

RR钾肥运筹对小麦氮素和钾素吸收利用及产量和品质的影响^①

武 际^{1,2}, 郭熙盛^{1,2}, 王允青¹, 黄晓荣²

(1 安徽省农业科学院土壤肥料研究所, 合肥 230031; 2 安徽省农作物品质改良重点试验室, 合肥 230031)

摘 要: 采用盆栽试验研究了不同 K 肥运筹方式对小麦 N、K 吸收及产量和品质的影响。结果表明: 施 K 促进了小麦对 N、K 素的转运和吸收累积, 显著提高了小麦籽粒的产量、蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值, 但过量施 K 却降低了小麦对 N、K 素的转运和 K 的利用效率以及籽粒产量, 以中量 K 肥全部基施处理获得最高产量和较好的品质指标。K 肥分次施用比一次性基施能够显著提高成熟期小麦植株 K 含量, N、K 累积量和 K 的利用效率, 促进小麦籽粒品质的改善。以中量 K 肥 3 次施用处理的品质指标最高, 但显著降低了籽粒产量。综合考虑产量和品质效应, 以中量 K 肥分 2 次施用处理为最佳 K 肥运筹方式。

关键词: 钾肥运筹; 小麦氮、钾吸收利用; 产量; 品质

中图分类号: S143.3⁺2; S152.1

长期以来, 我国种植业生产以提高农田复种指数和追求作物高产为目标, 导致大部分地区土壤供 K 量显著降低。同时近年来 N 肥用量的增加和作物产量水平的提高, 也加速了土壤 K 素的输出^[1], K 素已成为提高小麦产量和改善小麦品质的主要限制因子。由于中国钾矿资源匮乏以及对 K 肥的重视程度不够, 目前还不能扭转耕地普遍缺 K 问题。因此, 优化肥料施用结构已成为作物优质高产栽培中的重要技术措施。其中, 施 K 对小麦植株 N 代谢以及产量和品质形成具有重要的生理调控作用。前人的研究表明: 增施 K 肥能够提高植株根系活力, 促进植株对 N、P 的吸收和积累, 提高 N 素向籽粒的转运比例; 促进同化物向穗部器官的转运与分配, 增强灌浆期间籽粒中蔗糖的供应, 加速淀粉积累速率, 利于经济产量的形成^[2-6], 但这些研究多集中在 K 肥全部基施的基础上。韩燕来^[7]的研究显示, 小麦对 K 素的吸收存在阶段性差异, 高产小麦植株 K 素含量在整个生育期内呈双峰曲线, 峰值分别出现在分蘖初期和拔节期, K 素吸收的最大速率期出现在返青到孕穗末期, 说明小麦生育中后期需 K 量较多。但目前在小麦实际生产中均将 K 肥作为基肥一次性施入, 与小麦需 K 规律不相吻合。高产条件下, 在保证产量和品质的同时, 进行 K 肥的优化管理, 提高 K 肥的利用率, 并保护生态环境, 是小麦生产亟待解决的问题。为此, 笔者开展了 K 肥运筹对小麦 N 素和 K 素吸收利用及产量和品质影响的研究, 旨在为专用小麦生产中的 K 肥决策提供理论和实践

依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验土壤为采自于安徽省蒙城县的砂姜黑土。耕层土壤基础农化性质为: 有机质 15.2 g/kg, 全 N 0.98 g/kg, 碱解 N 92.77 mg/kg, 全 P 0.40 g/kg, 速效 P 19.0 mg/kg, 缓效 K 500.6 mg/kg, 速效 K 116.9 mg/kg, pH 6.84。供试小麦品种为烟农 19。

1.2 试验方法

采用盆栽试验方法。试验盆钵采用高 22 cm、直径为 26 cm 的塑料盆钵, 每盆装风干过筛土壤 5 kg, 盆钵肥料用量为相对应田间用量的 3 倍。2005 年 10 月 25 日播种, 播种齐苗后, 每盆定苗为 15 株。2006 年 6 月 5 日分盆收获。

1.3 试验设计

试验 K 肥设 K₂O 0、0.4、0.8、1.2 g/盆 4 个用量水平 (相对应的田间用量为 K₂O 0、60、120、180 kg/hm²), 其中 0.8 g/盆设 3 种施用时期, 共 6 个处理 (表 1)。各处理 N、P、Zn 肥用量相同, 施 N 1.2 g/盆, P₂O₅ 0.6 g/盆, ZnSO₄ 0.1 g/盆, 相对应的田间用量分别为 N 180 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、ZnSO₄ 15 kg/hm²。70% N 肥和全部 P、Zn 肥在装盆时和土壤混合后施入, 30% N 肥于拔节期追施。随机区组排列, 12 次重复。N 肥用尿素, K 肥用 KCl, P 肥用 NaH₂PO₄, Zn 肥用 ZnSO₄。

