

不同生育期水分亏缺耦合施氮量对花生光合特性和品质的影响

刘玉亚 姚 伟

单县龙王庙镇农业综合服务中心 山东菏泽 274300

摘 要: 在 2021 年和 2022 年本地区试验场地中设计测坑裂区试验, 从而对不同生育期下的施氮量和水分亏缺对花生自身品质和光合特性产生的影响进行探讨, 研究调亏灌溉(处于花针期和饱果期的控水下限是 55%~60%的田间持水量)和充分灌溉(灌水下限是 70%~75%的田间持水率)处理下, 当施氮量处于 0 (N_0) kg/hm²、50 (N_{50}) kg/hm²、100 (N_{100}) kg/hm² 时, 对花生蒸腾速率、光合速率和品质产生的影响。本研究显示, 当花生处于花针期时, 调亏灌溉较之充分灌溉, 其处理下的叶片的蒸腾速率和光合速率较低; 当花生处于结荚期进行复水处理后, 因为出现了补偿效应, 调亏灌溉较之充分灌溉, 其处理下的蒸腾速率和光合速率均较高。当花生处于花针期和结荚期时, 调亏灌溉下再使用 100 kg/hm² 的氮肥对花生的蒸腾速率和光合速率进行了有效提升。和以往水氮处理进行比较发现, 调亏灌溉下在施氮量为 100 kg/hm² 时, 其产出的花生含有的油酸、油脂、亚油酸、蛋白质含量和油亚比均较高, 也就是说这种条件之下产出的花生的储存品质和出油量相对较好。基于此, 调亏灌溉下施氮量为 100 kg/hm² 时, 能够发挥节水增产的作用, 还能够对花生自身品质进行改善, 值得在干旱半干旱地区花生的种植中进行推广。

关键词: 不同生育期; 水分亏缺; 施氮量; 花生光合特性; 花生品质; 影响

Effects of water deficit coupled with nitrogen application at different growth stages on photosynthetic characteristics and quality of peanut

Yuya Liu Wei Yao

Shan County Longwangmiao Town Agricultural Comprehensive Service Center Heze 274300, Shandong Province

Abstract: In 2021 and 2022, experimental plots were designed in the local test site to explore the effects of nitrogen application and water deficit on peanut quality and photosynthetic characteristics at different growth stages. The study investigated the impact of deficit irrigation (maintaining the field water content at 55% to 60% of the field capacity during flowering and pod filling stages) and full irrigation (maintaining the field water content at 70% to 75% of the field capacity) under three nitrogen application levels: 0 kg/ha (N_0), 50 kg/ha (N_{50}), and 100 kg/ha (N_{100}). The study examined the transpiration rate, photosynthetic rate, and quality of peanuts under these treatments. The results showed that during the flowering stage, deficit irrigation resulted in lower transpiration and photosynthetic rates compared to full irrigation. However, after rehydration during the pod filling stage, a compensatory effect was observed, and deficit irrigation resulted in higher transpiration and photosynthetic rates compared to full irrigation. When peanuts were at the flowering and pod filling stages, deficit irrigation combined with 100 kg/ha nitrogen application effectively increased the transpiration and photosynthetic rates. Comparing with previous water and nitrogen treatments, deficit irrigation combined with 100 kg/ha nitrogen application resulted in higher levels of oleic acid, oil content, linoleic acid, protein content, and oil-to-linoleic acid ratio in peanuts, indicating better storage quality and oil yield under these conditions. Based on these findings, deficit irrigation with a nitrogen application rate of 100 kg/ha can not only increase water productivity but also improve peanut quality. Therefore, it is worth promoting in peanut cultivation in arid and semi-arid regions.

