内取样进行室内考种, 考察产量构成因素等指标, 考种方法同常规。

1.2.2 土壤储水量 采用土钻对不同层次土壤进行取样, 取样的土壤层次分别为 0~10, 10~20, 20~30, 30~40, 40~60, 60~80, 80~100, 100~135 cm。土壤质量含水量用烘干法测定, 土壤体积含水量由土壤质量含水量乘以土壤容重计算得到, 土壤储水量是各土壤层次的体积含水量与土层厚度的乘积之和。

1.3 计算分析方法

1.3.1 干物质分配率 以干物质分配率为指标定量各器官干物质分配动态, 叶片、茎鞘颖壳和籽粒各器官的干物质分配率分别定义为某一时间(日)各器官干物质累积量占干物质累积总量的百分率, 其计算公式为: 分配率(%)=植株器官干物质重量÷植株地上部干物质总重量×100%。

1.3.2 输出量和转化率 以输出量和转化率为指标定量灌浆期物质运转变, 输出量表示源器官中贮藏物质的输出能力, 转化率表示源器官对粒重的贡献大小, 按照杨建昌等的方法^[6], 输出量=(抽穗期干重-成熟期干重); 源器官物质转化率(%)=(抽穗期干重-成熟期干重)÷成熟期籽粒干重×100%。

1.3.3 抽穗后光合产物对籽粒的贡献率 按照刘永红等^[7]的方法, 抽穗后光合产物对籽粒的贡献率=1-抽穗前源器官储藏物质的转化率。

1.3.4 耗水量 根据试验观测的冬小麦根系分布, 选择 0~135 cm 作为农田水分平衡方程的计算深度。在没有地表径流的情况下, 田间的水量平衡可以描述为:

$$ET = I + P + \Delta W - D$$
 (1)

式中, ET 为冬小麦生育期内的耗水量; I 为灌水量; P 为降雨量; ΔW 为 0~135 cm 土体范围内, 播种时和收获时的土层储水量变化; D 为冬小麦生育期内, 通过地下 135 cm 断面上的水量, 采用定位通量法计算。 D 值为正, 说明水分从断面 135 cm 向下流动, 为深层渗漏; 当 D 值为负, 说明水分向上运动, 为地下水补给。以上单位均为 mm。

1.3.5 水分利用效率 产量水平的水分利用效率用下面公式计算:

$$WUE = \frac{Y}{ET_c}$$
 (2)

式中, WUE 为水分利用效率(kg/m³); Y 为产量(kg/hm²); ET_c 为耗水量(m³/hm²)。

1.3.6 统计分析方法 数据分析使用 SAS 公司的通用统计分析软件, 方差分析采用 ANOVA 过程。

2 结果与分析

2.1 喷灌与地面灌溉条件下冬小麦的干物质积累

图 1 为喷灌与地面灌溉条件下冬小麦总干物质积累随生育时期的变化曲线。从图 1 可明显看出, 喷灌与地面灌溉条件下冬小麦总干物质积累量随生育进程的推移皆呈现增长的变化趋势, 但通过比较发现, 不同处理间冬小麦植株总干物质积累特征存在明显差异: 在冬小麦抽穗之前, 喷灌条件下的冬小麦植株总干物质积累量低于地面灌溉条件下的冬小

麦,其中在拔节期二者的差异达到极显著水平($P<0.01$),喷灌条件下的冬小麦植株总干物质积累量较地面灌溉平均高 15.84%。随着冬小麦生育进程的推移,在抽穗后地面灌溉条件下冬小麦植株总干物质积累速率趋于平缓,而喷灌条件下冬小麦植株总干物质积累速率明显加快,在乳熟期和成熟期,喷灌条件下冬小麦植株总干物质积累量明显高于地面灌溉条件下,分别较地面灌溉条件下提高了 461.2 kg/hm² 和 844.4 kg/hm²,二者的差异达到显著水平($P<0.05$)。说明与地面灌溉条件下相比,喷灌可明显提高冬小麦中后期,特别是灌浆期植株的总干物质积累。

