

不同水分处理对冬小麦光合生理的影响

郑爱泉 (杨凌职业技术学院, 陕西杨凌 712100)

摘要 [目的]为提出适宜生态环境的农田水分灌溉制度提供理论依据。[方法]在盆栽试验条件下,在冬小麦的拔节期、扬花期、灌浆期进行不同的水分处理,研究不同水分处理对小麦光合生理的影响。[结果]不同水分处理对小麦的蒸腾效率、光合效率、水分利用效率等均有影响;相比之下,低水处理对蒸腾速率的影响比光合速率更为明显,不同的水分处理对冬小麦的光合生理的各项指标包括蒸腾速率、气孔导度、光合速率、胞间 CO_2 浓度、水分利用效率等均有较大的影响,只对叶片温度的影响较小。[结论]该研究有助于实现水分的有效利用,达到节约用水和实现农业高产的目的。

关键词 水分;冬小麦;光合生理

中图分类号 S512 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)19-06143-02

Effects of Different Water Treatment on Winter Wheat Photosynthetic Physiology

ZHENG Ai-quan (Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shanxi 712100)

Abstract [Objective] The research aimed to provide the theoretical basis for the proposal of the cropland water irrigation program suitable for the environment. [Method] Under pot experiment conditions, in jointing stage, flowering stage, filling stage of winter wheat in all the different water treatments, the effects of different water treatment on photosynthesis of wheat were studied. [Result] The different water treatments had impacts on wheat transpiration rate, photosynthetic rate, water use efficiency and so on. Compared with low water treatment, the transpiration rate and photosynthetic rate were more obvious, different water treatments of winter wheat in the optical and physiological indexes including the transpiration rate, stomatal conductance, photosynthetic rate, intercellular CO_2 concentration and water use efficiency had great influence, and only minor effects on the blade temperature. [Conclusion] The research was conducive to realize the effective utilization of the water, and achieve the goal of saving water and the achievement of the high yield.

Key words Water; Winter wheat; Photosynthetic physiology

小麦作为我国最重要的农业作物之一,其高产、优质生产对于保证人们的正常生活水平至关重要。旱地农业是全世界范围内的学术问题。就耕地面积而言,其中有灌溉条件不足的耕地不足 13% 左右,其余的农业生产主要靠天然降水^[1]。水分是限制作物生长发育的主要因素。若不能解决水分短缺的问题,则养分亦不能充分发挥其作用^[2]。中国作为发展中的农业大国,农业用水占总用水量的比例为 60%~80%,但由于不合理的水分利用而导致作物用水效率低下^[3-4]。山东省处于季节性半干旱地区,气候偏旱,绝大部分的降水量集中在 7~9 月。小麦相当于生长在一年之中降水量最少的季节,生长期间的降水量约占小麦生长发育总需水量的 30%,尤其在小麦的返青期到拔节期之间,自然降雨量稀少,严重影响冬小麦前期的生长状况和营养器官的形成。

农业生产主要就是通过光合作用积累更多的产物,达到优质、高产,而水分是影响光合作用的主要因素^[5-6]。土壤水分短缺能够直接影响土壤养分的有效利用及小麦的生长发育^[7]。合理的灌水量和灌溉时期可以使得小麦在整个生育期内对各种自然资源的利用率增加,并且可以使得产量提高,品质得到显著改善^[8-9]。因此,通过研究不同水分处理对冬小麦光合生理各项指标的影响,提出适宜本区生态环境的农田水分灌溉制度,以期实现水分的有效利用,达到节约用水和实现农业高产的目的。

1 材料与试验方法

1.1 供试材料与试验设计 供试小麦种子为济南 17。试验于 2012 年 10 月至 2013 年 5 月在菏泽学院农场进行,采用

花盆种植后移至大田培育生长的种植方式。盆内土质为沙土,沙子与土的配比为 1:1。冬小麦种植密度为平均每 6 cm^2 种植 3 粒种子。试验设 4 个灌水水平:田间饱和持水量、3/4 田间饱和持水量、2/4 田间饱和持水量、1/4 田间饱和持水量。每个处理组合 4 个重复。分别在小麦的拔节期、扬花期、灌浆期初期进行水分处理。

1.2 测定项目与方法 在冬小麦的拔节期、扬花期、灌浆期水分处理后,分别选定有代表性的天气,在早上 9:00~11:00 用 TPS-2 光合仪测定最上部完全展开的冬小麦旗叶的光合速率、胞间 CO_2 浓度、气孔导度、叶片温度、蒸腾速率等光合指标,计算各处理的瞬时水分利用率。

