

Effects of Nitrogen Fertilizer on the Fertility and Yield of Wheat in the Shajiang Black Soil

Jiliang Qiao, Jie Huang, Zhenyong Zhang, Jun Wang

Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe Henan
Email: gcbzg@yahoo.com

Received: Jun. 4th, 2018; accepted: Jun. 20th, 2018; published: Jun. 27th, 2018

Abstract

This paper, by changing the test of nitrogen fertilizers and fertilization methods, developed the production of wheat fertilization for Shajiang black soil; increasing nitrogen fertilization can significantly improve the wheat groups, individuals and the relative quality of the production, especially T3 (optimized fertilization + absorbent polymer) which has the profound influence on the number of wheat stems, such as significantly improving the number of the wheat spike and leaf age. T3 is beneficial to the tillering of the wheat. T3 or controlled release fertilizer (N) can significantly boost the secondary root growth. Using T3 makes the best yield of 8756.87 kg·hm⁻². Fertilization and preservation of soil moisture are the key to increase the yield of wheat in the Shajiang black soil. The optimal application of nitrogen fertilizer and water retaining agent can promote the tillering of wheat and increase the number of grains, 1000 grain weight and the yield of wheat.

Keywords

Fertilization, Shajiang Black Soil, Wheat, Yield, Absorbent Polymer

施氮肥对砂姜黑土地小麦生育特性及产量的影响

乔冀良, 黄杰, 张振永, 王君

漯河市农业科学院, 河南 漯河
Email: gcbzg@yahoo.com

收稿日期: 2018年6月4日; 录用日期: 2018年6月20日; 发布日期: 2018年6月27日

摘要

本文通过改变氮肥品种和施肥方法, 研究出砂姜黑土地小麦高产的施肥方式, 砂姜黑土增施氮肥可以明显提高小麦群体、个体和产量的相对量, 特别是T3 (优化施肥 + 保水剂)处理对砂姜黑土地的小麦总茎(穗)数影响最大, 可以显著提高小麦总茎(穗)数和小麦主茎叶龄; 优化施肥 + 保水剂有利于小麦分蘖, 优化施肥 + 保水剂或控释肥(N)明显起到促进次生根生长的作用, 优化施肥 + 保水剂处理增产效果最好, 产量可达 $8756.87 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。施肥和保墒是砂姜黑土小麦增产的关键, 氮肥优化施用 + 保水剂可以促进小麦分蘖成穗, 提高穗粒数、千粒重和小麦产量。

关键词

施肥, 砂姜黑土, 小麦, 产量, 保水剂

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国共有砂姜黑土耕地总面积达 400 万 hm^2 左右, 主要集中分布于黄淮海平原南部的淮北平原[1], 是中国小麦主产区, 砂姜黑土严重制约着小麦生产。砂姜黑土是河南省主要低产土壤之一, 面积为 127 万 hm^2 , 其中耕地面积为 120 万 hm^2 , 占全省耕地面积的 14% [2] [3]。由于砂姜黑土地僵粘, 肥力较低, 耕作粗放等原因, 砂姜黑土区小麦单产一直徘徊在 $5670\sim 7350 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 左右。近年来, 在高产栽培和生产实践中, 单产超过 $7500 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的田块在各地均有出现, 有的砂姜黑土区小麦平均单产已突破 $6000 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ [4] [5], 这充分说明砂姜黑土的小麦生产潜力是很大的。本文在对砂姜黑土小麦生态生育特点进行系统分析, 以漯河地区主栽优质品种郑麦 366 为材料, 分析在砂姜黑土上氮磷钾配施不同施肥水平对小麦各生育期群体数量、个体生育特性和产量以及产量形成因素的影响, 为该地区及生态条件类似地区砂姜黑土土壤条件下高产高效施肥提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料及土壤

供试材料为郑麦 366 (半冬性多穗型强筋小麦品种, 组合: 豫麦 47/PH82-2-2, 全生育期 230 天。幼苗半匍匐, 叶色深绿, 苗期长势旺, 抗寒性较好, 幼苗起身快, 分蘖力中等, 成穗率较高; 株型紧凑, 株高 70 cm 左右, 叶片宽短上举, 抗倒性好; 穗层整齐, 落黄一般, 后期有早衰现象; 长方形穗, 大穗中粒, 籽粒角质), 由河南省农科院小麦所提供。复合肥(NPK = 15:22:8), 氯化钾(K_2O 57%), 控释肥(N 42%), 保水剂, 过磷酸钙(P_2O_5 15%), 尿素(N 46%), 由植物营养与资源环境研究所提供。