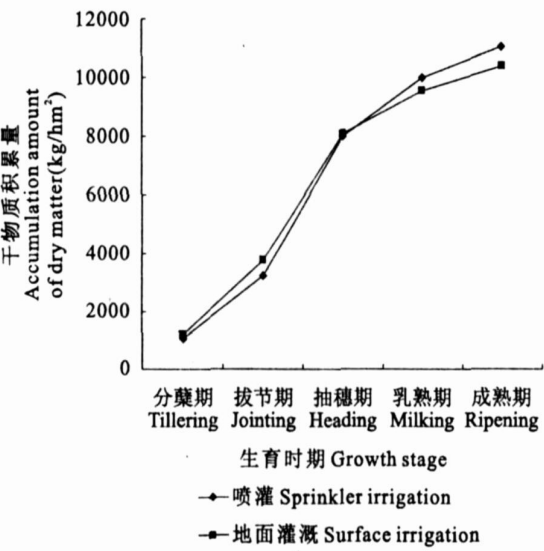


图 1 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦干物质积累状况
Fig.1 Dynamic change of dry matter accumulation of winter wheat under sprinkler irrigation and surface irrigation conditions

2.2 喷灌与地面灌溉条件下冬小麦的干物质分配

表 2 是喷灌和地面灌溉条件下冬小麦干物质在各器官的分配状况,表中资料显示,在抽穗期及其以前,喷灌和地面灌溉条件下干物质在各器官的分配没有显著差异。进入灌浆期后,喷灌和地面灌溉条件下干物质在各器官中分配有明显不同:不同灌溉方式下颖壳中干物质的分配率差异不显著,而叶片、茎鞘、籽粒中干物质的分配率处理间均差异显著,与对照地面灌溉条件下相比,喷灌条件下籽粒、叶片中的干物质分配率提高,其茎鞘的干物质分配率则降低。如在成熟期,籽粒是光合产物的分配中心,喷灌和地面灌溉条件下籽粒中的干物质分配率分别为 44.5%和 42.2%,喷灌较地面灌溉条件下提高了 2.3%;随着叶片的衰老,至成熟期干物质在其中的分配率已降至很低,喷灌和地面灌溉条件下叶片中

的分配率分别为 12.0%和 11.0%,喷灌较地面灌溉条件下提高了 1.0%;茎鞘中储存的干物质由于要调运输送到籽粒库供灌浆充实用,所以其分配率呈下降趋势,至成熟期喷灌和地面灌溉条件下茎鞘中的分配率分别为 35.7%和 39.2%,喷灌较地面灌溉条件下降低了 3.5%。表明喷灌可提高营养器官叶片中的分配率,这对于防止后期叶片早衰,保持较高的光合速率具有积极意义,同时可减少干物质在茎鞘中的相对滞留量,促进干物质向籽粒中的分配。

2.3 喷灌与地面灌溉条件下冬小麦的干物质运转

表 3 表明,在干物质运转方面,叶片、颖壳贮藏物质的输出量和转化率在两种灌溉方式下差异显著,喷灌条件下叶片、颖壳的输出量和转化率小于地面灌溉条件下,在喷灌条件下叶片、颖壳的输出量和转化率为 708.3 kg/hm² 和 14.4%、99.1 kg/hm² 和 2.0%,分别较地面灌溉条件下低 111.2 kg/hm² 和 4.3%、54.9 kg/hm² 和 1.5%。茎鞘贮藏物质的输出量在两种灌溉方式下差异不显著,但由于喷灌条件下籽粒干重高于地面灌溉($P<0.05$),茎鞘的转化率也即对籽粒的贡献率在两种灌溉方式下差异显著,喷灌和地面灌溉条件下茎鞘的转化率分别为 21.7%和 24.9%,喷灌较地面灌溉条件下低 3.2%。叶片在生育后期向籽粒转移的干物质越多,叶片丧失光合能力的时间越早,从而影响干物质和产量的进一步提高^[8]。因此喷灌条件下叶片、颖壳中贮藏物质的输出量少,转化率低,有益于保证叶片和穗部营养体维持较长的绿色面积,延缓叶片的衰老,使叶片光合生产力提高,光合产物积累的较多,有利于籽粒灌浆充实。

进一步将抽穗前干物质和抽穗后干物质对籽粒的贡献率作比较可知(表 4),与地面灌溉条件下相比,喷灌条件下抽穗后生产的干物质对籽粒的贡献率增加,提高了 9.0 个百分点,与此相对应,喷灌条件下抽穗前储藏的干物质对籽粒的贡献率比对照地面灌溉降低。上述结果表明,喷灌对冬小麦产量形成的主要影响是增加了抽穗后干物质对籽粒的贡献率,这说明喷灌条件下冬小麦灌浆期的光合能力较高,其籽粒干重的提高主要依靠抽穗后光合产物的积累。

