

松土促根剂对土壤质地、冬小麦产量和淀粉糊化特性的影响

谢迎新¹,白雪莹¹,张传忠²,靳海洋¹,郭天财¹,王晨阳¹

(1. 河南粮食作物协同创新中心,小麦玉米作物学国家重点实验室,河南农业大学 农学院,国家小麦工程技术研究中心,河南 郑州 450002;2. 商丘市土肥站,河南 商丘 476000)

摘要:为了解决近年来华北地区麦田因多年旋耕导致土壤耕层过浅、土壤质地变差、小麦根系发育不良以及小麦产量品质降低等问题,在平衡配方施肥的基础上,通过田间试验研究了 Agri-star 松土促根剂对土壤质地及小麦产量和淀粉糊化特性的影响。结果表明,施用松土促根剂和土壤深耕处理均可起到降低土壤容重,增加单位体积小麦根系质量,改善土壤理化性状的作用。此外,施用松土促根剂能够提高冬小麦成穗数和穗粒数,进而起到提高小麦籽粒产量的效果,其中以 1 号松土促根剂 + 配方肥处理籽粒产量最高,平均达 7 925 kg/hm²,较单施配方肥处理增产 12.9%。研究还发现,施用配方肥、添加松土促根剂或者进行土壤深耕处理能够改善小麦籽粒淀粉品质,同样也以 1 号松土促根剂 + 配方肥处理效果最好。综合比较分析,在当前华北地区免耕、旋耕麦田,应用 Agri-star 松土促根剂可以改善土壤质地,提高小麦产量和改善小麦籽粒淀粉品质,具有广阔的应用前景。

关键词:松土促根剂;冬小麦;土壤质地;籽粒产量;淀粉糊化特性

中图分类号:S158 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2015)03-0230-04

doi:10.7668/hbxb.2015.03.039

Effects of Soil Root Promoter on Soil Texture, Gain Yield and Starch Pasting Traits of Winter Wheat; a Result from a Field Experiment

XIE Ying-xin¹, BAI Xue-ying¹, ZHANG Chuan-zhong²,
JIN Hai-yang¹, GUO Tian-cai¹, WANG Chen-yang¹

(1. Collaborative Innovation Center of Henan Grain Crops, State Key Laboratory of Wheat and Maize Crop Science, College of Agronomy, Henan Agricultural University, National Engineering Research Center for Wheat, Zhengzhou 450002, China; 2. Shangqiu Soil and Fertilizer Station, Shangqiu 476000, China)

Abstract: In order to solve the problem of too shallow topsoil, bad condition of soil texture, poor root development and decrease of yield and quality in wheat field due to years of rotary tillage in North China, based on balanced fertilization, a field experiment was conducted to study the effect of a soil root promoter named Agri-star on soil texture, gain yield and starch pasting traits of winter wheat. Results showed that the application of soil root promoter and deep tillage could reduce soil bulk density and increase the volume of wheat root mass, resulting in improving soil physical and chemical properties. In addition, the application of soil root promoter could improve the spike number and grain number per spike of winter wheat that caused the increase of wheat grain yield, and the 1 soil root promoter combined with fertilizer had the highest grain yield with 7 925 kg/ha increased by 12.9% compared with the single fertilizer application. The study also found that the treatments of formula fertilizer application, soil root promoter or deep tillage could improve starch quality of wheat grain with the best effect in the 1 soil root promoter combined with fertilizer. In a conclusion, the application of soil root promoter-Agri-star can improve the soil texture, increase the yield of wheat, improve starch quality of wheat grain in a certain extent, and has broad application pros-

收稿日期:2015-01-16

基金项目:农业部公益性行业科研专项(201303102);“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD04B07);商丘市科技发展谋划项目(141130)

作者简介:谢迎新(1976-),男,河南西平人,副研究员,博士,主要从事植物营养与作物生理生态研究。

通讯作者:张传忠(1964-),男,河南商丘人,研究员,主要从事肥料科学及土壤科学研究。

pects under the conditions of no tillage or rotary tillage in the wheat field in North China.