试验于 2011~2012 年在漯河市农业科学院实验基地(位于河南省漯河市郾城区孟庙镇五里岗村, 属暖湿性季风气候, 四季分明, 常年降水量 786 毫米)进行。试验田肥力均一, 土壤质地为砂姜黑土, 前茬作物大豆, 0~20 cm 耕层土壤养分含量为有机质 $19.87 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全氮 $1.03 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有效磷 $12.88 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $95.02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pH 为 7.14。

2.2. 实验设计

试验为单因素随机区组设计, 3次重复, 小区长 7.5 m, 宽 2.8 m, 面积 21 m², 播量为 120 kg·hm⁻², 行距 23 cm, 播种深度 5 cm, 2011 年 10 月 17 日播种, 每小区设 1 m 双行样段两个, 四周设有保护行。试验设 7 个处理, 分别为处理 1 (T1) 为农民习惯方式施用复合肥 750 kg·hm⁻²; 处理 2 (T2) 为优化施肥(N、P₂O₅ 和 K₂O 投入量分别为 210 kg·hm⁻², 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², N 为普通尿素, 基追比例为 4:6, 磷钾全部底施), 氮肥的追肥时期为拔节初期; 处理 3 (T3) 为优化施肥 + 保水剂, N、P₂O₅ 和 K₂O 投入量分别为 210 kg·hm⁻², 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², N 为普通尿素, 基追比例为 4:6, 磷钾全部底施, 氮肥的追肥时期为拔节初期。保水剂 15 kg·hm⁻², 在播种时, 作种肥用; 处理 4 (T4) 为控释肥(N)、P₂O₅ 和 K₂O 投入量分别为 210 kg·hm⁻², 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², 一次性作底肥施入; 处理 5 (T5) 为控释肥投入量减少 20%, N 为 168 kg·hm⁻², 磷钾肥分别为 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², 一次性底肥施入; 处理 6 (T6) 为控释肥投入量减少 30%, N 为 147 kg·hm⁻²。磷钾肥分别为 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², 一次性底肥施入; 处理 7 (T7 CK) 只施磷钾肥分别为 P₂O₅ 105 kg·hm⁻² 和 75 kg·hm⁻², 全部底施。

2.3. 测定项目与方法

2.3.1. 基本苗和总茎数

分蘖初期在每个小区定 2 个点, 按 1 m 双行的面积计算基本苗数, 取各点的平均数为该小区的基本苗数。越冬、返青、起身、拔节、抽穗、扬花及成熟期在定样段处计数总茎数或穗数[6]。

2.3.2. 个体生育特性

植株性状不同生育时期在各小区多点取苗 20 株, 作为考察样本。逐株考主茎叶龄、单株茎孽数和次生根数。

2.3.3. 收获指数

对各小区(重复)取均匀地段收获长 2 米双行样段, 齐地平面人工收割后将整捆植株完全风干, 脱粒, 分别测定该两米样段的籽粒风干重和秸秆风干重, 收获指数 = 成熟期籽粒产量/成熟期地上部干物质累积量, 成穗率 = 成熟期穗数/最高总茎数。

2.3.4. 产量及产量构成

产量和产量构成因素成熟前在田间计数各样点上的穗数, 求算出每公顷穗数。然后在样点中选取代表性麦穗 20 个, 计数各穗上的籽粒总数, 除以 20 为每穗粒数。在同一小区多点取样 20 株, 带回室内。逐株考察单株穗数、各穗的穗长、每穗总小穗数、不孕小穗数和每穗粒数[7]。整个小区用联合收割机(奥地利生产)收获计产, 采样面积折算公顷秸秆和籽粒产量折算成每公顷产量。用各样点晒干的籽粒准确称取 1000 粒质量测定千粒重, 重复 3 次。

2.3.5. 试验数据处理

用 Microsoft Excel 2003 进行数据统计分析; DPS9.5 数据处理系统进行差异显著性检验。

3. 结果与分析

3.1. 施肥对砂姜黑土小麦群体总茎数消长动态和成穗率的影响

不同施肥处理总茎数的变化均呈单峰曲线变化趋势(见表 1)。总茎数均在起身期达到高峰, 以后分蘖两极分化, 总茎数下降, 至开花期趋于稳定, 由于成熟期部分小麦穗发育不良未计数, 因此成熟期总穗数较开花期总茎数略小。各时期总茎(穗)数随施肥量提高和施肥优化程度而增大。基本苗各处理间无显著

