

追施海藻叶面肥对盐碱地冬小麦生长及其产量的影响

李旭霖^{1,2}, 王宗仁^{1,2}, 胡景田^{1,2}, 柳新伟^{1,2}, 崔德杰^{1,2}, 秦怀跃³ (1. 青岛农业大学资源与环境学院, 山东青岛 266109; 2. 东营市“青农”黄河三角洲盐碱地综合利用及生态农业研究中心, 山东东营 257452; 3. 烟台勃生农业技术服务有限公司, 山东烟台, 264000)

摘要 [目的]探究追施海藻叶面肥对冬小麦生长和产量的影响。[方法]以喷清水为对照(CK), 分别在小麦拔节期、抽穗期和灌浆期以 2.5、5.0、7.5 g/L 浓度的叶面肥对冬小麦进行追肥, 并对冬小麦生长情况和生产能力进行观测比较。[结果]喷施海藻叶面肥处理能增加冬小麦群体数、株高、叶面积、叶绿素含量和养分运输能力、抗倒伏、抗盐碱及其后续生长能力, 其中喷施 5.0 和 7.5 g/L 叶面肥处理的效果达到了极显著水平; 在生产能力方面, 喷施海藻叶面肥处理能增加冬小麦生物产量和籽粒产量, 喷施 5.0 和 7.5 g/L 叶面肥处理的效果极其显著。[结论]中高量喷施海藻叶面肥的效果较好。

关键词 海藻叶面肥; 盐碱地, 小麦生长指标; 生物产量

中图分类号 S512.1⁺1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0032-02

Effects of Topdressing Seaweeds Foliar Fertilizer on Growth and Yield of Winter Wheat in Saline-alkali Land

LI Xu-lin^{1,2}, WANG Zong-ren^{1,2}, HU Jing-tian^{1,2} et al (1. College of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. “Qingnong” Research Center of Ecological Agriculture and Comprehensive Utilization on Saline-alkali Land in the Yellow River Delta of Dongying City, Dongying, Shandong 257452)

Abstract [Objective] To investigate the effects of topdressing seaweeds foliar fertilizer on growth and yield increase of winter wheat. [Method] With spraying clean water as the control, topdressing of 2.5, 5.0 and 7.5 g/L foliar fertilizer were carried out at wheat jointing stage, heading stage and filling stage, respectively. The wheat growth and yield were observed and compared. [Result] Spraying the seaweeds foliar fertilizer could increase remarkably the number of winter wheat group, plant height, leaf area, chlorophyll content, nutrient transport capacity, lodging resistance, salt resistance and its subsequent growth ability. Among them, effects of spraying 5.0 and 7.5 g/L foliar fertilizer reached extremely significant level. At the same time, spraying seaweeds foliar fertilizer could increase the biomass yield and grain yield of winter wheat in terms of productive capacity, and treatment effects of 5.0 and 7.5 g/L were extremely effective. [Conclusion] Spraying seaweed foliar fertilizers of medium and high dosage have the best effect.

Key words Seaweeds foliar fertilizer; Saline-alkali land; Wheat growth index; Biological yield

小麦是世界上最主要的粮食作物之一, 提高小麦的品质与产量成了近年来科研人员努力的方向。小麦生长周期较长, 需肥量大, 特别是在小麦生长的中后期, 土壤往往难以满足小麦对于养分的需求, 若不能从土壤中吸收足够的养分, 就会引起小麦早衰, 进而严重影响小麦的品质与产量。叶面施肥是新时期土壤施肥之外的一条有效施肥途径, 具有方法简单、肥效迅速、用量少、利用率高的特点, 特别是在作物生长后期效果显著。我国从 20 世纪 70 年代开始, 主要在水稻、小麦、玉米等粮食作物和经济作物叶面上喷施微量元素以及尿素、过磷酸钙、磷酸二氢钾等化学肥料的水溶肥, 矫正微量元素缺乏和促进粮食作物后期养分累积, 从而提高产量。随着叶面肥的种类越来越多、普及越来越广, 功能越来越多样化, 叶面喷施菌肥浸出液、沼气浸出液、稀土肥、海藻肥的应用报道也逐渐增多^[1-2]。在小麦生长的中后期喷施叶面肥, 不仅能及时补充营养, 弥补根系对养分吸收的不足, 增强其生理机能, 满足小麦生长发育需要, 增加小麦抗逆性, 还能减缓叶片衰老, 提高灌浆速率, 促进籽粒饱满, 增加粒重, 是确保小麦高产优质的措施^[3-7]。目前, 在盐碱地冬小麦喷施叶面肥鲜见报道。鉴于此, 笔者通过在黄河三角洲盐碱地冬小麦上通过喷施海藻叶面肥, 探讨其对冬小麦生长及产量的影响, 为盐碱地改良利用和冬小麦增产提供科学依据。