Key words: Soil root promoter; Winter wheat; Soil texture; Grain yield; Starch pasting traits

近年来,伴随着具有省事、省时、省力的旋耕技术推广与应用,华北地区小麦旋耕栽培面积逐年扩大,但旋耕后表层土壤过于疏松,保墒保肥性差,如遇干旱天气,必然会加重作物旱情,对小麦的生长发育及产量将造成不良影响^[1],旋耕引起的系列问题已引起学者和政府部门的特别关注。目前,市场上土壤改良产品的特点是配方单一,功能少且效果不稳定等,Agri-star 松土促根剂采用多种有机无机化合物及微量元素,研究发现,使用 Agri-star 松土促根剂能很好地解决上述问题^[2-5],但相关研究多为烟草、蔬菜等经济作物^[6-9],对大田作物如小麦、玉米等鲜有报道。为此,针对华北地区多年种植小麦普遍使用旋耕耙犁地,耕层较浅,影响小麦根系下扎,养分吸收困难等影响小麦生长发育的问题,在配方施肥基础上,通过施用松土促根剂,探索其在改善土壤质地、促进小麦根系发育、提高小麦产量以及改善小麦淀粉品质等方面的作用,旨在为华北地区少免耕技术的运用和小麦高产优化栽培技术提供理论依据和技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验概况

试验于 2009 - 2010 年在河南农业大学科教示范园区进行。试验地土壤为壤质潮土,0 ~ 30 cm 耕层基本养分含量为有机质 8.30 g/kg,全氮 0.97 g/kg,速效磷 (P) 24.44 mg/kg,速效钾 (K) 124.32 mg/kg, pH 值 8.62。试验点位于 E 113°35', N 34°51', 属北温带大陆性季风气候。年平均气温 14.2 ~ 14.3 °C, 气温日较差年平均 11.0 ~ 11.2 °C, 年平均降水量 580 ~ 630 mm, 年平均日照时数 2 300 ~ 2 400 h。

1.2 试验处理

试验设配方肥处理 (SMF, N-P₂O₅-K₂O-ZnSO₄ = 26-16-5-2) 为对照、配方肥 + 1 号松土促根剂处理 (SMFC1)、配方肥 + 2 号免深耕土壤调理剂处理 (SMFC2) 以及配方肥 + 20 cm 土壤深耕处理 (SMFDT) 共 4 个处理。其中,1 号松土促根剂为河南省火车头农业技术有限公司发明专利产品 Agri-star 松土促根剂 (用量 15 kg/hm²), 2 号产品为成都新朝阳作物科学有限公司生产的免深耕土壤调理剂 (用量 7.5 kg/hm²), 1 号、2 号 2 个产品的用量均为生产厂家推荐适宜量,小麦配方肥用量为 750 kg/hm² (全部作为底肥)。在小麦拔节期各处理均按 150

kg/hm² 追施普通尿素 (N46%)。试验小区面积 7 m × 2.9 m, 3 次重复,随机区组排列。供试冬小麦品种为百农矮抗 58, 各处理均按照高产田进行管理。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤容重和籽粒容重测定 利用环刀法分层 (5 cm) 测定成熟期 0 ~ 20 cm 耕层土壤容重。小麦籽粒容重采用 HGT-1000B 型容重计测定。

1.3.2 小麦根系生物量测定 在每个试验小区随机选取 3 个取样点,分别在冬小麦处于孕穗期和成熟期进行,用直径 8 cm 的根钻在行与行间中心处分别取根样 (重复 3 次),取样深度为 0 ~ 15 cm。所取根样带回实验室分别装入直径 0.150 mm 尼龙网袋中,清水漂洗,除去杂物与死根,75 °C 烘干,计算单位体积根系质量。

1.3.3 小麦植株生物量测定 分别于冬小麦苗期、拔节期、孕穗期和成熟期随机取 10 个小麦株样,105 °C 杀青 10 min,80 °C 烘至恒质量,称其干质量,测定冬小麦生物量。

1.3.4 小麦产量及构成要素分析 成熟期每小区选 5.8 m² 实收计产,按其产量换算成单位面积籽粒产量。同时取 1 m 双行对籽粒产量构成要素进行室内常规考种分析。

1.3.5 小麦淀粉糊化特性测定 使用德国 Brabender 公司生产的微型糊化黏度仪 (Micro Visco-Amylo-Graph, MVAG) 测定。每个样品随机称取 15 g,重复 2 次,测定面粉的糊化开始黏度,峰值黏度、峰值黏度时间、崩解值和回升值等。

