



农业资源与环境学报

中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

立式旋耕方式下氮肥不同减施水平对小麦品质的影响

聂胜委, 张巧萍, 何宁, 许纪东, 张玉亭, 张浩光

引用本文:

聂胜委, 张巧萍, 何宁, 等. 立式旋耕方式下氮肥不同减施水平对小麦品质的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(3): 442–447.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0297>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

立式旋耕对小麦生长季土壤紧实度及产量的影响

聂胜委, 张浩光, 张巧萍, 许纪东, 张玉亭

农业资源与环境学报. 2021, 38(1): 36–42 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0103>

不同氮肥管理方式对华北粮田²排放和作物产量的影响分析

舒晓晓, 王艳群, 李迎春, 彭正萍, 魏珊珊, 石新丽, 赵延伟

农业资源与环境学报. 2016, 33(4): 340–348 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2016.0037>

华北平原不同施氮量与施肥模式对作物产量与氮肥利用率的影响

蔡媛媛, 王瑞琪, 王丽丽, 刘惠芬, 杨殿林, 谭炳昌

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 503–510 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0254>

配方肥配施锌肥和硫肥对小麦的提质增效作用

袁嫚嫚, 邬刚, 耿维, 王家宝, 井玉丹, 孙义祥

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 518–526 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0169>

有机物料还田和减施氮肥对麦-玉周年农田碳氮水足迹及经济效益的影响

李春喜, 刘晴, 邵云, 李斯斯, 李晓波, 翁正鹏

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 527–536 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0150>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

聂胜委, 张巧萍, 何宁, 等. 立式旋耕方式下氮肥不同减施水平对小麦品质的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(3): 442–447.
NIE Sheng-wei, ZHANG Qiao-ping, HE Ning, et al. The effect of vertical rotary tillage and reduced N levels of nitrogen fertilizer application on wheat grain quality characteristics[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2021, 38(3): 442–447.



开放科学 OSID

立式旋耕方式下氮肥不同减施水平对小麦品质的影响

聂胜委¹, 张巧萍¹, 何宁¹, 许纪东², 张玉亭¹, 张浩光²

(1.河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 郑州 450002; 2.遂平县农业科学试验站, 河南 遂平 463100)

摘要:为探究立式旋耕(30 cm±5 cm)下氮肥减施对小麦品质的影响,研究了2017—2018、2018—2019年两个小麦生长期立式旋耕下CK(300 kg N·hm⁻²)与减氮10%(RF10)、20%(RF20)、30%(RF30)处理小麦品质变化,测定项目包括籽粒品质和面粉流变特性、拉伸性能等。结果表明:与CK相比,RF10处理小麦籽粒蛋白质含量当季略增,连续减施第二季则显著下降12.2%;RF20、RF30两季均下降,且RF30当季显著下降11.6%,RF20第二季显著下降11.1%。RF10、RF20湿面筋含量与CK比,当季略升,第二季下降;RF30两季均下降,且当季与CK差异显著,降幅为10.8%。氮肥减施后面粉吸水量呈增加趋势,面团形成时间呈缩短趋势;面团稳定时间与CK比均缩短,RF20、RF30与CK差异显著。RF10、RF20面团弱化度较CK均升高,RF30当季显著升高,第二季下降。RF10、RF20面粉能量值当季升高,第二季下降;RF30两季均下降。氮肥减施对籽粒容重、出粉率、拉伸阻力及延伸性等影响规律性不明显。研究表明,减施10%、20%氮肥能实现减肥不减产,对当季小麦品质影响不大,连续减施则影响小麦品质;减施30%氮肥时小麦产量有降低趋势,且品质有所下降。

关键词:立式旋耕;氮肥;减施;小麦品质;籽粒;面粉

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2021)03-0442-06

doi: 10.13254/j.jare.2020.0297

The effect of vertical rotary tillage and reduced N levels of nitrogen fertilizer application on wheat grain quality characteristics

NIE Sheng-wei¹, ZHANG Qiao-ping¹, HE Ning¹, XU Ji-dong², ZHANG Yu-ting¹, ZHANG Hao-guang²

(1. Institute of Plant Nutrient and Environmental Resources, Henan Academy of Agricultural Science, Zhengzhou 450002, China;
2. Experiment Station of Agricultural Science in Suiping County, Suiping 463100, China)