基金项目 山东省重点研发计划项目(2016CYJS05A01-7)。
作者简介 李旭霖(1964—), 男, 陕西凤翔人, 副教授, 博士, 从事盐碱地改良与农业持续发展研究。
收稿日期 2017-09-30

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验在山东省东营市山东汇邦渤海农场进行。供试肥料为基于专利 ZL200910059136.9, 由烟台勃生农业技术服务有限公司、山东世宝生物工程有限公司联合生产的“宝世宝”世宝七号氨基酸叶面肥。小麦品种为济麦 22 号。供试土壤 pH 8.04, 有机质含量 13.41 g/kg, 碱解氮含量 164.5 mg/kg, 有效磷含量 33.5 mg/kg, 速效钾含量 118.1 mg/kg。

1.2 试验设计 试验于 2017 年 3 月 20 日开始。采用 4 个处理, 分别为施用清水处理(CK)、施用 0.25% 叶面肥处理、施用 0.50% 叶面肥处理、施用 0.75% 叶面肥处理。设 3 次重复, 采用区组随机排列。分别在拔节期、抽穗期以及灌浆期对冬小麦进行叶面肥喷施, 并对冬小麦的群体数、株高、基部节间、穗下节间、叶面积、叶绿素、地上部分干物质量、根系干重等指标进行测定与比较, 并于 6 月初进行测产。

1.3 数据处理 采用 Microsoft Excel 2007 软件对上述测定的指标数据进行归纳和处理, 用 SAS 软件对数据进行统计分析和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 喷施海藻叶面肥对冬小麦生长的影响

2.1.1 群体数。 抽穗期冬小麦群体数为 1 038.9 ~ 1 283.3 株/m², 灌浆期群体数减少到 794.4 ~ 922.2 株/m², 减少了 23.5% ~ 30.1%。喷施过海藻叶面肥使冬小麦的群体数都有所增加, 与 CK 相比, 0.5% 处理和 0.75% 处理均达到了差异显著水平, 0.25% 处理差异不显著。成穗率(灌浆期群体数/抽穗期群体数)达 69.9% ~ 76.5%。

2.1.2 株高。抽穗期冬小麦株高为 36.2 ~ 41.3 cm,灌浆期株高增加到 47.7 ~ 55.4 cm,增加了 29.6% ~ 34.5%。喷施过海藻叶面肥使冬小麦的株高都有所增加,增加了 10.7% ~ 16.0%,与 CK 相比均达到了差异极显著水平。

表 1 喷施海藻叶面肥对冬小麦生长的影响

Table 1 Effects of spraying seaweeds foliar fertilizer on the growth of winter wheat

处理 Treatment	群体数 Population number//株/m ²		株高 Plant height//cm		叶面积 Leaf area//cm ²		SPAD		基部节 间长度 Basal internode length//cm	基部节 间质量 Basal internode quality//g	穗下节 间长度 Lenght of internodes under spikes cm
	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage			
CK	1038.9 B	794.4 B	36.23 B	47.77 B	6.71 B	9.44 C	56.47 B	53.32 C	6.97 A	0.071 A	13.26 A
0.25%	1133.4 B	805.6 B	40.82 A	52.90 BA	7.84 A	10.21 BC	58.77 B	54.71 BC	6.42 B	0.065 AB	14.50 A
0.50%	1283.3 A	922.2 A	41.21 A	55.43 A	8.70 A	11.59 A	60.50 A	57.51 A	5.61 C	0.052 B	15.26 A
0.75%	1272.0 A	888.9 AB	41.30 A	55.15 A	8.39 A	10.93B A	61.03 A	57.11 BA	5.62 C	0.054 B	15.20 A