2 结果与分析

2.1 光合速率 从图 1 可以看出,冬小麦各个时期的光合速率在水分处理为田间饱和持水量时最高,而施水量为 1/4 田间饱和持水量最低。这充分说明水分在小麦光合作用中的重要作用。小麦拔节期处于返青之后,随着气温的升高,小麦生长发育加快,所以在水分较高时光合速率也同时期最高;到了扬花期,小麦的各项生理活动较旺盛,因此不同的水分处理对小麦的光合速率产生比较显著的影响;灌浆期是决定小麦粒种的重要时期,小麦的茎叶绿色面积达到最大,此时要充分进行光合作用,所以灌浆期的需水量很大,在水分处理达到最大时光合速率明显地升高。

2.2 蒸腾速率 从图 2 可以看出,拔节期蒸腾速率的变化较大,扬花期蒸腾效率在水分为田间饱和持水量时较高,而在其他水分处理下蒸腾效率无明显变化,灌浆期蒸腾速率随水分的减少而降低。由于中水处理和高水处理为作物生长提供良好的土壤水分环境,作物生长旺盛,农田耗水量较大。但是,低水处理由于较差的土壤水分条件限制了作物的旺盛

蒸腾,且由于限制了作物营养器官的扩展,叶片表面气孔总量较少,蒸腾耗水量相对较少。

的减少均呈下降状态。

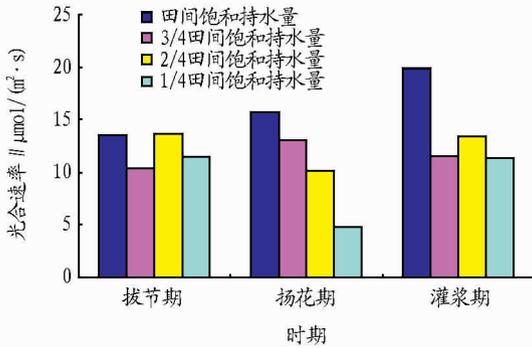


图1 不同水分处理对光合生理的影响

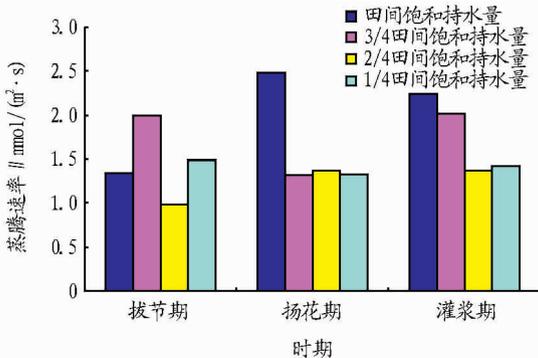


图2 不同水分处理对蒸腾速率的影响

2.3 胞间 CO₂ 浓度 从图3可以看出,自始至终拔节期的胞间 CO₂ 浓度普遍都要高于灌浆期和扬花期。产生这一结果的主要原因可能在于,冬小麦拔节期以营养生殖为主,且小麦处于苗期,光合速率相对于要低于处于小麦成熟期的扬花期和灌浆期,所以拔节期的胞间 CO₂ 浓度相对较高。在拔节期,由于作物叶片中叶绿素含量相对较低,光合作用相对较弱,胞间 CO₂ 浓度高;在灌浆期和扬花期,由于增大了库容,光合作用强烈,作物对 CO₂ 的需求增加,高水处理由于较高的土壤含水量有利于作物气孔的开闭和水汽交换,因而胞间 CO₂ 浓度在各时期相对较高。

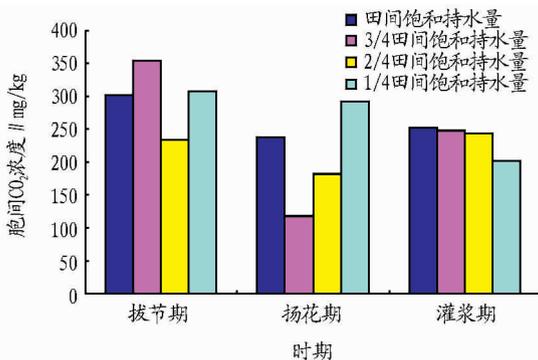


图3 不同水分处理对胞间 CO₂ 浓度的影响

2.4 气孔导度 气孔导度表示气孔张开的程度,影响光合作用、呼吸作用及蒸腾作用。从图4可以看出,拔节期施水量与气孔导度呈不相关变化,但拔节期的气孔导度相对要高于扬花期和灌浆期,扬花期和灌浆期的气孔导度随着施水量