Abstract: To explore the effects of reduced levels of nitrogen (N) in fertilizer under vertical rotary tillage (VR) (30 cm±5 cm) on wheat quality, the changes of wheat grain qualities under CK (N fertilizer application rate, 300 kg N hm⁻²), RF10 (10% reduction in N), RF20 (20% reduction in N), and RF30 (30% reduction in N) treatments under VR were assessed at two seasons (2017—2018 and 2018—2019). Compared with grain protein content of CK, that of RF10 slightly increased at the first season and significantly decreased by 12.2% at the second season. The grain protein content of RF20 significantly decreased by 11.1% at the second season and that of RF30 significantly decreased by 11.6% at the first season. Wet gluten content of RF10 and RF20 treatments slightly increased at the first season and decreased at the second season, compared with CK treatment, and that of RF30 significantly decreased by 10.8% at the first season. For all treatments, there was an increase in water absorption of flour as well as a decrease in the development time of dough, which was significant for RF30 at the first season, compared with CK. Stability time of dough also decreased for all treatments but significantly decreased for RF20 and RF30, compared with CK. The degree of softening of dough increased for RF10 and RF20; it increased significantly at the first season and decreased at the second season for RF30, compared with CK. The energy of flour increased at the first

收稿日期: 2020-06-05 录用日期: 2020-07-14

作者简介: 聂胜委(1979—), 男, 河南汝州人, 博士, 副研究员, 主要从事耕作制度与废弃物资源化利用研究。E-mail: nsw2004@126.com

基金项目: 国家重点研发专项(2017YFD0201702); 河南省肉牛产业技术体系建设专项(S2013-08-G03)

Project supported: The National Key Research and Development Project (2017YFD0201702); The Special Fund for Henan Agriculture Research System (S2013-08-G03)

season and decreased at the second season for RF10 and RF20; it decreased at two seasons for RF30. Grain bulk density, ratio of flour yield, constant deformation tensile resistance, and extensibility were not significantly influenced by reduction in N. A 10% and a 20% reduction in N could produce similar grain yields while reducing nitrogen fertilizer input. Further reduction in N might not obviously affect grain quality at the first season but might have an adverse effect in the following year. In fact, a 30% reduction in N had adverse effects on both yield and grain qualities.

Keywords: vertical rotary tillage; nitrogen fertilizer; reduced N levels; wheat quality; grain; flour

土壤耕作是改善耕层结构和通透性,协调水、肥、气、热等环境因子,提高土壤功能和优化水肥供应能力的有效措施^[1]。立式旋耕采用动力机械带动垂直螺旋钻头直立旋转切磨粉碎土壤,实现深松、旋耕土壤^[2]。因其作业方式新颖,可构建良好耕层(30 cm±5 cm)、提高肥水利用效率、促进作物生长而受到越来越多的关注。已有研究表明,在施肥量一定的条件下,与旋耕、翻耕等方式相比,立式旋耕(粉垄)可以提高小麦^[3-5]、玉米^[6-7]、水稻^[8]等作物产量,对水稻品质具有改善作用^[9]。近年来,我国小麦单产和总产记录不断取得突破,除品种因素外,与化肥的施用密切相关。资料显示,2018年我国化肥施用量为5 653.4万t,是2000年(4 146.4万t)的1.36倍,比最高值6 022.6万t(2015年)有一定减少,但是整体投入量仍然较高。过量的肥料投入是获得粮食高产的主要途径之一,也是造成氮肥淋失和生态环境恶化的关键驱动因素^[10-11]。我国小麦生产中氮肥投入水平总体较高,以陕西省渭北为例,施氮偏高和很高的农户分别占20.2%、43.5%,累计占总户数的63.7%^[12]。小麦季农民习惯化肥投入量在不同农户之间差异较大,平均为424 kg N·hm⁻²、226 kg P₂O₅·hm⁻²、88 kg K₂O·hm⁻²,其中氮磷用量已远超过养分需求量^[13]。以氮肥为例,农户用量最少的仅为33 kg N·hm⁻²,最高为454 kg N·hm⁻²,平均为188 kg N·hm⁻²^[14]。因此,开展小麦氮肥减施研究意义重大。郑春风等^[15]研究认为,在225 kg N·hm⁻²基础上,减施10%~20%氮肥不会影响小麦产量,且能提高经济效益;徐进玉等^[16]研究发现在180 kg N·hm⁻²基础上,减施5%~10%氮肥,小麦可增产4%~7%,氮肥利用率提高7~8个百分点。说明改进土壤耕作方式以及减少氮肥投入量可以实现小麦季减肥增效,但是研究选用的氮肥减施基准差异较大,时间较短,且减施研究侧重于产量、效益,对小麦品质关注较少。