注:同列不同大写字母表示差异极显著
Note: Different capital letters in the same column indicated significant differences

2.1.3 叶面积。抽穗期冬小麦叶面积为 6.71 ~ 18.70 cm²,灌浆期叶面积增加到 9.44 ~ 11.59 cm²,增加了 30.3% ~ 40.6%。喷施过海藻叶面肥使冬小麦的叶面积都有所增加,与 CK 相比,0.5% 处理和 0.75% 处理均达到了差异极显著水平,0.25% 处理差异不太显著;叶面积增加率从大到小依次为 0.5% 处理、0.75% 处理、0.25% 处理。

2.1.4 SPAD。抽穗期冬小麦 SPAD 值(叶绿素含量)为 56.47 ~ 61.03,灌浆期 SPAD 值减少到 53.32 ~ 57.51,减少了 4.94% ~ 6.91%。喷施过海藻叶面肥使冬小麦的 SPAD 值均有所增加,与 CK 相比,0.5% 处理和 0.75% 处理均达到了差异极显著水平,而 0.25% 处理差异不太显著。

2.1.5 抗倒伏能力。用基部节间生长情况表征小麦的抗倒伏能力。冬小麦基部节间长度为 5.61 ~ 6.97 cm,基部节间质量为 0.052 ~ 0.071 g;喷施过海藻叶面肥使冬小麦的基部节间长度和质量呈现不同程度的减小,与 CK 相比,0.5% 和 0.75% 处理基部节间长度和质量减小均达到了差异极显著水平,分别减少 19.3% ~ 19.4% 和 24.4% ~ 26.5%,0.25% 处理差异较显著。冬小麦基部节间单位长度质量在 9.3 ~ 10.2 g/mm,喷施过海藻叶面肥使冬小麦的单位长度质量都有所减小,各处理间差异均不显著,说明喷施过海藻叶面肥

使冬小麦的抗倒伏能力有所增强,但增加的效果并不显著。

2.1.6 养分运输能力。用穗下节间长度及其与基部节间长度比表征小麦的养分运输及后期生长能力。冬小麦穗下节间长度为 13.50 ~ 15.26 cm,喷施过海藻叶面肥使冬小麦的基部节间长度呈现明显的增加,与 CK 相比,增加幅度从大到小依次为 0.5% 处理、0.75% 处理、0.25% 处理,各处理间差异均不显著;冬小麦穗下节间长度与基部节间长度比在 1.90 ~ 2.72,喷施过海藻叶面肥使冬小麦的穗下基部节间长度比都明显增大。与 CK 相比,增加幅度在 18.54% ~ 42.79%,增加幅度从大到小依次为 0.5% 处理、0.75% 处理、0.25% 处理,说明喷施过海藻叶面肥使冬小麦向穗部的养分运输能力及后期生长能力明显增强,其中 0.5% 处理最大,0.75% 处理次之。

2.2 喷施海藻叶面肥对冬小麦生产能力的影响

2.2.1 地上部分干物质量。抽穗期冬小麦地上部分干物质量为 0.705 ~ 0.863 g,灌浆期地上部分干物质量增加到 1.3 ~ 1.51 g,增加 71.5% ~ 84.3%。从表 2 可以看出,无论是在抽穗期还是灌浆期,喷施海藻叶面肥处理的冬小麦平均地上干物质量都明显高于对照,说明喷施叶面肥能显著促进冬小麦地上部分的干物质量。与 CK 相比,0.5% 处理和 0.75% 处理均达到了差异极显著水平,0.25% 处理差异不太显著。

表 2 喷施海藻叶面肥对冬小麦生产能力的影响

Table 2 Effects of spraying seaweeds foliar fertilizer on the productive capacity of winter wheat

处理 Treatment	地上部分干物质量 Dry matter quality of overground part//g		根系干重 Dry weight of root system//g		穗数 Ear number 万/hm ²	穗粒数 Seeds per ear	千粒重 1000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage	抽穗期 Heading stage	灌浆期 Filling stage				
CK	0.705 C	1.30 B	0.026 C	0.043 B	640.32 C	34.27 A	23.59 B	5 177.4 C
0.25%	0.767 B	1.40 BA	0.032 B	0.049 BA	650.33 C	35.15 A	24.16 B	5 521.7 B
0.50%	0.863 A	1.51 A	0.034 BA	0.053 A	690.35 B	35.00 A	25.39 A	6 134.0 A
0.75%	0.863 A	1.48 A	0.039 A	0.051 BA	740.37 A	35.12 A	23.87 B	6 206.8 A