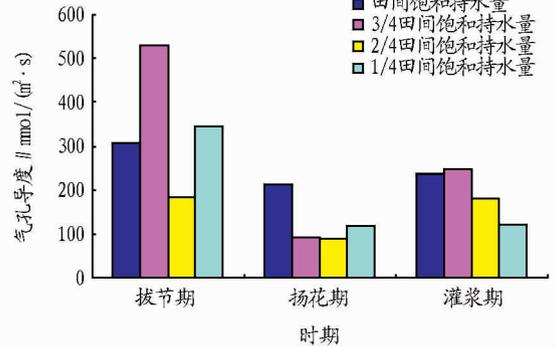


图4 不同水分处理对气孔导度的影响

2.5 叶片瞬时水分利用效率 叶片瞬时水分利用效率是某时刻光合速率与蒸腾速率之比。从图5可以看出,随着施水量的降低,灌浆期的水分利用效率逐步增加,扬花期分别在3/4田间持水量和1/4田间持水量时达到最高和最低的水分利用效率,拔节期的水分利用效率在2/4田间持水量时达到最高。

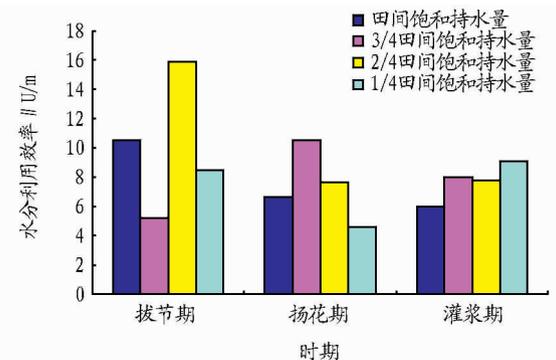


图5 不同水分处理对瞬时水分利用效率的影响

2.6 叶片温度 从图6可以看出,同一生育期不同水分处理对叶片温度的影响不大,随着水分的变化叶片温度基本不变,不同生育期扬花期的叶片温度一直处于最高,灌浆期的温度也一直高于拔节期。这可能与外界大气温度的影响有关。

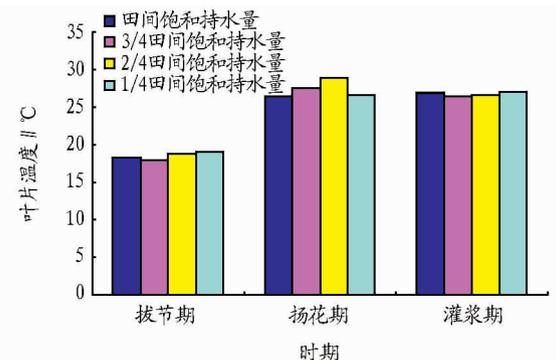


图6 不同水分处理对叶片温度的影响

3 结论

研究表明,小麦拔节期光合速率变化不大,扬花期和灌浆期的光合速率随着水分的减少而呈降低趋势。小麦扬花期和灌浆期降水量相对较少,所以灌水对土壤水分的影响显著,此

也较快,但总体来看该组叶部生长受到抑制,即营养液浓度过高,抑制了黄瓜植株叶的生长发育和光合作用。

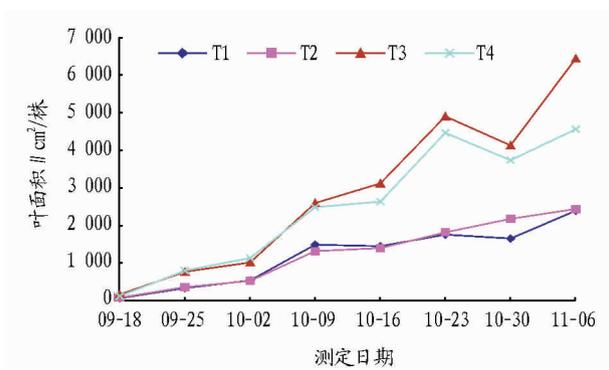


图4 不同营养液浓度对黄瓜叶面积的影响

2.4 不同浓度营养液对黄瓜产量的影响 从图5可以看出,各处理组中,T3处理组黄瓜产量最大,T4处理组第2,T2处理组第3,T1处理组最小。这说明,在充足的营养液条件下,T3处理组营养液浓度最有利于黄瓜生长。