Table 1. Culm or spikes of different treatment wheat at various growth stages and spiking percentage
表 1. 不同处理小麦基本苗数、各生育时期群体总茎(穗)数的动态变化和成穗率

处理 Treatment	基本苗 Seeding	总茎(穗)数(万·hm ⁻²) Culm (spike) number							成穗率/% Spiking
		越冬期 Pre-winter	返青期 green	起身期 Setting	拔节期 Jointing	抽穗期 heading	开花期 Anthesis	成熟期 Maturity	
T1	277.1a	938.0ab	1107.0b	1256.5ab	768.5bc	645.8cd	644.0cd	639.5cd	50.9a
T2	275.5a	865.0ab	1133.5b	1269.5ab	780.4b	661.8bc	660.0bc	655.5bc	51.6a
T3	272.4a	987.2a	1322.9a	1385.8a	826.9a	690.3a	688.5a	684.0a	49.4a
T4	270.1a	898.7ab	1133.8b	1297.0ab	783.2b	671.8ab	670.0ab	665.5ab	51.3a
T5	265.7a	908.8ab	1131.5b	1260.0ab	740.7c	636.8d	635.0d	630.5d	50.0a
T6	262.8a	856.2ab	1065.0bc	1226.8b	737.6c	631.3d	629.5d	625.0d	50.9a
T7(CK)	262.3a	805.8b	974.0c	1212.3b	700.1d	592.8e	591.0e	586.5e	48.4a

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平, $P = 0.025, 0.032$ 。Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at 5% level, $P = 0.025, 0.032$.

差异。总茎数从越冬期始, 各处理间表现出明显差异; 起身期个处理总茎数达到峰值, T3 处理最大, 达 1385.8 万·hm⁻², 显著高于其他处理, 比 T7 高出 14.31%, 从表 1 中可以看出 T3 (优化施肥 + 保水剂) 从越冬期到成熟期总茎(穗)数个处理比较都是最高值, 且与对照 T7 (只施磷钾肥) 比较都达到显著水平。T4 (控释肥) 从越冬期至成熟期(除越冬期和起身期外)与 T7 (CK) 比较均达到显著水平, 且 T7 与 T3 之间均未达到显著水平; T1 (农民习惯) 从越冬期至成熟期(除越冬期和起身期外)与 T7 之间均达到显著水平, T2 (优化施肥) 从越冬期至成熟期(除越冬期和起身期外)与 T7 之间均达到显著水平; T1 至 T6 与 T7 (CK) 比较均达到显著水平, 说明施氮肥对砂姜黑土地的小麦总茎(穗)数影响较大, 砂姜黑土地小麦施氮肥以 T3 的施肥方式最好, 砂姜黑土地应该增施氮肥; 其次是 T4, 再其次是 T2, 第四为 T1; T5 和 T6 的所施氮肥与前四个处理相比较都有显著降低, 从表 1 中可以看出这两个处理的各个时期表现均低于前四个处理。这说明砂姜黑土地氮素比较缺, 要保证砂姜黑土地小麦产量必须要有足够的氮肥。

从成穗率来看, 除 T7 外成穗率都高于 T3, 但起身期总茎数都偏少, 成穗数都不及 T3; 说明, 砂姜黑土地高肥处理小麦生育中后期群体有较多衰败与陈毓君[8]研究的非砂姜黑土结果一致, 导致成穗率下降, 而由于起身期 T3 总茎数较其他处理多, 从而保证了其成熟期的总穗数较高。

3.2. 砂姜黑土地优质小麦的个体生育动态

3.2.1. 单株主茎叶龄的变化

不同处理之间起身期 T3 和 T2 主茎叶龄较大(见表 2), 分别为 8.73 和 8.67, 与 T7 相比较达显著水平; 抽穗期各处理之间差异较大, 与 T7 之间比较均达到显著水平, 其中 T3 主茎叶龄为 11.87, T4 主茎叶龄为 11.6, 说明增施氮肥 + 保水剂或氮肥控释肥明显提高砂姜黑土小麦主茎叶龄。