2.4 喷灌与地面灌溉条件下冬小麦的产量和水分利用效率

表 5 为喷灌和地面灌溉条件下冬小麦产量和产量构成因素状况。从产量状况来看,喷灌条件下冬小麦产量明显高于地面灌溉,增幅为 11.3%,方差分析的结果表明,二者的差异达到了显著水平($P<$

0.05)。从产量构成因素来看,喷灌条件下单位面积有效穗数、每穗粒数与地面灌溉条件下相比差异不显著。与对照地面灌溉比较,喷灌条件下冬小麦的结实率和千粒重都得到了提高,其中结实率较对照提高了 5.9 个百分点,千粒重增加了 1.23 g,而且差异均达到显著水平($P<0.05$),说明喷灌条件下冬小麦明显增产的主要原因是结实率和千粒重的增加。

喷灌和地面灌溉条件下拔节至收获期间冬小麦的水分利用效率见表 6。表中资料显示,喷灌条件下冬小麦田土壤储水量减少量、田间渗漏量均小于地面灌溉条件下。从拔节至收获,喷灌条件下冬小麦耗水量和水分利用效率分别为 324.4 mm 和 1.49 kg/m³,而地面灌溉条件下则分别为 359.5 mm 和 1.21 kg/m³,表明喷灌条件下冬小麦的耗水量小于地面灌溉,水分利用效率高于地面灌溉。

表 2 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦干物质在不同器官的分配

Table 2 Partition rates of dry matter accumulation in various organs under sprinkler and surface irrigation conditions						
器官 Organ	灌溉方式 Irrigation method	生育时期 Growth stage				
		分蘖期 Tillering	拔节期 Jointing	抽穗期 Heading	乳熟期 Milking	成熟期 Maturing
叶片 Leaf	喷灌 Sprinkler irrigation	46.6 a	32.8 a	25.4 a	17.3 a	12.0 a
	地面灌溉 Surface irrigation	45.7 a	33.7 a	24.3 a	15.5 b	11.0 b
茎鞘 Stem and sheath	喷灌 Sprinkler irrigation	53.4 a	67.2 a	62.6 a	44.8 b	35.7 b
	地面灌溉 Surface irrigation	54.3 a	66.3 a	64.0 a	49.3 a	39.2 a
颖壳 Glume	喷灌 Sprinkler irrigation	—	—	12.0 a	10.3 a	7.8 a
	地面灌溉 Surface irrigation	—	—	11.7 a	10.4 a	7.6 a
籽粒 Grain	喷灌 Sprinkler irrigation	—	—	—	27.6 a	44.5 a
	地面灌溉 Surface irrigation	—	—	—	24.8 b	42.2 b

注:处理间标注不同字母者表示在 0.05 水平下差异显著,下同。
Note: Different letters mean significant difference at 0.05 level, and the same as follows.

表 3 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦各器官干物质输出量和转化率

Table 3 Exportation amount and transformation rate of dry matter accumulation in various organs under sprinkler and surface irrigation conditions					
灌溉方式 Irrigation method	器官 Organ	抽穗期干重 Dry matter accumulation at heading (kg/hm ²)	成熟期干重 Dry matter accumulation at maturing (kg/hm ²)	输出量 Exportation amount (kg/hm ²)	转化率 Transformation rate(%)
喷灌 Sprinkler irrigation	叶片 Leaf	2034.8	1326.5	708.3	14.4
	茎鞘 Stem and sheath	5014.9	3946.5	1068.4	21.7
	颖壳 Glume	961.3	862.3	99.1	2.0
地面灌溉 Surface irrigation	叶片 Leaf	1964.7	1145.1	819.5	18.7
	茎鞘 Stem and sheath	5174.4	4080.0	1094.4	24.9
	颖壳 Glume	945.9	791.9	154.0	3.5

表 4 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦抽穗前和抽穗后干物质对籽粒贡献率

Table 4 The contribution rates of dry matter accumulation before and after heading to grain weight under sprinkler and surface irrigation conditions				
灌溉方式 Irrigation method	抽穗前干物质 Accumulation before heading		抽穗后干物质 Accumulation after heading	
	输出量(kg/hm ²) Exportation amount	对籽粒贡献率(%) Contribution rate	输出量(kg/hm ²) Exportation amount	对籽粒贡献率(%) Contribution rate
喷灌 Sprinkler irrigation	1875.8	38.1	3043.4	61.9
地面灌溉 Surface irrigation	2067.9	47.1	2325.2	52.9