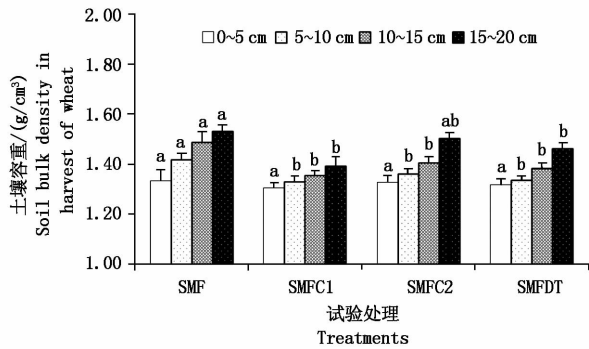
1.4 数据处理

数据采用 Excel 2003 和 SPSS 10.0 统计软件进行作图、显著性检验及统计分析。

2 结果与分析

2.1 松土促根剂对土壤容重的影响

由图 1 可知,在小麦收获期,各处理 0 ~ 5 cm 土层土壤容重值无显著差异,但 SMFC1、SMFC2 以及 SMFDT 处理均能降低 5 ~ 15 cm 土层土壤容重,其中以 SMFDT 处理效果最明显,其次为 SMFC1 和 SMFC2 处理。该试验结果表明,与单施配方肥处理比较,配方肥与 Agri-star 松土促根剂或类似产品混施均可在一定程度上起到与土壤深耕处理相似的降低土壤容重,改善土壤质地的作用。



图中相同土壤层次不同处理间不同小写字母表示差异达 5% 显著水平。图 2 ~ 3 同。
Normal letters among four treatments in the same soil layer in figure indicate significant differences at $P < 0.05$. The same as Fig. 2 ~ 3.

图 1 施用松土促根剂对小麦收获期土壤容重的影响
Fig.1 Effect of soil root promoter application on soil bulk weight in harvest stage of wheat

2.2 松土促根剂对小麦根系质量的影响

由图 2 可知,与单施配方肥处理相比,施用松土促根剂或者进行土壤深耕处理均能提高小麦孕穗期 0 ~ 15 cm 单位体积根系质量,具体表现为 SMFDT 处理(即配方肥 + 20 cm 土壤深耕)最高,达 422 g/m³,其次为 SMFC1 处理(即配方肥 + 1 号松土促根剂),但从经济效益考虑,SMFC1 处理省却了人工或机械深耕的工序,降低了生产成本。该试验结果同样表明,施用 Agri-star 松土促根剂有利于增加小麦孕穗期单位体积土壤根系质量,且其提高效果接近 20 cm 土壤深耕处理。

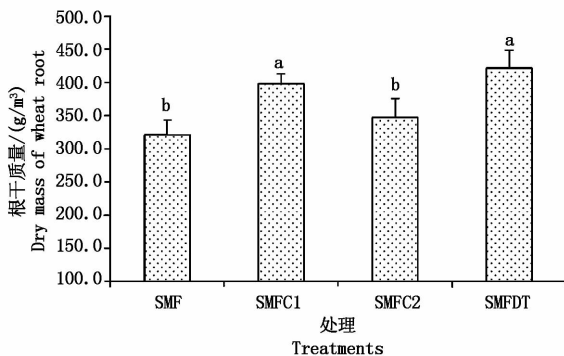


图 2 松土促根剂对小麦孕穗期根系质量的影响
Fig.2 Effect of soil root promoter application on root mass of wheat during booting stage

表 1 松土促根剂对小麦籽粒产量及构成因素的影响

Tab.1 Effect of soil root promoter application on wheat yield and its components

处理 Treatments	成穗数 ($\times 10^4/\text{hm}^2$) Spikes	穗粒数 Kernels per spike	千粒质量/g Thousand-kernel weight	小穗结实率/% Seed setting rate	烘干产量/(kg/hm ²) Oven dry yield	增产率/% Increment rate of yield
SMF	577 \pm 47bA	27.3 \pm 1.4bAB	44.99 \pm 0.46aA	79.1 \pm 3.1bA	7 017 \pm 175.9cB	—
SMFC1	616 \pm 69aA	30.5 \pm 2.5abA	43.27 \pm 1.43cB	80.8 \pm 1.3abA	7 925 \pm 79.3aA	12.9aA
SMFC2	603 \pm 58aA	27.4 \pm 1.4bAB	43.72 \pm 1.45bAB	80.3 \pm 1.7abA	7 241 \pm 1 31.0 bcAB	3.2bB
SMFDT	583 \pm 36aA	30.3 \pm 2.7aA	42.85 \pm 1.64bcB	82.1 \pm 1.6aA	7 379 \pm 3.4 abAB	5.2bB

注:不同小写字母表示差异达 5% 显著水平;不同大写字母表示差异达 1% 显著水平,表 2 同。

Note: Normal and capital letters in the table indicate significant differences at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively, The same as Tab. 2.