3.2.2. 单株茎数的变化

越冬期总茎数差别较小(见表 3), 总茎数为 3.17~3.53 个。自返青期开始不同处理间茎(孽)数的差别增大; 但到抽穗期时, 不同处理茎(孽)数为 3~3.77 个之间。不同处理间除越冬期和起身期外, 其它各时期不同处理间单株茎数有显著差异, 与 T7 (CK) 相比 T3 均达到显著水平; T4 的拔节期和抽穗期单株茎数与 T7 比较也达到显著水平。说明, 在砂姜黑土地上优化施肥 + 保水剂有利于小麦分蘖, 也说明砂姜黑土地保墒效果不好, 保水剂可以明显起到保墒效果, T4 控释肥(N)在砂姜黑土上施用效果理想。

Table 2. Growing dynamics of adventitious main stem leaf age (leaf age/plant) at various growing stages
表 2. 各生育时期单株主茎叶龄(个/主茎)

处理 Treatment	越冬期 Pre-winter	返青期 green	起身期 Setting	拔节期 Jointing	抽穗期 heading
T1	5.47a	7.4a	8.5ab	9.33a	11.17cd
T2	5.5a	7.43a	8.67a	9.37a	11.5b
T3	5.53a	7.53a	8.73a	9.63a	11.87a
T4	5.5a	7.43a	8.63ab	9.53a	11.6ab
T5	5.47a	7.33a	8.6ab	9.27a	11.43bc
T6	5.43a	7.23a	8.5ab	9.26a	11.17cd
T7 (CK)	5.17a	7.17a	8.33b	8.9b	10.97d

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平, $P = 0.027$ 。Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at 5% level, $P = 0.027$.

Table 3. Dynamics of culms per plant at various growing stages
表 3. 各生育时期的单株茎数(个/株)

处理 Treatment	越冬期 Pre-winter	返青期 green	起身期 Setting	拔节期 Jointing	抽穗期 heading
T1	3.37a	4.9ab	5.2a	4.07abc	3.37abc
T2	3.43a	5.07a	5.23a	4.06abc	3.4abc
T3	3.53a	5.27a	5.33a	4.47a	3.77a
T4	3.47a	4.97ab	5.23a	4.3ab	3.6ab
T5	3.27a	4.7ab	5.17a	4abc	3.3abc
T6	3.2a	4.87ab	5.07a	3.9bc	3.2bc
T7 (CK)	3.17a	4.43b	5.03a	3.7c	3c

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平, $P = 0.03$ 。Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at 5% level, $P = 0.03$.

3.2.3. 单株次生根的变化

不同施肥处理间越冬期单株次生根为 6.5~7.53 条(见表 4), 平均为 7.1 条。春季单株次生根数量迅速增多, 尤其返青期以后次生根数量迅速增加。这一阶段是分蘖进一步发生、起身期穗分化开始, 小麦急需大量养分的时期, 次生根大量增加, 可以适应根系从土壤中吸收养分的需要。到抽穗期单株次生根为 22.07~24.97 条。从方差分析结果可以看出, T3 和 T4 处理与 T7 处理比较(除起身期外)均达显著水平, 说明砂姜黑土地优化施肥 + 保水剂和控释肥(N)明显起到促进次生根生长的作用与高式余等[9] [10]研究结果一致。

3.2.4. 不同施肥方式对穗部性状、产量、产量构成和收获指数的影响

T3 的穗长、单株成穗数和总小穗数与 T7 相比均达到显著水平(见表 5)。在不孕小穗数中, T3 为 1.1 最少, 而总小穗数 17.07 最多。这表明, 优化施肥 + 保水剂对砂姜黑土小麦穗部性状作用明显高于其他施肥方式。

砂姜黑土优化施肥 + 保水剂和控释肥(N)可使小麦产量显著提高(见表 5)。T3 处理经济产量显著高于其它处理, 达 $8756.87 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比 T7 增产 17.1%, 比 T1 增产 10%; T4 的经济产量为 $8413.07 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 高于(除 T3 之外)其它 6 个处理的产量, 比 T7 增产 12.50%, 比 T1 增产 5.7%, T3 和 T4 的产量显著高于

Table 4. Growing dynamics of adventitious roots (roots/plant) at various growing stages**表 4.** 各生育时期单株次生根的条数(个/株)

处理 Treatment	越冬期 Pre-winter	返青期 green	起身期 Setting	拔节期 Jointing	抽穗期 heading
T1	7.2abc	17.03ab	19.67a	22.87abc	24.27abc
T2	7.43ab	17.3a	19.8a	22.47abc	23.87abc
T3	7.53a	17.77a	20a	23.57a	24.97a
T4	7.47ab	17.33a	19.77a	23.5ab	24.9ab
T5	6.83abc	16.87abc	19.6a	21.63abc	23.03abc
T6	6.73bc	16.17bc	19.53a	21.13bc	22.53bc
T7 (CK)	6.5c	15.97c	18.67a	20.67c	22.07c

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平, $P = 0.019$ 。Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at 5% level, $P = 0.019$.

