

氮素营养对旱地小麦群体生长特性的调控

杨君林^{1,2,3}, 车宗贤^{1,2}, 冯守疆^{1,2,3}, 赵欣楠^{1,3}, 张旭临^{1,3}

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 武威 733017; 3. 甘肃省新型肥料创制工程实验室, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以氮肥为变量, 在旱作条件下研究了不同氮肥处理对小麦群体结构参数、产量及水分利用率的调控效应。结果表明, 在一定范围内, 小麦群体结构、分蘖、水分利用率和产量均随氮肥用量的增加而增加, 但当氮肥用量增加到一定量时, 反而不利于群体结构和功能的改善。因此, 在旱作农业生产中, 水肥之间具有明显的耦合关系, 肥料的增产作用不仅在于肥料本身, 更重要的还在于与土壤水分的互作。

关键词: 小麦; 群体结构; 氮肥; 水分利用

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)11-0065-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.11.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.11.018)

农业生物产量是由作物本身的遗传特性和生理机能的内在因素以及光、热、水、肥等外界因素综合作用的结果。作物在一定的生产环境条件下, 养分和水分是常用的农业调控措施^[1]。农业科研人员就旱地水分或养分对作物生长发育过程的调控效应做了大量的研究工作, 并取得了不少进展^[2-4], 但养分和水分供应间相互影响的生理作用机制并未得到阐明, 尤其是对生长在干旱地区的雨养作物。山仑等^[5]认为, 在不同土壤水分条件下, 肥料的有效性仍是旱作农业生产中一个重要问题。我们在大田控制条件下, 通过对不同氮素水平的小麦群体生长特性和水分利用的研究, 以期在旱地农业中指导如何在不同水分条件下做到合理施肥, 既能充分发挥肥效以及节约水资源, 又能获得最大经济效益, 并使农作物达到优质高产。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试作物为冬小麦, 指示品种为陇鉴 127。

1.2 试验地概况

试验于 2015—2016 年在甘肃省庆阳市镇原县进行。属典型的黄土高原沟壑区, 土层深厚, 海拔为 1 456 m, 属暖温带半干旱内陆性气候, 年均温 10.3 ℃。年均降水量 582.3 mm, 57%集中在 7—9 月。试验地前茬作物为玉米, 于 9 月底收获后旋耕整地, 施肥播种。供试土壤为瘠土, 播前土壤含水量为 15.3%, 试验管理同大田, 试验田中的养分和水分与普通大田相似。

1.3 试验方法

试验于 2015 年 9 月 29 日整地播种。播前用 3% 咪喃丹颗粒剂 60 kg/hm² 进行土壤消毒。试验小区面积为 18 m² (6 m × 3 m), 试验田四周种植有保

收稿日期: 2018-08-18

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项计划“植物营养与新型肥料创制团队(2017GAAS26)”、甘肃省农业科学院青年基金资助项目(2015GAAS31)。

作者简介: 杨君林(1977—), 男, 甘肃天水人, 副研究员, 主要从事肥料与作物栽培方面的研究工作。联系电话: (0931)7601679。Email: 362200757@qq.com。

通信作者: 车宗贤(1964—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事畜草、农产品质量安全、专用肥料、绿色农业等研究工作。联系电话: (0931)7614717。Email: chezongxian@163.com。

和处理时间对藤本月季扦插生根的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(6): 47-51.

[11] 许晓刚, 童丽丽. 垂丝海棠插穗扦插生根根长解剖学研究[J]. 安徽农业科技, 2006, 34(19): 4889-4891.

[12] 杨永花, 汉美兰, 廖伟彪. 激素对蓝叶忍冬扦插生根的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(8): 28-30.

[13] 寇凤仙, 王丽, 王秋涛. 不同生长调节剂对天目

琼花硬枝扦插生根的影响[J]. 北方园艺, 2012(1): 134-135.

[14] DE KLERK G J, KEPPEL M, BRUGGE J T, *et al.* Timing of the phases in adventitious root formation in apple microcuttings[J]. J. Exp. Bot., 1995(46): 965-972.