2.3 松土促根剂对小麦籽粒容重和蛋白含量的影响

由图 3 可以看出,与单施配方肥对照处理相比,2 种土壤调理剂和 20 cm 土壤深耕处理均能提高籽粒容重和籽粒蛋白的效果,并以 SMFC1 处理籽粒容重和籽粒蛋白质含量最高,且与对照处理间达差异显著水平。该试验结果表明,施用 Agri-star 松土促根剂和进行土壤深耕处理可以提高小麦籽粒容重和籽粒蛋白含量的作用。

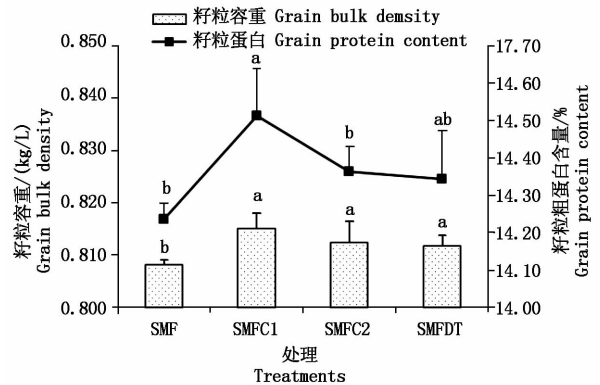


图 3 松土促根剂对小麦籽粒容重和蛋白含量的影响
Fig.3 Effect of soil root promoter application on gain test weight and protein content

2.4 松土促根剂对小麦籽粒产量及构成因素的影响

2.4.1 籽粒产量 由表 1 可以看出,与单施配方肥对照处理相比,施用松土促根剂和土壤深耕均能提高小麦籽粒产量,并以 SMFC1 处理(配方肥 + 1 号松土促根剂)籽粒产量最高,平均达 7 925 kg/hm²,较单施配方肥处理增产 12.9%,其次为 SMFDT 处理(配方肥 + 20 cm 土壤深耕),平均产量为 7 379 kg/hm²,较单施配方肥处理增产 5.2%。以上结果表明,施用 Agri-star 松土促根剂能起到与土壤深耕相似甚至更优的提高小麦籽粒产量的效果,其主要原因可能在于松土促根剂能够起到降低耕层土壤容重,改善土壤理化性状的效果。

2.4.2 产量构成因素分析 通过对表 1 不同处理间产量构成因素分析发现,与单施配方肥比较,施用松土促根剂或者进行土壤深耕处理,主要在于显著提高了单位面积成穗数,进而提高了小麦籽粒产量,

但不能起到提高小麦籽粒千粒质量的作用。此外, 本研究发现, 与 2 号免深耕土壤调理剂比较, 1 号 Agri-star 松土促根剂效果相对较好。

2.5 松土促根剂对小麦籽粒淀粉糊化特性的影响

由表 2 可以看出, 与施用配方肥对照处理比较, 施用松土促根剂或土壤深耕处理可降低小麦籽粒淀

粉糊化开始时间、提高峰值黏度和峰值开始时间, 特别是 SMFC1 处理对改善小麦籽粒淀粉糊化特性效果最好。该试验结果表明, 施用 Agri-star 松土促根剂可提高小麦淀粉的热稳定性, 增强淀粉糊的凝胶性和凝沉性, 进而起到改善小麦籽粒淀粉品质的作用。

表 2 松土促根剂对小麦籽粒淀粉糊化特性的影响

Tab.2 Effect of soil root promoter application on starch pasting traits of wheat grain

处 理	糊化开始时间/min	峰值黏度/BU	峰值开始时间/min	崩解值/BU	回升值/BU
Treatments	Pasting beginning time	Peak viscosity	Peak beginning time	Breakdown	Resuscitation value
SMF	1.64 ± 0.04a	1 421 ± 24.7a	6.00 ± 0.26a	155.2 ± 6.1bB	526.3 ± 18.3aA
SMFC1	1.61 ± 0.04a	1 429 ± 19.1a	6.10 ± 0.16a	184.3 ± 8.9aA	528.7 ± 31.3aA
SMFC2	1.60 ± 0.06a	1 427 ± 13.0a	6.04 ± 0.35a	160.8 ± 12.6bB	511.3 ± 49.6abA
SMFDT	1.61 ± 0.04a	1 424 ± 3.8a	6.25 ± 0.21a	153.2 ± 14.6bB	518.0 ± 40.8aA