Table 5. Spike traits, yield, yield-compositions and harvest indices of wheat at different application rate**表 5.** 不同施肥处理下小麦的穗部性状、产量、产量构成和收获指数

处理 Treatment	穗长/cm Spike length	单株成穗/个 Spikes per plant	总小穗数/个 Total spikelets per spike	不孕小穗数/个 Sterile spikelets per spike	穗粒数/粒 Grain No. per spike	穗数/万·hm ⁻² Spike No.	千粒重/g 1000-grain mass	生物产量/kg·hm ⁻² Biomass	经济产量/kg·hm ⁻² Economic yield	收获指数 Harvest index
T1	6.53c	3.17abc	15.4bc	1.57b	34.67bc	639.5cd	35.37bc	19319bc	7962cd	0.412a
T2	6.67c	3.17abc	15.57b	1.47b	35.07abc	655.5bc	35.4bc	20213.5b	8028.97c	0.397 a
T3	7.43a	3.57a	17.07a	1.1c	35.67a	684.0a	35.77a	21591.4a	8756.87a	0.406 a
T4	7.03b	3.4ab	15.93b	1.27c	35.2ab	665.5ab	35.5b	20115.5b	8413.0b	0.418 a
T5	6.47c	3.1abc	15.27bc	1.6b	34.33c	630.5d	35.27bc	19440.2bc	7786.67d	0.401 a
T6	6.43c	3bc	14.77cd	1.63b	33.57d	625.0d	35.17c	18965c	7751d	0.409 a
T7 (CK)	5.93d	2.8c	14.03d	2.13a	32.5e	586.5e	34.73d	18603c	7478e	0.402 a

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平, $P = 0.023$ 。Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at 5% level, $P = 0.023$.

T7 和 T1, 达到显著水平, 说明, 砂姜黑土地优化施肥 + 保水剂增产效果最好, 可达高产水平 8756.87 kg·hm⁻², 其次是 T4 控释肥(N)增产效果较好, 产量达 8413.07 kg·hm⁻²。从表 5 可以看出, T1 (农民习惯施肥)产量 7962 kg·hm⁻² 仅次于 T2 (优化施肥) 8028.97 kg·hm⁻² 的产量, 说明农民习惯施肥也是一种可行的方式。

从产量构成因素来看, 各处理穗数表现为 T3 > T4 > T2 > T1 > T5 > T6 > T7 (CK)处理, T3 处理穗数最多, 为 685 万·hm⁻², 比 T7 和 T1 处理分别增加 14.9%和 5.4%, 达极显著水平; T4 的穗数为 678.5 万·hm⁻², 比 T7 和 T1 处理分别增加 13.8%和 4.4%, 达极显著水平; T1、T2、T5 和 T6 之间差异不显著, 但与 T7 比较差异都显著。说明, 施氮肥对砂姜黑土小麦穗数有明显提高, 尤其是优化施肥 + 保水剂或控释肥(N)效果更好。

千粒质量表现为 T3 > T4 > T2 > T1 > T5 > T6 > T7 (CK)处理, 表现与穗数相同的趋势, 也说明施氮肥对砂姜黑土小麦穗粒数有明显提高, 尤其是优化施肥 + 保水剂或控释肥(N)效果更好。

收获指数是指籽粒产量占成熟期干物质累积量的比例, 其值越高说明干物质分配到籽粒的比例越高;

其值相同, 籽粒产量越高则说明干物质累积量越大。T2 处理收获指数显著低于其他处理, 为 0.397, 其他处理为 0.401~0.418 之间, 差异不显著, 结合各处理籽粒产量分析, 干物质累积量提高是小麦增产的物质基础。

4. 结论与讨论

本研究表明, 砂姜黑土增施氮肥可以明显提高小麦群体、个体和产量的相对量, 特别是 T3 (增施氮肥 + 保水剂) 施肥对砂姜黑土地的小麦总茎(穗)数影响最大, 砂姜黑土地应该增施氮肥 + 保水剂而且实行分期施用氮肥可以显著提高小麦总茎(穗)数; 增施氮肥 + 保水剂或氮肥控释肥(N)可以显著提高砂姜黑土小麦主茎叶龄, 砂姜黑土地保墒性能差, 保水剂可以明显起到保墒作用, 有利于小麦生长; 优化施肥 + 保水剂或控释肥(N)明显起到促进次生根生长的作用与高式余[9]研究结果一致; 砂姜黑土地优化施肥 + 保水剂处理方式增产效果最理想, 可达 $8756.87 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。施肥和保墒是砂姜黑土小麦增产的关键, 氮肥优化施用 + 保水剂可以促进小麦分蘖成穗、提高穗粒数、千粒重和小麦产量等与王道中[11]研究结果一致。