鉴于此,本研究从改善和提高土壤功能考虑,采用文献调查和统计资料综合分析得出以300 kg N·hm⁻²作为减施基准^[17],研究连续两个小麦生长季

(2017—2018、2018—2019年)立式旋耕(30 cm±5 cm)下,不同氮肥减施水平对小麦籽粒品质以及面粉流变特性、拉伸性能的影响,为实现小麦绿色生产和养分高效利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于河南省遂平县农业科学试验站(33°15'N, 113°98'E)内,属亚热带大陆性季风型湿润气候。雨量充沛,光照充足,四季分明,亚热带向暖温带过渡性气候特性较明显。年平均气温、日照时数、降水量、无霜期分别为15.1℃、2 126 h、927 mm、226 d。土壤类型为砂姜黑土,重壤偏黏,中性偏弱酸性(pH=5.9),土地肥沃,试验地基础土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为6.52 g·kg⁻¹和18.6、110.40、139.10 mg·kg⁻¹。

1.2 试验设计

试验为单因素随机区组设计,小麦生长季设过量施氮(300 kg N·hm⁻²)、减氮10%、减氮20%、减氮30% 4个处理,各处理磷肥(82.5 kg P₂O₅·hm⁻²)、钾肥(82.5 kg K₂O·hm⁻²)施用量相同。每个处理重复3次,共计12个小区,小区面积24.5 m×6 m。各处理氮肥施用量分别为①过量施肥(CK):氮肥300 kg N·hm⁻²;②减氮10%(RF10):氮肥270 kg N·hm⁻²;③减氮20%(RF20):氮肥240 kg N·hm⁻²;④减氮30%(RF30):氮肥210 kg N·hm⁻²。施肥处理中70%的氮肥和全部磷、钾肥作基肥在整地时一次施入,剩余30%氮肥在拔节期作追肥施入。上茬作物为青贮玉米,收获后粉碎灭茬,后用立式旋耕机深旋耕一遍,整地深度为(30±5) cm,再用常规旋耕机平整1遍(深度5~10 cm),播种。

小麦品种为遂选101(豫审麦2015004),分别在2017、2018年10月下旬机播条播,播量150 kg·hm⁻²,行距20 cm,于次年(2018、2019年)6月上旬收获。其他田间管理措施等保持一致。

1.3 测定项目及方法

于小麦成熟期,每个小区实收4 m²测产,同时预

留晒干后的小麦籽粒 2.5 kg 用于分析籽粒品质及面粉流变特性、拉伸性能等,水分(GB 5009.3—2016)、蛋白质(干基,GB 5009.5—2016)、容重(GB/T 5498—2013)、湿面筋(GB/T 5506.2—2008)、吸水量、形成时间、稳定时间、弱化度(GB/T 14614—2006)、能量、恒定变形拉伸阻力、延伸性、最大拉伸阻力(GB/T 14615—2006)、出粉率(NY/T 1094.1-4—2006)等均采用国家标准方法进行测定。

1.4 数据处理

数据用 Excel 2003、SPSS 20.0 等软件进行整理,用 LSD 法进行显著性分析,差异显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