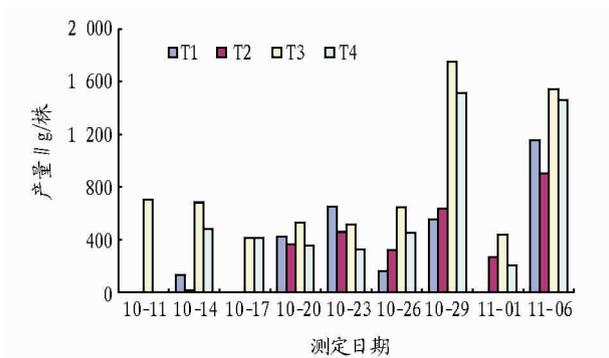


图5 不同营养液浓度对黄瓜产量的影响

3 结论与讨论

温室黄瓜生长的影响因素有多种(温度、湿度、光照强度等)。该试验是在温室中控制光照、温度、湿度等环境因素相同条件下研究不同营养液浓度对黄瓜生长发育的影响。综合分析各处理组黄瓜植株的根、茎、叶、果产量可知,T3处理组(霍格兰营养液稀释50倍)营养液浓度最适合黄瓜植株的生长发育。

目前我国对作物需肥、需水特性的定性定量关系掌握不多,对温室作物采取过量灌溉,对营养液的管理主要通过EC和pH来管理。由于作物对营养液中组分的吸收不同,很容易造成营养液中某些元素不足或过剩,必须更换营养液。这不仅造成水肥资源的浪费,而且污染环境,造成“面污染”。目前欧盟和美国分别通过立法制定了无土栽培中营养液的排放标准。因此,加强对温室作物养分、水分需求规律的研究,在不影响温室作物产量和品质的前提下,尽可能地降低无土栽培中营养液的排放,对提高温室生产中水肥的高效利用和降低环境污染具有十分重要的意义。依据作物需求,按需浇水、定量施肥,也是精细农业研究中不可或缺的一部分。

参考文献

- [1] 任瑞珍. 黄瓜营养液育苗关键技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2012.
- [2] 倪纪恒,毛罕平,马万征. 不同营养液浓度对温室黄瓜叶片光合特性的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 277-281.
- [3] 李邵,薛绪掌,齐飞. 不同营养液浓度对温室盆栽黄瓜产量与品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(6): 1409-1416.
- [4] 欧阳立明,张舜杰,陈剑峰,等. 不同植物生长物质对水培黄瓜幼苗生长和根系发育的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(3): 161-166.
- [5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 4版. 北京:高等教育出版社, 2009.
- [6] 熊杰,符冠富,杨永杰,等. 一氧化氮在植物根系生长发育过程中的作用研究进展[J]. 中华农业大学学报, 2011, 30(3): 375-383.
- [7] 李扬汉. 《植物学》全国高等农业院校教材[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2006.

(上接第6144页)

时的小麦需要充分的光合作用生产来满足生殖生长。水分是光合作用的重要原料。水分的减少会对小麦的光合速率产生明显的影响,对光合作用产生胁迫作用。

小麦的蒸腾速率除了拔节期的变化较大之外,其他生理时期的蒸腾速率都随着水分的减少而降低。随着作物生育进程的不断推进,作物营养器官不断扩张,作物地上部分对地表的遮阴程度不断加大。随着水分的增加,作物体内含水量增加,在相同条件下作物叶片气孔开度增大,作物蒸腾作用增强。由于光合作用较强时消耗的胞间CO₂较多,而胞间CO₂通过气孔与外界大气交换相对较慢,因此呈负相关关系。

参考文献

- [1] 马世均,钮薄,邓新民. 旱农学[M]. 北京:农业出版社, 1991: 3-26.
- [2] 山仑. 植物水分利用效率和半干旱地区农业用水[J]. 植物生理学通讯, 1994, 30(1): 61-66.
- [3] 李广敏,关军峰,李志宏. 作物抗旱生理与节水技术研究[M]. 北京:气象出版社, 2001: 1-9.
- [4] 上官周平,殊培元. 小麦叶片光合作用与其渗透调节能力的关系[J]. 植物生理学报, 1994, 16(4): 347-354.
- [5] 关义新,林葆,凌碧莹. 光、氮及其互作对玉米幼苗叶片光合和碳、氮代谢的影响[J]. 作物学报, 2000, 26(6): 806.
- [6] 房全孝,陈雨沧. 冬小麦节水灌溉的生理生态基础研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(1): 21.
- [7] 张福锁. 环境胁迫与植物营养[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1993: 127-141.
- [8] 王万里,章秀英,吴亚华. 灌浆-成熟期间土壤干旱对小麦籽粒充实和物质运转的影响[J]. 植物生理学报, 1982, 8(1): 67-80.
- [9] 程宪国,汪德水,张美荣. 不同土壤水分条件对冬小麦生长及养分吸收的影响[J]. 中国农业科学, 1996, 29(4): 67-74.