3 结论与讨论

随着有机肥投入严重不足和化肥的大量施用, 造成耕地土壤板结、酸化等理化性状恶化, 盐渍化程度加剧^[10-11], 对农业生态环境构成严重威胁。近年来, 由于农田少、免耕栽培技术具有保土、保肥、节水、节本等特点^[12], 致使农田少、免耕整地面积逐年扩大, 这虽然对加快小麦整地播种进度起到了积极作用, 但长期少、免耕栽培易导致土壤耕作层变浅, 肥料施入浅, 不利于小麦根系下扎^[13]。Brandsma 等^[14]通过对几种松土促根剂的试验结果表明, 使用化学调理剂能够降低土壤容重, 改善土壤结构和减轻土壤侵蚀度。Asghari 等^[15]在砂质壤土上试验结果也表明, 使用由聚丙烯酰胺为主要成分的松土促根剂可以起到较其他松土促根剂更好的改善土壤物理性状的效果。本试验结果表明, 松土促根剂能够起到降低土壤容重、增加小麦根系生物量及改善土壤质地的作用, 且能够起到与土壤深耕处理类似的提高小麦籽粒产量、提高小麦籽粒容重和蛋白质含量的效果。此外, 本研究还表明, 施用配方肥添加松土促根剂也能起到改善小麦淀粉品质的效果。

综合以上分析认为, 针对当前大多数农田使用旋耕耙犁地, 耕层较浅导致农田耕作质量降低的情况下, 施用 Agri-star 松土促根剂可以起到改善土壤质地、提高小麦籽粒产量和改善小麦籽粒淀粉品质的效果, 且较 20 cm 土壤深耕处理降低了人工或机械深耕的生产成本, 有利于促进农民增产增收。

参考文献:

[1] 姬相云,王莉萍,申春晓.连年旋耕整地对旱地小麦生长发育及产量影响的调查分析[J].种业导刊,2010(8):15-17.
[2] 蔡典雄,张志田,张镜清,等.TC 土壤调理剂在北方旱

地上的使用效果初报[J].土壤肥料,1996(4):34-36,48.
[3] Öztürk H S,Türkmen C,Erdogan E,*et al.* Effects of a soil conditioner on some physical and biological features of soils; results from a greenhouse study [J]. Bioresource Technology,2005,96(17):1950-1954.
[4] 杨光立,喻乐辉,吴嘉洲.“免深耕”土壤调理剂作用机理与使用技术[J].作物研究,2006(1):83,85.
[5] 朱学谦.免深耕土壤调理剂在北方土壤上的应用[J].吉林农业,2010(3):77.
[6] 王小彬,蔡典雄,张树勤.土壤调理剂对旱、盐条件下杂草萌发的影响[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):462-466.
[7] 刘 莉,樊建峰,韦 丁,等.免深耕土壤调理剂在西瓜地上的试验初报[J].安徽农业大学学报,2006,33(3):364-366.
[8] 卢柳梅,邹小红,屈向华,等.“免深耕”土壤调理剂应用效果初报[J].江西农业学报,2007,19(3):109-109,130.
[9] 钟 权,李宏光,肖艳松.“免深耕”土壤调理剂在烤烟田的应用效果研究[J].江西农业学报,2008,20(3):70-71,74.
[10] 王素平,刘 艳,郭世荣.设施土壤次生盐渍化的特征及其对蔬菜作物的危害[J].华中农业大学学报,2004,12:183-186.
[11] 魏 岚,杨少海,邹献中,等.不同土壤调理剂对酸性土壤的改良效果[J].湖南农业大学学报,2010,36(1):77-81.
[12] 李新举,张志国,邓基先,等.免耕对土壤生态环境的影响[J].山东农业大学学报,1998,19(4):520-526.
[13] 刘世平,庄恒杨,陆建飞,等.免耕法对土壤结构影响的研究[J].土壤学报,1998,35(1):33-37.
[14] Brandsma R T,Fullen M A,Hocking T J. Soil conditioner effects on soil structure and erosion [J]. Journal of Soil and Water Conservation,1999,54(2):485-489.
[15] Asghari S, Abbasi F, Neyshabouri M R. Effects of soil conditioners on physical quality and bromide transport properties in a sandy loam soil [J]. Biosystems Engineering,2011,109(1):90-97.