Keywords: different growth stages; Water deficit; Nitrogen application rate; Photosynthetic characteristics of peanut; Peanut quality; influence

农业经济发展和水资源息息相关, 是促进农业发展的重要因素, 特别是对于干旱地区来说, 水资源对其农业生产起到了制约作用^[1]。花生具有抗旱耐瘠性, 但是其仍需要一定量的水分供给, 才可以保证自身的健康生长。如果

作物想要实现正常成长, 就需要给予其充足的水分, 水分补给量不足时, 就会对作物产生不良影响, 使其不能对体内含有的营养物质进行分解和转化, 进而降低产量。有研究指出, 如果花生植株含水量在 70% 以下, 会不利于进行

光合作用,也不利于植株吸收养分和利用养分^[2]。调亏灌溉是节水技术之一,具有高效性,使用合理的情况下能够帮助作物实现节水增产,在作物施水过程中有广泛应用。氮肥是基础肥料之一,其可以促进作物的生长,使用得当的情况下能够对作物产量进行有效提升。花生对于氮量的需求很高,氮肥的合理使用不仅能够使得花生健康生长,而且还能发挥延缓植株和叶片衰老的作用,对植株的整体营养状况进行改善,提升光合性能,对氮代谢机能进行提升,增加花生自身干物质积累,最终有效提升其产量^[3]。

一、材料与方法

1.1 试验区基本情况

在2021年和2022年本地区试验场地中设计测坑裂区试验,测坑为潮棕壤土,其设置有滑动遮雨棚,每小区长2m,宽1.5m,面积3m²,为了试验结果更具有准确性,在下雨时需将遮雨棚关闭。

1.2 试验材料

花生品种选用花育30号,选用尿素作氮肥,过磷酸钙为磷肥,硫酸钾为钾肥,把这三种肥料作基肥并且一次性使用完。

1.3 试验设计

试验设计上选择裂区试验,包含因素有灌水下限和施氮量。主区灌水下限包括调亏灌溉和充分灌溉两种水平。两种灌溉方式的上限都设置为90%的田间持水量^[4]。对土壤含水率的测量应用便携式土壤水分测量仪—时域反射仪,同时还要注意控水,如果土壤含水率处于下限需要进行灌水处理使其达到上限。副区是施氮量,包括0(N₀)、50 kg/hm²(N₅₀)、100 kg/hm²(N₁₀₀)3个水平^[5]。试验处理数为6个,1处理中有3次重复,小区数为18个。选择大垄双行种植模式,每2行中间位置设有滴灌带1条,两者距离约15cm,花生株距保持20cm,行距保持50cm,5cm播种深度,把3粒种子放在1穴中,1小区包含20穴。基于土壤含水量的实际情况,给予一定量的底水,从而对出苗情况进行保障^[6]。灌溉方式选择覆膜滴灌,使用黑色地膜(0.007mm厚),滴灌带(25mm直径,0.2mm厚度,30cm滴头间距,2.4L/h滴头流量)。每小区灌水是设置独立控制的,方式为重力滴灌。苗期、花针期、结荚期和饱果期为本试验划分的花生生育期^[7]。

1.4 测定指标

应用Trime管对土壤含水率进行测定;应用LI-6400XT便携式光合仪对花生植株处于花针期和处于结荚期的蒸腾速率和光合速率进行测定;应用0.01g精度的电子秤对花生的荚果产量、百仁质量和百果质量进行测定;应用近红外快速品质分析仪对花生的亚油酸、油酸、棕榈酸、脂肪、蛋白质含量和油亚比等进行测定,并分析花生品质。

1.5 数据处理和统计分析

数据汇总应用Microsoft Excel 2010,方差分析以及显著性检测应用的是统计软件DPS 9.01, Tukey's HSD 检验法用于计算均值差异,聚类分析使用的是R Studio 软件。