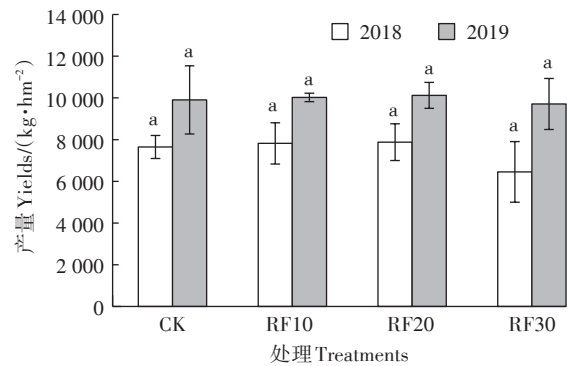
2.1 氮肥不同减施水平下小麦产量的变化

由图 1 可以看出,2018 年 RF10(减施 10%)、RF20(减施 20%)处理小麦产量与 CK 无显著差异,RF30(减施 30%)处理小麦产量降幅较大,但是处理间差异不显著。第二季(2019 年)连续氮肥减施,RF10、RF20、RF30 与 CK 处理间差异仍不显著。这说明在立式旋耕方式下,当季减施及第二季连续减施 10%、20% 的氮肥既节省氮肥投入,又不降低小麦产量;若减施 30% 的氮肥,小麦产量有下降趋势。

2.2 氮肥不同减施水平下籽粒品质的变化

氮肥减施对小麦籽粒品质的影响见表 1,籽粒含水量在减施当季(2018)均有所上升,其中 RF20、RF30 处理显著高于 CK、RF10 处理。除 RF10 处理籽粒蛋白质(干基)含量略有升高外,RF20、RF30 处理均下降,其中 RF30 较 CK 显著下降($P<0.05$)。此外,RF10 处理籽粒容重较 CK 略有下降,RF20、RF30 处理容重增加,但是差异不显著。RF20 籽粒出粉率较 CK 处理下降显著($P<0.05$),其他处理之间差异不显著。

第二季,氮肥减施处理的籽粒含水量均低于 CK,RF30 显著降低($P<0.05$);籽粒蛋白质(干基)含量均



同一年份相同小写字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)
The same lowercase letters mean no significant differences within the same year among different treatments at 0.05 level

图 1 不同氮肥减施水平下小麦籽粒产量的比较

Figure 1 Wheat grain yields under various nitrogen fertilizer reduced levels

下降,RF10、RF20 较 CK 下降显著($P<0.05$);RF10 籽粒容重与 CK 无显著差异,RF20、RF30 籽粒容重则增加,其中 RF20 处理较 CK 显著增加($P<0.05$)。籽粒出粉率方面,RF10 出粉率较 CK 显著增加($P<0.05$),RF20、RF30 与 CK 无显著差异(表 1)。

2.3 氮肥不同减施水平下面粉流变特性的变化

由表 2 可以看出,氮肥减施当季,与 CK 相比,RF10、RF20 湿面筋含量稍有升高,差异不显著;RF30 则显著下降($P<0.05$)。氮肥减施 10%~30% 后面粉吸水量均增加,其中 RF20、RF30 较 CK 显著增加($P<0.05$)。面团形成时间方面,RF10、RF20 与 CK 无显著差异,RF30 较 CK 显著缩短($P<0.05$)。氮肥减施后面团稳定时间则均有缩短,RF20、RF30 处理较 CK 显著缩短($P<0.05$)。与此相反,面团弱化度均增加,与 CK 相比,RF30 处理增加显著($P<0.05$)。

2019 年,连续减施处理(RF10、RF20、RF30)的湿面筋含量和面团形成时间与 CK 差异均不显著;RF10、RF20、RF30 处理的面团稳定时间与 CK 相比均

表 1 氮肥不同减施水平下籽粒品质的比较

Table 1 Wheat grain quality under various nitrogen fertilizer reduced levels

处理 Treatments	2018				2019			
	含水量 Water/ (g·100 g ⁻¹)	蛋白质 Protein/ (g·100 g ⁻¹ DW)	容重 Bulk density/(g·L ⁻¹)	出粉率 Ratio of flour/%	含水量 Water/ (g·100 g ⁻¹)	蛋白质 Protein/ (g·100 g ⁻¹ DW)	容重 Bulk density/(g·L ⁻¹)	出粉率 Ratio of flour/%
CK	9.38±0.32c	14.25±0.25a	775.50±2.50ab	72.45±0.05a	9.67±0.05a	13.55±0.15a	815.50±1.50b	69.80±0.40b
RF10	9.44±0.12c	14.35±0.15a	772.50±0.50b	71.75±0.85ab	9.58±0.13a	11.90±1.80b	815.00±5.00b	72.10±0.80a
RF20	9.85±0.01b	13.95±0.45a	780.00±1.00a	71.40±0.00b	9.60±0.15a	12.05±0.35b	820.50±6.50a	69.95±0.75b
RF30	10.07±0.13a	12.60±0.90b	777.00±1.00ab	72.45±0.05a	9.30±0.15b	12.95±0.05ab	818.50±4.50ab	69.70±0.70b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间的差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: The different lowercase letters after data in a column mean significant differences among treatments at 0.05 level. The same below.