(本文责编: 陈伟)

护行。播种时施普通过磷酸钙 1 800 kg/hm² 作底肥, 每小区东西方向种植 15 行, 所有氮肥作底肥一次性施入。试验设置 6 个氮肥水平(表1)。

表 1 试验的处理代码及相应的氮肥用量

处理编号	纯氮	
	kg/hm ²	kg/18 m ²
N0	0	0
N1	50	0.09
N2	100	0.18
N3	150	0.27
N4	200	0.36
N5	250	0.45

小麦播前土壤墒情较好, 播种深度为 6 cm, 行距为 20 cm, 播种量为 120 kg/hm², 各处理依次从南向北布局(N0, N1, N2, N3, N4, N5), 每处理设置 3 次重复, 小区间采用随机排列。据观测, 小麦生长发育期间的降水量为 146.7 mm。

1.4 测定方法

1.4.1 土壤水分 播种前在各小区取土壤样品混合, 然后分析土壤肥力值, 并随机在 6 个小区打 2 m 土钻, 每 20 cm 取样 1 次, 分析播前土壤水分含量。小麦收获后, 再在每个处理中各打 2 m 土钻, 每 10 cm 取样 1 次, 分析收获后土壤中水分含量。土壤含水量用烘干法测定。

1.4.2 分蘖动态调查方法 播种后 7~10 d 小麦出苗, 小麦三叶期在每个小区的中间三行南北方向标记 50 cm 长度麦苗, 并使基本苗数基本相同, 分别在小麦冬前、返青期、拔节期等时期进行分蘖动态监测。

1.4.3 群体结构参数 采用 LAI-2000 型植物冠层分析仪(CAD 公司, 英国)测定小麦群体叶面积系数(LAI)和群体透光率(DIFN)以及冠层叶倾角, 从小麦返青期后到灌浆期间进行动态监测, 每次测定设置 3 次重复。

1.4.4 作物产量的测定 小麦成熟后每个小区采收 0.6 m² (1.0 m × 0.6 m), 自然晒干后进行人工脱粒, 种子晒干后称重并统计籽粒千粒重。

1.4.5 水分利用效率 采用水量平衡方程式计算, 即土壤耗水量 = 播前土壤水分含量 - 收获时土壤水分含量 + 小麦生育期的降水量。计算水分利用效率。

水分利用效率(WUE)= 单位面积产量 / 土壤耗水量

1.5 数据分析方法

所有数据资料运用 Excel 统计分析软件进行分

析。

2 结果与分析

2.1 冠层光合生理特性

2.1.1 叶面积系数 在小麦各生长期, 不同氮肥条件下的群体叶面积指数变化趋势基本一致, 叶面积系数大体随氮肥用量的增加而增加(图1)。由于试验期间各处理未进行人工补灌, 加之当年气候较为干旱, 因此随着小麦的生长发育, 叶面积系数随氮肥的变化趋势趋于平缓。在小麦拔节期(4月16日左右)后, 在施氮量超过 200 kg/hm² 时, 叶面积指数略呈下降趋势。在小麦开花灌浆期(6月5日), 氮肥用量大于 50 kg/hm² 时, 叶面积指数变化很小, 已达到基本稳定。

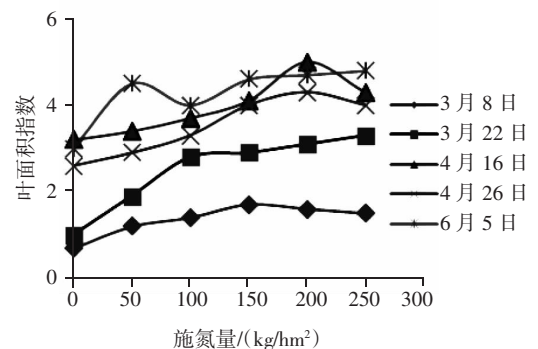


图 1 不同氮素条件下小麦叶面积指数的变化

2.1.2 冠层透光率 作物冠层光截获率与群体光合生理特性及籽粒产量间存在明显正相关^[6]。在小麦不同生育期, 群体透光率随施氮量的增加变化趋势基本一致, 各时期曲线变化随施氮量增加先增加然后降低、再出现上升趋势。尤其施氮量在 50 kg/hm² 时, 上升最高(图2)。当施氮量大于 100 kg/hm² 时, 施氮量对小麦群体透光率的调控作用不明显。氮素营养对小麦群体透光率的调控作用在后期要明显强于小麦生长发育前期。

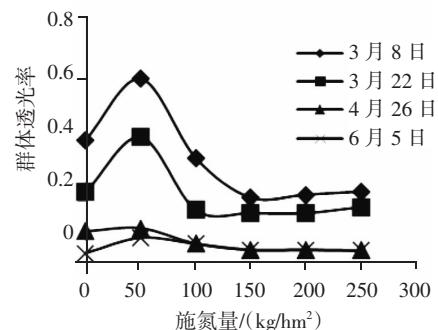


图 2 不同氮素条件下小麦群体透光率的变化

2.2 群体分蘖动态

在小麦生长发育过程中, 群体分蘖均随氮肥

用量的增加而明显增加(图3)。当氮素营养为 200 kg/hm² 时, 小麦群体分蘖在冬前和返青期达到最高, 当氮肥用量再增加时, 分蘖能力就会降低。施用氮肥可明显促进小麦分蘖成穗能力, 但各氮肥处理间差异不明显。因此, 在干旱条件下, 适量施用氮肥可提高小麦的成穗率, 过量施用氮肥并不能促使小麦分蘖, 反而会抑制分蘖。