表 5 喷灌和地面灌条件下冬小麦的产量和产量构成因素					
Table 5 Yield and yield components of winter wheat under sprinkler and surface irrigation conditions					
灌溉方式 Irrigation method	有效穗数 Valid panicle (10 ⁴ /hm ²)	每穗粒数 Grain number per panicle	结实率 Ripening percentage (%)	千粒重 1000 grains weight (g)	产量 Grain yield (kg/hm ²)
喷灌 Sprinkler irrigation	372.4 a	33.7 a	84.3 a	45.89 a	4854.95 a
地面灌溉 Surface irrigation	378.8 a	32.9 a	78.4 b	44.66 b	4363.56 b

表 6 喷灌和地面灌溉条件下拔节(2004—04—08)至收获期(2004—06—15)冬小麦的水分利用效率						
Table 6 Water use efficiency of winter wheat during jointing stage(2004—04—08) to harvesting stage (2004—06—15) under sprinkler and surface irrigation conditions						
灌溉方式 Irrigation method	土壤储水量减少量 Decrement of water storage (mm)	降雨量 Precipitation (mm)	灌溉量 Irrigation (mm)	渗漏量 Percolation (mm)	耗水量 ET (mm)	水分利用效率 WUE (kg/m ³)
喷灌 Sprinkler irrigation	81.0	89.7	150.5	—3.2	324.4	1.49
地面灌溉 Surface irrigation	128.0	89.7	161.0	19.4	359.5	1.21

3 讨 论

本试验结果表明,与对照地面灌溉相比,在冬小麦生长的中前期(分蘖期~拔节期),喷灌条件下冬小麦地上部干物质总量较小,但是在冬小麦生长的中后期(抽穗期~成熟期),喷灌有利于植株对干物质的积累,其干物质总量明显高于地面灌溉条件下;在抽穗前,喷灌和地面灌溉条件下各器官干物质的分配率差异不显著,在抽穗后的灌浆期,喷灌条件下叶片、籽粒中的干物质分配率提高,其茎鞘的干物质分配率则降低;喷灌条件下叶片、颖壳、茎鞘贮藏物质的转化率均低于地面灌溉,其抽穗后生产的干物质对籽粒的贡献率较地面灌溉显著提高;喷灌条件下冬小麦的结实率、千粒重、产量分别较地面灌溉提高了 5.9%、1.23 g、491.4 kg/hm²,差异在处理间均显著。

喷灌和地面灌溉条件下冬小麦群体密度变化的差异是造成喷灌对冬小麦干物质积累具有这种前控后促影响的原因。因为笔者的试验结果还显示,返青后的分蘖迅速分化期,由于地面灌溉灌水量较大,灌水周期长,分蘖期较多的灌水使农田分蘖较多,其群体密度要明显高于喷灌条件下;在分蘖的两极分化期,即拔节后期,与喷灌条件下相比,地面灌溉条件下无效分蘖较多,死亡分蘖数较多;在抽穗期群体密度趋于稳定,喷灌麦田的群体密度和地面灌溉条件下基本相等,二者没有差异^[9]。地面灌溉条件下前期群体密度大造成干物质生产量大,后期随着无

效分蘖的死亡,其群体密度的优势丧失,而其物质生产的净同化率小于喷灌条件下^[10],所以喷灌条件下冬小麦生长后期干物质生产量较大,为籽粒灌浆提供了良好的物质基础。

有研究证实水分条件的不适引起作物生长后期干物质向支持生长的茎鞘转移;水分条件适宜的处理茎鞘分配比例相对较小,叶片分配比例相对较大,叶源器官生物量积累占优势^[11]。喷灌条件下灌水量较小,灌水周期短,灌水量分布均匀,协调了水分在不同生育阶段的分布,调节了植株的水分状态,喷灌条件下土壤水分的分布更适宜于冬小麦的正常生长^[1],喷灌条件下适宜的水分条件减少干物质在茎鞘中的相对分配率,促进干物质向干物质生产器官(叶片、颖壳)和籽粒中的分配,特别是向籽粒中的分配。

李志勇等^[12]的研究指出籽粒灌浆对抽穗前储藏物质运转的依赖性大是不合理的物质生产结构。沈建辉等^[13]研究表明,提高花后干物质同化是提高产量的主要途径。高庆荣等^[14]的试验结果证实,花后积累的干物质有利于增加粒重。与地面灌溉条件下相比,喷灌条件下抽穗后生产的干物质对籽粒的贡献率显著提高,是因为喷灌条件下冬小麦灌浆期叶面积衰减率低,叶绿素含量高,有利于光合产物的生产^[15],为籽粒形成提供了较为充足的干物质供给,所以其抽穗后干物质对籽粒的贡献率较高,有利于增加粒重和提高产量。