显著缩短($P<0.05$);面粉吸水量和弱化度与CK差异均不显著(表2)。

2.4 氮肥不同减施水平下面粉拉伸指标的变化

由表3可以看出,2018年RF10、RF20处理面粉能量值较CK增加,RF30则减少且显著低于RF10和RF20($P<0.05$)。恒定变形拉伸阻力方面,RF10与CK相比显著减小($P<0.05$),RF20、RF30处理与CK差异不显著。RF10处理的面团延伸性较CK显著增大($P<0.05$),RF20、RF30处理略减小。RF10、RF20、RF30处理的最大拉伸阻力与CK处理差异不显著。

第二季氮肥减施处理的面团能量值均较CK略有下降,各处理之间差异不显著;与此相反,面团恒定变形拉伸阻力均较CK增大,且RF10、RF30处理显著增大($P<0.05$);面团延伸性均较CK下降,RF10下降显著($P<0.05$);RF10、RF20、RF30处理的面团最大拉伸阻力与CK相比差异不显著(表3)。

3 讨论

小麦品质属于质量性状,但是受外在条件影响较大。黄婷等^[18]研究表明,不同播种机型号对小麦品质无显著影响;崔昊等^[19]研究发现CO₂浓度与氮肥水平互作对小麦籽粒品质无显著影响,但是在CO₂浓度升高情况下,维持较高施氮量有利于提高产量,改善淀

粉糊化特性,缓解品质下降;蔡艳等^[20]研究表明与连作(小麦)相比,轮作(小麦-红豆草)的小麦籽粒蛋白质等营养品质更稳定,籽粒中蛋白质必需氨基酸含量、氨基酸评分、氨基酸指数等均较高。本研究发现,在立式旋耕和300 kg·hm⁻²氮肥减施基准下,连续两季减施10%、20%氮肥能够获得更高产量,减施30%则有减产趋势;同时,当季减施10%或20%氮肥,籽粒蛋白质(干基)含量变化不大,当减施30%氮肥时,籽粒蛋白质含量下降显著;第二季连续减施各处理籽粒蛋白质(干基)含量均下降,减施10%、20%下降显著。这说明本研究条件下小麦生产中,当季氮肥减施不超过20%能够保证小麦产量和品质不下降;第二季连续减施尽管能保持产量稳定,但是降低了小麦品质关键指标蛋白质的含量。

追施氮肥可提高小麦总蛋白含量、湿面筋含量、面筋指数、淀粉含量,改善籽粒品质^[21]。施氮量由120 kg·hm⁻²增加到240 kg·hm⁻²时,引起强筋小麦的谷醇蛋白/清球蛋白比值降低,造成面团稳定时间缩短^[22]。在0~240 kg·hm⁻²施氮肥范围内,增施氮肥可以提高籽粒中直、支链淀粉积累量,过量施氮肥则不利于淀粉积累^[23]。在施纯氮0~300 kg·hm⁻²范围内,小麦面粉吸水率及面团形成、稳定时间均随着施氮量增加逐步增加,当施氮量超过300 kg·hm⁻²时,小麦籽粒粉

表2 氮肥不同减施水平下面粉流变特性的比较

Table 2 Rheological properties of dough under various nitrogen fertilizer reduced levels