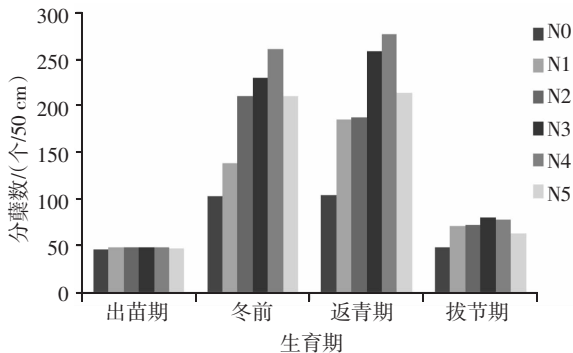


图3 不同氮素条件下小麦群体分蘖动态变化

2.3 产量

在试验条件下, 当施氮量小于 200 kg/hm² 时, 小麦产量随氮肥用量增加而增加, 增产效果明显; 当施氮量超过 200 kg/hm² 时, 产量随氮肥用量增加反而降低(图4)。当氮肥用量达到 100 kg/hm² 时, 小麦产量达到最高, 这时产量并不随氮肥用量增加而增加。这表明, 在干旱条件下, 当施氮量超过一定量时, 增施氮肥并不能促使小麦产量增加, 相反会使小麦产量降低。由于当年度干旱较严重, 氮肥的适宜用量为 50~100 kg/hm², 这时氮肥的增产作用较好。

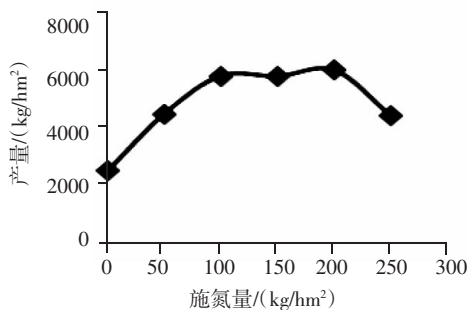


图4 不同氮素条件下小麦产量变化

2.4 水分利用效率

在试验条件下, 小麦水分利用效率随氮肥用量的增加表现为抛物形的变化趋势(图5)。当氮肥用量小于 150 kg/hm² 时, 增施氮肥可明显改善小麦的水分利用效率, 水分利用效率随施氮量的增加显著上升。但当施氮量达到 150 kg/hm² 时, 水

分利用效率反而下降。

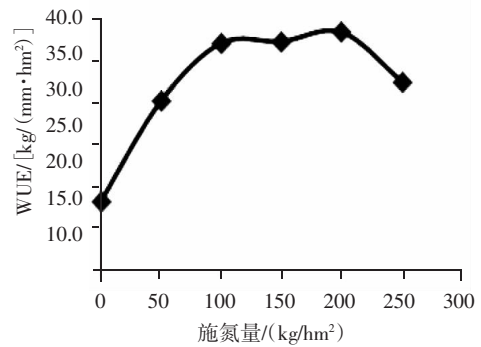


图5 不同氮素条件下小麦水分利用效率变化

3 小结与讨论

在干旱条件下, 作物对于干旱的适应性是作物适应干旱环境的一种综合生理生态机制, 通过作物的形态、生长发育、生理和代谢等环节表现^[7]。小麦分蘖是长期适应外界条件系统发育的结果, 是环境和群体的“缓冲者”。试验表明, 施用氮肥可明显的调节小麦个体的分蘖特性, 但过量施用氮肥增加了小麦群体的无效分蘖, 增加了土壤有限水肥资源的损耗, 降低有效成穗率。适量施用氮肥可促使小麦有效分蘖增加, 增加单株的有效茎数, 有利于形成结构与功能良好的群体冠层, 提高群体同化能力, 但如施氮过高, 会降低水肥资源的利用效率, 并引起作物减产, 尤其在水分条件较差的旱地。所以, 氮肥对作物的调控作用是随土壤水分状况而异, 因此, 在旱地农业生产实践中, 水肥等要素的投入必须相互间保持一个适宜的比例, 才能同时充分发挥每一投入要素的作用, 农业生产的效益才会更大些。

参考文献:

- [1] 张岁岐, 山 仑. 氮素营养对春小麦抗旱适应性及水分利用的影响 [M] //汪德水. 旱地农田肥水关系原理与调控技术. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [2] 上官周平. 氮素营养对旱作小麦光合特性的调控[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(2): 105-109.
- [3] 汪德水, 程宪国, 张美荣, 等. 肥水在农业生产中的相关效应研究[M] //汪德水. 旱地农田肥水关系原理与调控技术. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [4] 李春俭. 土壤与植物营养研究进展[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001.
- [5] 山 仑, 邓西平, 苏 佩, 等. 挖掘作物抗旱节水潜力[J]. 中国农业科技导报, 2000, 2(2): 66-70.
- [6] 陈宏达. 作物群体生理研究[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1989.