参考文献:

- [1] 孙泽强,康跃虎,刘海军. 喷灌冬小麦农田土壤水分分布特征及水量平衡[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(1): 100—107.
- [2] 宫 飞,陈 阜,杨晓光,等. 喷灌对冬小麦水分利用的影响[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(5): 30—34.
- [3] 刘海军,康跃虎,刘士平. 喷灌对冬小麦生长环境的调节及其对水分利用效率影响的研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 46—51.
- [4] 姚素梅,康跃虎,刘海军,等. 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦光合作用日变化的比较研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11): 16—19.
- [5] 杜尧东,王 建,刘作新,等. 春小麦田喷灌的水量分布及小气候效应[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 398—400.
- [6] 杨建昌,朱庆森,王志琴,等. 亚种间杂交稻光合特性及物质积累与运转的研究[J]. 作物学报, 1997, 23(1): 82—88.
- [7] 刘永红,杨 勤,杨文钰,等. 花期干湿交替对玉米干物质积累与再分配的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(11): 1723—1727.
- [8] 秦舒浩,李玲玲. 集雨补灌春小麦花后干物质积累分配及灌浆特性[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 173—176.
- [9] 姚素梅. 喷灌对作物水分生理和产量形成过程的影响——以冬小麦为例[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2005.
- [10] 姚素梅,康跃虎,刘海军,等. 喷灌和地面灌溉条件下冬小麦生长过程差异分析[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 143—147.
- [11] 於 俐,于 强,罗 毅. 水分胁迫对冬小麦物质分配及产量构成的影响[J]. 地理科学进展, 2004, 23(1): 105—112.
- [12] 李志勇,陈建军,陈明灿. 不同水肥条件下冬小麦的干物质积累、产量及水氮利用效率[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(5): 80—83.
- [13] 沈建辉,戴廷波,荆 奇,等. 施氮时期对专用小麦干物质和氮素积累、运转及产量和蛋白质含量的影响[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(1): 55—58.
- [14] 高庆荣,孙兰珍,刘保申. 杂种小麦花后干物质积累转运动态和分配[J]. 作物学报, 2000, 26(2): 163—170.
- [15] Yao S M, Kang Y H, Liu H J. Effects of sprinkler irrigation on photosynthesis features of winter wheat [A]. Huang G H, Pereira L S. Proceedings of the 2004 CIGR International Conference[C]. Beijing: China Agriculture Press, 2004. 454—459.

Studies on dry matter accumulation, partitioning and translocation in winter wheat under sprinkler and surface irrigation conditions

YAO Su-mei^{1,2}, KANG Yue-hu^{1*}, LIU Hai-jun¹

(1. Key Laboratory of Water Cycle and Related Land Surface Processes, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources, CAS, Beijing 100101, China;

2. College of Life Science and Technology, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, He'nan 453003, China)

Abstract: Using Zhongyou 9507 as experiment material, a field experiment was conducted to investigate dry matter accumulation, partitioning and translocation in winter wheat under sprinkler and surface irrigation conditions. The results were as follows: Compared with that under surface irrigation condition, the total amount of dry matter accumulation of the winter wheat under sprinkler irrigation condition was lower from tillering stage to jointing stage, while the total amount of dry matter accumulation under sprinkler irrigation condition was markedly higher from heading stage to mature stage. In addition, sprinkler irrigation had no significant effect on the partitioning rate of winter wheat before heading stage, however sprinkler irrigation decreased the partitioning rate of dry matter to stem and sheath, and promoted the partitioning rate of dry matter to leaf and grain, especially to grain during grain filling stage. The translocation rates of originally stored dry matter of leaf, glume, stem and sheath transporting to spike were declined under sprinkler irrigation, while the rate of dry matter accumulation after heading contributing to grain yield was increased under sprinkler irrigation. Compared with that under surface irrigation condition, the grain ripening percentage, 1000 grains weight and grain yield of winter wheat under sprinkler irrigation condition increased by 5.9%, 1.23 g, 491.4 kg/hm², respectively, and the differences between them were significant. Evapotranspiration was lower and water use efficiency was higher under sprinkler irrigation condition than those under surface irrigation condition.

Keywords: sprinkler irrigation; mode surface irrigation; winter wheat; dry matter; accumulation; partitioning; translocation