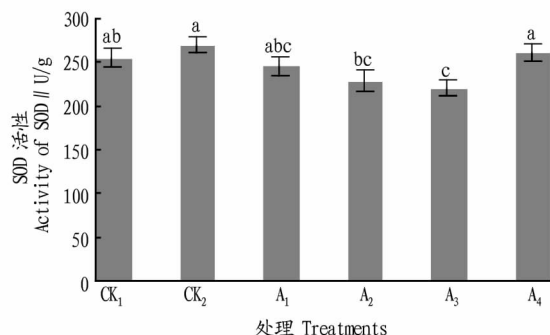
注:同列不同大写字母表示差异极显著
Note: Different capital letters in the same column indicated significant differences

2.2.2 根系干重。抽穗期冬小麦根系干重为 0.026 ~ 0.039 g,灌浆期根系干重增加到 0.043 ~ 0.053 g,增加了 30% ~ 67%。从表 2 可以看出,无论是在抽穗期还是灌浆期,喷施海藻叶面肥处理的冬小麦根系干重都有一定程度增

加,与 CK 相比,效果比较显著。

抽穗期地上地下干物质比为 22.1:1 ~ 28.1:1,灌浆期为 26.9:1 ~ 30.0:1,说明喷施叶面肥促进冬小麦地上部分物质
(下转第 44 页)

100 mg/L 的赤霉素处理对缓解幼苗叶片的盐害作用最为明显。



注:不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图3 不同处理对甘蓝叶片 SOD 活性的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on SOD activity in leaves of *B. oleracea*

3 结论与讨论

该试验研究了不同浓度的赤霉素对盐胁迫下甘蓝种子萌发及幼苗生长的影响,在赤霉素浓度为 100 mg/L 的盐胁迫条件下,甘蓝种子的发芽势、发芽率、发芽指数最高,分别为 79%、96%、76.555;同时幼苗的株高、最大根长和根冠比分别为 16.900 cm、13.788 cm、0.268。

有研究表明,丙二醛含量的高低能在一定程度上反映植物耐盐胁迫的能力,可作为植物耐盐性的鉴定指标。该试验中 100 mg/L 赤霉素处理叶片中的丙二醛含量最低,为 0.289 6 $\mu\text{mol/g}$,缓解作用最为明显。POD、SOD 作为保护酶,是机体内清除活性氧,保持体内代谢平衡的酶,对活性氧的清除避免了自由基对机体的伤害^[15]。在赤霉素浓度为

100 mg/L 时,甘蓝幼苗叶片内 POD 和 SOD 活性最高,分别为 122.5 U/(g·min) 和 269.446 U/g。说明适宜浓度的赤霉素处理,通过提高细胞内保护酶活性来缓解盐胁迫对幼苗的伤害,促进幼苗的生长。幼苗体内的 POD、SOD 活性提高,抑制膜脂过氧化产物丙二醛的积累,缓解盐害,提高甘蓝的抗盐性。该研究为探讨甘蓝的耐盐机理以及实现甘蓝高产优质化生产提供理论依据和技术支撑。