长效缓释小麦专用肥施用效果研究

冯守疆^{1,2,3}, 车宗贤^{1,2,3}, 赵欣楠^{1,2}, 杨君林^{1,2,3}, 张旭临^{1,2}, 巩俊花⁴

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省新型肥料创制工程实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 武威 733017; 4. 施可丰化工股份有限公司, 山东 临沂 276016)

摘要: 2009—2011年, 在农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站开展长效缓释小麦专用肥的施用效果研究定位试验。结果表明, 长效缓释小麦专用肥用量的纯养分为常规施肥(总养分 375 kg/hm², N 225 kg/hm², P₂O₅ 150 kg/hm²)的-10%~10%时, 小麦的各经济性性状指标、产量、经济效益及对土壤养分的维持均优于常规施肥处理。长效缓释小麦专用肥用量的纯养分为常规施肥的-20%~-10%时, 小麦的各经济性性状指标、产量、经济效益及对土壤养分的维持与常规施肥具有同等作用。

关键词: 长效缓释; 专用肥; 新型肥料; 小麦; 产量; 经济效益; 土壤养分

中图分类号: S512.1; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)11-0068-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.11.019

甘肃省是中国小麦主产省之一, 2009年以来, 小麦种植面积保持在 83.3 万 hm² 以上, 约占全国的 3.5%; 总产量约为 250 万 t, 约占全国小麦总产量的 2.2%^[1-3], 小麦总产量占甘肃省粮食总产量的 26%~33%^[4]。甘肃省小麦平均产量仅为 3 366 kg/hm², 只有全国平均单产的 56%^[5-7], 供给率不足 60%, 这主要是由于甘肃省小麦平均单位面积产量低所造成, 因此, 提高小麦单产, 实现小麦产量的增加显得尤为重要。科学施肥是提高作物产量的重要途径^[8], 作物专用肥是科学施肥技术的物化产品。甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所与施可丰化工股份有限公司研制出了长效缓释小麦专用肥, 为进一步验证长效缓释小麦专用肥的肥效, 为大面积示范推广提供技术支持, 我们开展了长效缓释小麦专用肥施用效果研究, 以为甘肃省小麦产业的健康发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于农业部甘肃耕地保育与农业环境

科学观测实验站。当地海拔 1 504 m, 为温带大陆性干旱气候, 无霜期 150 d, 年平均气温 7.7 ℃, ≥10 ℃的有效积温 3 016 ℃, 年日照时数 2 800~3 300 h, 平均降水量 222 mm, 蒸发量 2 021 mm, 属甘肃省河西灌溉农业区。试验地土壤为灌漠土, 0~20 cm 耕层土壤含有机质 19.8 g/kg、全氮 1.28 g/kg、全磷 0.38 g/kg、全钾 1.2 g/kg、碱解氮 72.1 mg/kg、速效磷 18.2 mg/kg、速效钾 118.7 mg/kg。该试验为 3 a 定位试验, 时间为 2009 年 3 月至 2011 年 10 月。

1.2 供试材料

长效缓释小麦专用肥, N+P₂O₅+K₂O≥46.0%, 养分含量为 23-13-10, 颗粒, 含 NAM 稳定性肥料增效剂(具有控氮活磷作用), 由施可丰化工股份有限公司生产提供; 尿素(含 N 46.4%, 市购); 普通过磷酸钙(P₂O₅≥14.0%, 市购)。指示小麦品种为宁春 3 号。

1.3 试验方法

试验设 6 个处理, 处理 1 (CK₀)为空白, 不施

收稿日期: 2018-08-28

基金项目: 所企合作项目“施可丰稳定性肥料示范网络建设”部分内容; 甘肃省农业科学院农业科技创新专项计划“植物营养与新型肥料创制团队(2017GAAS26)”部分内容。

作者简介: 冯守疆(1979—), 男, 内蒙古乌兰察布人, 助理研究员, 主要从事新型肥料研究工作。联系电话: (0931) 7601679。

通信作者: 车宗贤(1964—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事畜草、农产品质量安全、专用肥料、绿色农业等研究工作。联系电话: (0931) 7614717。Email: chezongxian@163.com。

[7] 戴万红, 吕殿青. 娄土旱作区施肥对小麦产量和水分利用效率的影响[M]//汪德水. 旱地农田肥水关系原

理与调控技术. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.

(本文责编: 陈 珩)