处理 Treatments	2018					2019				
	湿面筋 Wet gluten/%	吸水量 Water absorption of flour/ (mL·100 g ⁻¹)	形成时间 Development time of dough/ min	稳定时间 Stability time of dough/min	弱化度 Softening degree of dough/ (FU)	湿面筋 Wet gluten/%	吸水量 Water absorption of flour/ (mL·100 g ⁻¹)	形成时间 Development time of dough/ min	稳定时间 Stability time of dough/min	弱化度 Softening degree of dough/ (FU)
CK	25.90±1.10a	53.50±0.10c	1.60±0.10a	2.10±0.10a	79.50±7.50b	26.10±0.30a	61.50±0.50a	1.85±0.15a	7.90±0.30a	37.00±2.00a
RF10	26.25±1.25a	53.55±0.15c	1.70±0.00a	2.00±0.10a	80.50±0.50b	23.00±3.60a	61.70±0.10a	1.70±0.30a	3.05±1.20b	59.50±30.50a
RF20	26.85±0.15a	54.50±0.30b	1.55±0.15ab	1.70±0.20b	95.00±2.00b	23.10±2.90a	62.30±0.70a	1.75±0.05a	1.30±0.10b	56.50±18.50a
RF30	23.10±2.90b	55.20±0.60a	1.40±0.10b	1.15±0.25c	126.00±30.00a	24.60±0.20a	61.75±0.85a	1.75±0.25a	1.60±0.20b	32.00±23.00a

表3 氮肥不同减施水平下面粉拉伸指标的比较

Table 3 Powerd tensile properties of dough under various nitrogen fertilizer reduced levels

处理 Treatments	2018				2019			
	能量 Energy/ (A.135')cm ⁻²	恒定变形拉伸阻力 Constant deformation tensile resistance/ (Rm.50.135')(EU)	延伸性 Extensibility/ (E.135')mm ⁻¹	最大拉伸阻力 Largest extensibility/ (Rm.135')(EU)	能量 Energy/ (A.135')cm ⁻²	恒定变形拉伸阻力 Constant deformation tensile resistance/ (Rm.50.135')(EU)	延伸性 Extensibility/ (E.135')mm ⁻¹	最大拉伸阻力 Largest extensibility/ (Rm.135')(EU)
CK	147.50±16.50ab	502.50±70.50a	154.00±5.00b	777.50±131.50a	114.50±1.50a	433.00±3.00b	148.50±4.50a	616.00±1.00a
RF10	153.50±13.50a	435.00±9.00b	172.00±14.00a	719.00±11.00a	105.00±25.00a	498.50±37.50a	127.00±9.00b	652.00±118.00a
RF20	155.00±2.00a	535.50±31.50a	152.50±3.50b	811.50±29.50a	104.00±19.00a	441.50±2.50b	138.00±10.00ab	613.00±50.00a
RF30	127.50±25.50b	523.00±39.00a	139.00±10.00b	713.00±93.00a	106.50±14.50a	497.00±43.00a	134.50±6.50ab	646.00±64.00a

质仪参数则逐渐下降^[24]。本研究表明,氮肥减施当季(2018年),减施10%、20%氮肥湿面筋含量稍有升高,减施30%则显著下降;第二季(2019年)连续减施,湿面筋含量均下降,但是差异不显著。此外,当季减施10%氮肥处理的面团形成时间略有增加,减施20%、30%时则缩短,减施30%显著缩短;第二季连续减施后面团形成时间均缩短。氮肥减施后面团稳定时间则均有缩短,当季减施20%、30%显著缩短,第二季连续减施则均显著缩短。

综上,在本研究条件下,当季减施10%、20%的氮肥投入量对小麦品质(如籽粒蛋白质含量、面粉湿面筋含量等)影响不大,连续减施则影响面团形成时间和稳定时间等,此时氮肥施水平为 $240\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,这与以往的研究结论基本吻合。在实际的生产中,当氮肥用量 $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,当季减施10%~20%,小麦可以提质增效,但第二季继续减施会影响小麦品质。因此,为保证小麦高产优质,建议在小麦施肥量的控制上采用隔年减施,并注意减施比例,具体的技术要求需要进一步研究。

4 结论

(1)在立式旋耕和 $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 施氮肥水平下,减施10%、20%氮肥能够实现减肥不降产,对当季小麦籽粒品质和面粉流变特性、拉伸性能无显著影响,但第二季连续减施则使籽粒蛋白质含量显著下降。

(2)减施30%氮肥时小麦产量有降低趋势,且籽粒蛋白质含量和面粉湿面筋含量降低。

(3)氮肥减施对籽粒容重、出粉率和面粉拉伸阻力、延伸性等指标没有明显影响。

总之,连续两季减施10%、20%能够实现减肥不降产,对当季小麦品质影响不明显,第二季连续减施则影响小麦品质;减施30%对小麦影响较大,籽粒产量有降低趋势且品质有所下降。

参考文献:

[1] 张丽. 深松和培肥对旱地农田土壤水分保蓄能力及玉米生长的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2014. ZHANG Li. Study on capacity of soil moisture conservation and the response of maize growth in dryland [D]. Beijing: China Agricultural University, 2014.