本文的氮肥优化施用改变了传统的“一炮轰”施肥法(即全作基肥施用), 采用基肥与追肥相结合。施足基肥, 培育壮苗越冬, 合理追肥, 保花增粒攻粒重。基追比的数量因土壤肥力不同而异, 本研究中的氮肥优化施用采取基追比例为 4:6, 增产效果显著与何传龙、孔令聪和石玉等[4] [12] [13]研究结果基本一致。试验中两个处理运用了控释肥(N), 对郑麦 366 的增产效果显著, T4 产量达 $8413.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比 T7 增产 12.5%, 控释肥(N)的增产效果与孙克刚等[14] [15]研究结果一致。

砂姜黑土是一类易涝易旱的低产土壤类型, 目前在北方地区主要表现为干旱, 试验中 T3 施用了保水剂, 与 T2 比较小麦增产效果显著, 与前人[16] [17]研究结果基本一致。

基金项目

河南粮食核心区高产、稳产、优质小麦新品种选育与示范(2011BAD07B02-4)和河南省科技攻关——小麦远缘杂交创制新种质及新品种选育(162102110026)资助。

参考文献

- [1] 阎占元, 吴聆益, 陈常友. 黄淮海平原砂姜黑土分布特点与综合开发治理途径研究[J]. 河南科学, 1989(Z1): 177-185.
- [2] 自由路, 张景略, 王全贵. 河南省砂姜黑土持水性的研究[J]. 河南农业大学学报, 1993, 27(3): 235-239.
- [3] 朱喜梅, 郑长训. 河南省砂姜黑土的综合治理[J]. 河南科技, 1993(6): 8-9.
- [4] 孔令聪, 汪芝寿, 曹承富, 等. 淮北砂姜黑土地小麦生态生育特点及高产栽培技术探讨[J]. 麦类作物学报, 1997, 17(6): 56-58.
- [5] 葛昌斌, 廖平安, 沈向磊, 等. 砂姜黑土小麦生产现状的分析[J]. 江苏农业科学, 2011(Z1): 38-40.
- [6] 赵雪飞, 王丽金, 李瑞奇, 等. 不同灌水次数和施氮量对冬小麦群体动态和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(6): 1004-1009.
- [7] 孙亚辉, 李瑞奇, 党红凯, 等. 河北省超高产冬小麦群体和个体生育特性及产量结构特点[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(3): 1-8.
- [8] 陈毓君, 陈黎岭, 同延安, 等. 不同施肥水平对冬小麦群体动态和产量形成的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(4): 47-53.
- [9] 高式余, 钱维朴. 小麦次生根发生特性研究[J]. 河南职技师院学报, 1990, 18(3-4): 42-48.
- [10] 蹇家利, 马瑞昆, 贾秀领, 等. 不同基因型小麦初生根和次生根生长及生理差异[J]. 华北农学报, 1999, 14(1): 22-27.
- [11] 王道中, 郭熙盛, 何传龙, 等. 砂姜黑土长期定位施肥对小麦生长及土壤养分含量的影响[J]. 土壤通报, 2007,

38(1): 55-57.

- [12] 何传龙, 刘枫, 王道中, 等. 砂姜黑土强筋小麦施肥技术研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(5): 935-940.
- [13] 石玉, 于振文, 李延奇, 等. 施氮量和底追肥比例对冬小麦产量及肥料氮去向的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 54-62.
- [14] 孙克刚, 胡颖, 和爱玲, 等. 控释尿素对小麦品种郑麦 366 产量及氮肥利用率的影响[J]. 河南农业科学, 2009(8): 67-69.
- [15] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219-223.
- [16] 张蕊, 白岗栓. 保水剂在农业生产中的应用及发展前景[J]. 农学学报, 2012, 2(7): 41-46.
- [17] 汪立刚, 武继承, 王林娟, 等. 保水剂有效使用的土壤水分条件及对小麦的增产效果[J]. 土壤, 2003, 35(1): 81-83.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org