参考文献

- [1] 刘晓东,牟金贵,闫凤岐,等. 滴灌条件下配方施肥对冀北甘蓝生产的影响[J]. 中国农学通报,2016,32(19):39-45.
- [2] 元沛沛,冉圣宏,张凯. 不同灌溉方式和作物类型对西北干旱区耕地土壤盐渍化的影响[J]. 农业环境科学学报,2012,31(4):780-785.
- [3] 华军,张文斌,王勤礼,等. 甘肃张掖市甘蓝品种比较试验初报[J]. 中国园艺文摘,2016,32(1):28-29,62.
- [4] LI P, HUA C, ZHOU Q C, et al. Effects of exogenous GA₃ on seed germination and seedling growth of *Salicornia europaea* L. under salt stress[J]. Agricultural science & technology, 2011, 12(2):217-221.
- [5] 张金平. 赤霉素:植物体内的天然激素[J]. 农药市场信息,2016(29/30):69-70.
- [6] 李翊华,陈修斌,王燕慧,等. 盐胁迫下赤霉素对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报,2014,23(9):207-210.
- [7] 刘拴成,曹兴明,穆俊祥,等. 外源激素对盐胁迫下番茄种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2016,35(12):94-98.
- [8] 凌娜,侯江涛. 赤霉素浸种处理对盐胁迫下辣椒种子萌发的影响[J]. 商丘职业技术学院学报,2017,16(2):106-108.
- [9] 薛志忠,吴新海. 赤霉素对盐胁迫下番茄种子萌发特性的影响[J]. 北方园艺,2011(15):59-61.
- [10] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004:115-116.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:67-85.
- [12] 王耀晶,王厚鑫,刘鸣达. 盐胁迫下硅对草地早熟禾生理特性的影响[J]. 中国草地学报,2012,34(6):13-17.
- [13] 郑飞雪,魏民,牟同水. NaCl 胁迫对羽衣甘蓝生理生化指标的影响[J]. 北方园艺,2010(17):42-44.
- [14] 顾华杰,叶亚新,金健,等. La³⁺ 对低温胁迫冬小麦幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(21):9914-9916,9960.
- [15] 陈碧华,罗庆熙,张百俊. 热激处理对甘蓝幼苗叶片保护酶活性和膜透性的影响[J]. 华北农学报,2006,21(5):6-8.

(上接第 33 页)

增加量大于根系部分;与 CK 相比,地上地下干物质比由抽穗期的差异显著变成差异不显著,表明追施叶面肥对冬小麦生物质量积累有促进作用,且随着浓度的增大,促进作用越显著。

2.2.3 籽粒产量。冬小麦穗粒数为 34.27~35.15,千粒重为 23.59~25.39 g,产量为 5 177.4~6 206.8 kg/hm²。除了 0.5% 处理千粒重有明显差异,增加率为 7.6% 外,喷施海藻叶面肥其他处理的冬小麦穗粒数和千粒重与 CK 没有明显差异;喷施海藻叶面肥处理的冬小麦籽粒产量与 CK 都有显著差异,0.5% 处理和 0.75% 处理差异更大,增产率达 18.48%~19.88%。由此可见,较高浓度的叶面肥对冬小麦增产的效果十分显著。

4 小结

通过在冬小麦的拔节期、抽穗期和灌浆期喷施海藻叶面肥对冬小麦生长和生产指标分析结果如下:

(1) 喷施海藻叶面肥处理能增加冬小麦群体数、株高、叶面积、叶绿素含量和养分运输能力、抗倒伏、抗盐碱及其后续生长能力,其中喷施 0.50% 和 0.75% 叶面肥处理的效果达极

显著水平。

(2) 在生产能力方面,喷施海藻叶面肥处理能增加冬小麦生物产量和籽粒产量,喷施 0.50% 和 0.75% 叶面肥处理的效果极显著。

综合分析来看,冬小麦在拔节期、抽穗期和灌浆期追施“宝世宝”海藻叶面肥可以有效的促进冬小麦的生长发育和其最终的产量,但其喷施浓度不能过低,中高量(0.50% 和 0.75%) 喷施海藻叶面肥的效果较好。

参考文献

- [1] 彭琳,黄凯. 旱地油菜施用硼、钼和稀土肥的肥效试验[J]. 中国土壤与肥料,1979(6):40-41.
- [2] 陶龙红,王友好,房传胜. 新型海藻叶面肥在作物上的应用效果[J]. 安徽农业科学,2006,34(15):3755-3756.
- [3] 张精英. 小麦中后期叶面施肥[J]. 现代农业科技,2006(7):35.
- [4] 劳红磊. 小麦喷施水溶性肥料的肥效试验研究[J]. 安徽农学通报,2012,18(2):58,73.
- [5] 白红波,吕平安,吕元丰,等. 小麦花后叶面喷肥对籽粒灌浆和产量的影响[J]. 农业科技通讯,2012(3):41-43.
- [6] 李修平,朱涛,朱丽萍. 叶面肥与农药配合喷施对冬小麦产量和产量构成的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(21):169-172.
- [7] 闫军营,裴瑞杰. 喷施叶面肥对灌溉区小麦光合特性和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(10):2872-2873,2876.