[2] 聂胜委, 张玉亭, 张巧萍, 等. 立式旋耕整地技术规程: ICS65. 060. 01/B05[S]. 郑州: 河南省地方标准公共服务平台, 2018. NIE Sheng-wei, ZHANG Yu-ting, ZHANG Qiao-ping, et al. Technological standards of vertical rotary tillage: ICS65. 060. 01/B05[S]. Zhengzhou: Publication Services Platform for Local Standards of Henan Province,

2018.

[3] 聂胜委, 张玉亭, 汤丰收, 等. 粉垄耕作对潮土冬小麦生长及产量的影响初探[J]. 河南农业科学, 2015, 44(2): 19-21, 43. NIE Sheng-wei, ZHANG Yu-ting, TANG Feng-shou, et al. Effects of smashing ridge tillage on growth and yield of winter wheat in fluvo-aquic soil region[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44(2): 19-21, 43.

[4] 聂胜委, 张玉亭, 汤丰收, 等. 粉垄耕作对潮土冬小麦田间群体微环境的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2015, 32(2): 204-208. NIE Sheng-wei, ZHANG Yu-ting, TANG Feng-shou, et al. Effect of smash ridging tillage on micro-environment of winter-wheat group in fluvo-aquic soil farmlands[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2015, 32(2): 204-208.

[5] Nie S W, Eneji A E, Huang S M, et al. Smash-ridging tillage increases wheat yield and yield component in the Huaihe valley, China[J]. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2013, 11(2): 453-455.

[6] 李铁冰, 逢焕成, 李华, 等. 粉垄耕作对黄淮海北部春玉米籽粒灌浆及产量的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(14): 3055-3064. LI Yi-bing, PANG Huan-cheng, LI Hua, et al. Effects of deep vertically rotary tillage on grain filling and yield of spring maize in north Huang-Huai-Hai region[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2013, 46(14): 3055-3064.

[7] 靳晓敏, 杜军, 沈润泽, 等. 宁夏引黄灌区粉垄栽培对玉米生长和产量的影响[J]. 农业科学研究, 2013, 34(1): 50-54. JIN Xiao-min, DU Jun, SHEN Run-ze, et al. The effect of smashing-ridging cultivation technology on the growth and yield of corn in Yellow River irrigation district of Ningxia[J]. *Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 34(1): 50-54.

[8] 韦本辉, 刘斌, 甘秀芹, 等. 粉垄栽培对水稻产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(19): 3946-3954. WEI Ben-hui, LIU Bin, GAN Xiu-qin, et al. Effect of Fenlong cultivation on yield and quality of rice[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(19): 3946-3954.

[9] 韦本辉, 申章佑, 甘秀芹, 等. 粉垄栽培对旱地作物产量品质的影响[J]. 中国农业科技导报, 2012, 14(4): 101-105. WEI Ben-hui, SHEN Zhang-you, GAN Xiu-qin, et al. Effects of Fenlong cultivation on yield and quality of dryland crops[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2012, 14(4): 101-105.

[10] Nie S W, Eneji A E, Chen Y Q, et al. Nitrate leaching from maize intercropping systems with N fertilizer over-dose[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2012, 11(9): 1555-1565.

[11] Nie S W, Gao W S, Chen Y Q, et al. Review of current status and research approaches for nitrogen pollution in farmlands[J]. *Agricultural Sciences in China*, 2009, 8(7): 843-849.

[12] 赵护兵, 王朝晖, 高亚军, 等. 陕西省农户小麦施肥调研评价[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(1): 245-253. ZHAO Hu-bing, WANG Zhao-hui, GAO Ya-jun, et al. Investigation and evaluation of household wheat fertilizer application in Shaanxi Province[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2016, 22(1): 245-253.