二、结果与分析

2.1 施氮量和调亏灌溉对花生净光合速率、蒸腾速率产生的影响

2.1.1 对花生净光合速率产生的影响

当花生处于花针期及结荚期时,使用同一种灌溉方式,施氮量增加时,日平均净光合速率也相应增加,其最大值出现在N₁₀₀时。当花生处于花针期时,使用的施氮量相同时,相比于充分灌溉,调亏灌溉下的日平均净光合速率较低。当花生处于结荚期进行复水处理后,其光合作用得到补偿,使用的施氮量相同的情况下,和充分灌溉相比,调亏灌溉下的日平均净光合速率相当,甚至会出现较高情况。

2.1.2 对花生蒸腾速率产生的影响

当花生处于花针期时,调亏灌溉较之充分灌溉,其日平均蒸腾速率较低,这表明如果在花针期时灌溉量不够就会降低叶片蒸腾作用,施氮量增加时,花生日平均蒸腾速率也相应增加。在花生处于结荚期对其进行复水处理后,调亏灌溉较之充分灌溉,其日平均蒸腾速率较高。花生处于结荚期时,N₅₀较之N₀,不存在明显差异,N₁₀₀较之N₀,其日平均蒸腾速率较高。

2.2 施氮量和调亏灌溉对花生品质产生的影响

不同灌溉方式对花生油酸、棕榈酸和脂肪产生的影响具有显著性,但是施氮量对上述指标产生的影响不具有显著性。灌溉方式和施氮量的共同作用对亚油酸、油酸、棕榈酸、脂肪、蛋白质和油亚比的影响具有显著性。蛋白质含量方面,当都处于N₀时,调亏灌溉较之充分灌溉,其蛋白质含量明显较低;当都处于N₅₀时,调亏灌溉较之充分灌溉,其蛋白质含量明显较高。脂肪含量方面,施氮量和

灌溉方式对其产生的影响和对蛋白质含量产生的影响是相反的。这表明当花生处于低氮水平时,调亏灌溉较之充分灌溉,其对花生的蛋白质含量进行了提高,对花生脂肪含量进行了降低。当施氮量处于 N_{50} 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其亚油酸和棕榈酸含量均较高,油酸含量和油亚比均较低。当施氮量处于 N_{100} 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其油酸含量和油亚比均较高。因此,当施氮量发生变化时,调亏灌溉下花生油酸含量和油亚比也会相应发生变化,当施氮量多时,调亏灌溉能够对花生的油酸含量和油亚比进行提高。

三、讨论

3.1 施氮量和调亏灌溉对花生光合特性产生的影响

对于植株的生长发育来说,光合作用具有重要制约作用,对于产量和干物质积累具有重要影响^[8]。丁红等^[9]的研究表明,对处于不同生育期的花生进行调亏灌溉,能够对花生叶片的气孔导度、蒸腾速率和净光合速率进行一定程度的降低。本研究显示,花生处于花针期时,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的日平均净光合速率明显较低,也就是说水分亏缺使得花生自身的光合作用被抑制,对日平均净光合速率进行了降低;在花生处于结荚期并且进行复水后,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的日平均净光合速率明显较高,这显示进行复水后产生了显著的补偿效应。但是,如果在水分亏缺较为严重的情况下,即使在复水之后,其光合作用恢复好也较为困难。因此,调亏灌溉对光合作用产生影响的关键在于作物水分亏缺的程度,在水分亏缺适当的情况下,再进行复水后,能够对花生自身光合速率进行有效提升。氮肥的合理使用能够使花生对较高水平的光合速率进行保持,在氮素减少的情况下,植株为了自身正常的生理代谢和生长发育,其就会把养分供给到最需要的部位,这样做就会对作物自身光合特性产生一定影响。

3.2 施氮量和调亏灌溉对花生品质产生的影响

适度的调亏灌溉能够帮助作物改善自身品质,能够更好地积累脂肪和形成蛋白质。夏桂敏等^[10]的研究显示,如果想要作物籽粒具有较高的蛋白质含量,就要坚持适量灌溉,灌溉量过多和亏水量过度这两种情况对于作物籽粒积累蛋白质和经过加工处理后的品质都存在不利影响。本研究表明,施氮量水平的高低对于调亏灌溉下的花生自身