[13] 崔振岭, 陈新平, 张福锁, 等. 华北平原小麦施肥现状及其影响小麦产量的因素分析[J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 224-229. CUI Zhen-ling, CHEN Xin-ping, ZHANG Fu-suo, et al. Analysis of fertil-

- izer applied and the central factors influencing grain yield of wheat in the Northern China Plain[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2008, 23(Suppl):224-229.
- [14] 曹寒冰, 王朝辉, 赵护兵, 等. 基于产量的渭北旱地小麦施肥评价及减肥潜力分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(14):2758-2768. CAO Han-bing, WANG Zhao-hui, ZHAO Hu-bing, et al. Yield based evaluation on fertilizer application and analysis of its reduction potential in Weibei dryland wheat production[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2017, 50(14):2758-2768.
- [15] 郑春风, 任伟, 车军, 等. 氮肥减量施用对冬小麦产量及经济效益的影响[J]. 山西农业科学, 2019, 47(1):56-60. ZHENG Chun-feng, REN Wei, CHE Jun, et al. Effects of nitrogen reduction application on yield and economic benefit in winter wheat[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2019, 47(1):56-60.
- [16] 徐进玉, 张会平. 小麦氮肥减量施用效果研究[J]. 河南农业, 2017, (9):43-44. XU Jin-yu, ZHANG Hui-ping. Effects of nitrogen fertilizer reduced application on wheat yield[J]. *Henan Nongye*, 2017 (9):43-44.
- [17] 聂胜委, 张巧萍, 张玉亭, 等. 华北平原小麦生长季氮肥减施依据与基准简析[J]. 山西农业科学, 2019, 47(1):61-64. NIE Sheng-wei, ZHANG Qiao-ping, ZHANG Yu-ting, et al. Analysis on base and standard for nitrogen application reduced during wheat growing season in North China Plain[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2019, 47(1):61-64.
- [18] 黄婷, 杜小娟, 刘成刚, 等. 不同机械播种方式对小麦产量和籽粒品质的效应[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(10):55-57. HUANG Ting, DU Xiao-juan, LIU Cheng-gang, et al. Effect of different machine seedling methods on wheat yields and grain quality[J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2018, 64(10):55-57.
- [19] 崔昊, 石祖梁, 蔡剑, 等. 大气CO₂浓度和氮肥水平对小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(4):979-984. CUI Hao, SHI Zu-liang, CAI Jian, et al. Effects of atmospheric CO₂ concentration enhancement and nitrogen application rate on wheat grain yield and quality[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22(4):979-984.
- [20] 蔡艳, 郝明德. 长期轮作对黄土高原旱地小麦籽粒蛋白质营养品质的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(5):1354-1360. CAI Yan, HAO Ming-de. Effects of long-term rotation on the nutritional quality of wheat grain protein on dryland of Loess Plateau, northwest China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(5):1354-1360.
- [21] 代新俊, 夏清, 杨珍平, 等. 氮肥后移对强筋小麦氮素积累转运及籽粒产量与品质的影响[J]. 水土保持学报, 2018, 32(3):289-294. DAI Xin-jun, XIA Qing, YANG Zhen-ping, et al. Effects of postponing nitrogen application on accumulation and transport of nitrogen and yield and quality of grain in strong-gluten wheat[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2018, 32(3):289-294.
- [22] 王小燕, 于振文. 水氮互作对小麦籽粒蛋白质组分和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(3):518-523. WANG Xiao-yan, YU Zhen-wen. Effect of interactions between water management and nitrogen fertilizer on wheat processing quality and their relationship to protein fractions[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2009, 29(3):518-523.
- [23] 李文阳, 卢继承, 闫素辉, 等. 施氮水平对小麦籽粒淀粉粒分布与加工品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 32(2):297-302. LI Wen-yang, LU Ji-cheng, YAN Su-hui, et al. Effects of nitrogen application rate on starch granules size distribution and processing quality of winter wheat[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2015, 32(2):297-302.
- [24] 杨兵兵, 闫素辉, 李文豪, 等. 施氮水平对小麦籽粒产量及品质的影响[J]. 安徽科技学院学报, 2015, 29(6):52-55. YANG Bing-bing, YAN Su-hui, LI Wen-hao, et al. Effects of nitrogen rate on yield and quality of wheat grain[J]. *Journal of Anhui Science and Technology University*, 2015, 29(6):52-55.