蛋白质含量的多少是有重要影响的,当施氮量为 N_0 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的蛋白质含量较低;而施氮量为 N_{50} 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的蛋白质含量较高,这显示当对花生不使用氮肥时,使用调亏灌溉方式对蛋白质形成是不利的,当对花生适量使用氮肥时,使用的调亏灌溉适度对蛋白质形成是有利的。当施氮量为 N_{50} 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的油酸、脂肪和油亚比都较低;而当施氮量为 N_{100} 时,调亏灌溉较之充分灌溉,其处理下的油酸、脂肪和油亚比都较高,这显示当施氮量适宜时,在花生处于花针期和饱果期时,水分亏缺适当的情况下,花生储藏品质和出油量会得到一定程度的提升。当花生水分亏缺时, N_{100} 较之 N_0 ,其处理下的花生籽仁油酸含量较高,这显示当调亏灌溉合理时,使用的氮肥量适宜,能够对籽仁含有的油酸含量进行提高。当花生处于调亏灌溉情况下时, N_{100} 较之 N_0 ,其处理下的花生自身蛋白质含量是不存在明显差异的,这显示调亏灌溉情况下,当施氮量为 100 kg/hm^2 时,其对蛋白质含量是不会产生影响的。

四、结论

当花生处于花针期时,使用调亏灌溉方式,会对其叶片的蒸腾速率和光合速率进行降低,当花生处于结荚期进行复水处理后,产生了补偿效应,调亏灌溉较之充分灌溉,其蒸腾速率和光合速率要相对较高。当花生处于花针期和结荚期,调亏灌溉下使用氮肥为 100 kg/hm^2 时,其蒸腾速率和光合速率较高,这表明氮肥的适量使用,能够在一定程度上弥补由于水分亏缺给花生自身光合作用产生的不利影响。

当施氮量为 N_{100} 的情况下,调亏灌溉较之充分灌溉,其产出花生的油酸、油脂、亚油酸和蛋白质含量和油亚比均较高,也就是说调亏灌溉下的花生储存品质和出油量均较好。所以,调亏灌溉下使用氮肥为 N_{100} 时,能够使得花生种植节水增产,也能够一定程度上对花生品质进行改善,值得被干旱半干旱地区的花生种植借鉴引用。

参考文献:

[1]黄鹏,李援农,谷晓博,房云杰,方恒,徐路全.覆膜条件下不同施氮量对花生产量和水分利用效率的影响[J].节水灌溉,2018,0(12):104-108

[2]刘娜,曲胜男,王晓光,等. 钙钼硼肥对花生光合特性及产量品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2020,51(1):27-34.

[3]张宇,王海新,史普想,等.不同类型有机肥+EM 菌对花生光合特性、土壤养分和产量的影响[J].花生学报,2020,49(3):74-78,88.

[4]党现什,蒋春姬,李憬霖,等. 钙肥对花生产量及生理特性的影响[J].沈阳农业大学学报,2018,49(6):717-723.

[5]史晓龙.施钙对盐胁迫下花生生长发育、生理特性及荚果充实度的影响[D]. 新疆:新疆农业大学,2018.

[6]王建国,唐朝辉,张佳蕾,高华鑫,尹金,李新国,万书波,郭峰.播期与施氮量对花生干物质、产量及氮素吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2022,28(3):507-520

[7]夏桂敏,王瑞敏,黄旭,聂修平,郑俊林,迟道才.调亏灌溉下施氮量对农田 CO₂固定排放和花生产量的影响[J].农业机械学报,2022,53(6):349-358

[8]郭佩,王佳艺,史晓龙,任婧瑶,陈冲,张萍,熊焕焯,张鹤,赵新华,王晓光,于海秋,蒋春姬.施氮量对不同基因型花生结瘤特性及氮素利用的影响[J].沈阳农业大学学报, 2022, 53(4): 385-393