^①基金项目: 国家和安徽省“粮食丰产工程”项目(2006BAD02A06)资助。

作者简介: 武际 (1974—), 男, 安徽舒城人, 副研究员, 博士研究生, 主要从事植物营养与小麦施肥研究。E-mail: wuji338@163.com

表 1 不同试验处理的 K 肥运筹方式

Table 1 Potassium fertilizer operation under different treatments

处理	K 肥运筹方式
K ₀	不施 K 肥
K _{0.4}	低量 K 肥全部基施 (K ₂ O 0.4 g/盆)
K _{0.8}	中量 K 肥全部基施 (K ₂ O 0.8 g/盆)
K _{0.8-1}	中量 K 肥 2 次施用, 60% 基施, 40% 拔节期追施
K _{0.8-2}	中量 K 肥 3 次施用, 60% 基施, 20% 拔节期追施, 20% 抽穗期追施
K _{1.2}	高量 K 肥全部基施 (K ₂ O 1.2 g/盆)

1.4 测定项目与方法

小麦植株养分测定: 在小麦生育期内, 分别于分蘖期、拔节期、抽穗期、灌浆期和成熟期采集植株样品, 拔节前为整株样品, 抽穗后按茎秆和穗 (灌浆后分为籽粒和穗轴+颖壳) 分开, 杀青、烘干、称重、粉碎混匀后分析用。N 用凯氏定氮法测定; K 用火焰光度法分析^[8]。

小麦成熟籽粒品质性状分析: 蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值用近红外谷物分析仪测定。

1.5 数据分析方法

小麦植株 N 素和 K 素累积与转运指标按以下方法计算^[9]:

N (K) 素表观转运量 = 抽穗期植株吸 N (K) 量 (幼穗干重吸 N (K) 量除外) - 成熟期植株吸 N (K) 量 (籽粒干重吸 N (K) 量除外)

N (K) 素表观转运率 = { N (K) 素表观转运量 / 抽穗期植株吸 N (K) 量 (幼穗干重吸 N (K) 量除外) } × 100%

N (K) 素表观转变率 = { N (K) 素表观转运量 / (成熟期籽粒干重 × 籽粒含 N (K) 率) } × 100%

K 素生理效率 = (施 K 处理产量 - 对照产量) / (施 K 处理的植株吸 K 量 - 对照的植株吸 K 量)

K 素产谷效率 = 小麦籽粒干重 / 植株吸 K 量

K 素农艺效率 = (施 K 处理产量 - 对照产量) / 施 K 量

K 素收获指数 = 籽粒干重 × 籽粒含 K 率 / 植株吸 K 量 × 100%

K 素利用效率 = { (施 K 处理植株吸 K 量 - 对照植株吸 K 量) / 施 K 量 } × 100%

数据均采用 SAS 软件和 Excel 软件进行统计分析并绘图。

2 结果与分析

2.1 K 肥运筹对小麦产量和品质的影响

由表 2 可看出, 施用 K 肥能够显著提高小麦的产量。施 K 处理与未施 K 处理 (K₀) 产量差异均达到显著水平, 其中以中量 K 肥全部基施处理 (K_{0.8}) 产量最高, 比 K₀ 增产 24.2%。继续增加施 K 量, 小麦产量则降低。在同一 K 肥用量条件下, 随着 K 肥施用时期的后移, 小麦籽粒产量有降低的趋势, 中量 K 肥全部基施处理 (K_{0.8}) 与中量 K 肥 2 次施用处理 (K_{0.8-1}) 产量差异不显著, 但与中量 K 肥 3 次施用处理 (K_{0.8-2}) 产量差异达到显著水平。表明 K 肥追施时期后移对小麦产量的影响表现出一定的负效应。

表 2 K 肥运筹对小麦产量与品质的影响

Table 2 Effects of potassium fertilizer operation on yield and quality of wheat

处理	蛋白质含量 (g/kg)	湿面筋含量 (g/kg)	沉降值 (ml)	产量 (g/盆)
K ₀	148 d	333 e	54.7 d	23.6 d
K _{0.4}	151 d	342 d	55.8 cd	26.8 c
K _{0.8}	155 c	357 c	56.5 bc	29.3 a
K _{0.8-1}	161 ab	365 ab	57.5 ab	28.1 ab
K _{0.8-2}	162 a	371 a	57.9 a	27.3 bc
K _{1.2}	158 bc	359 bc	57.2 ab	28.6 ab

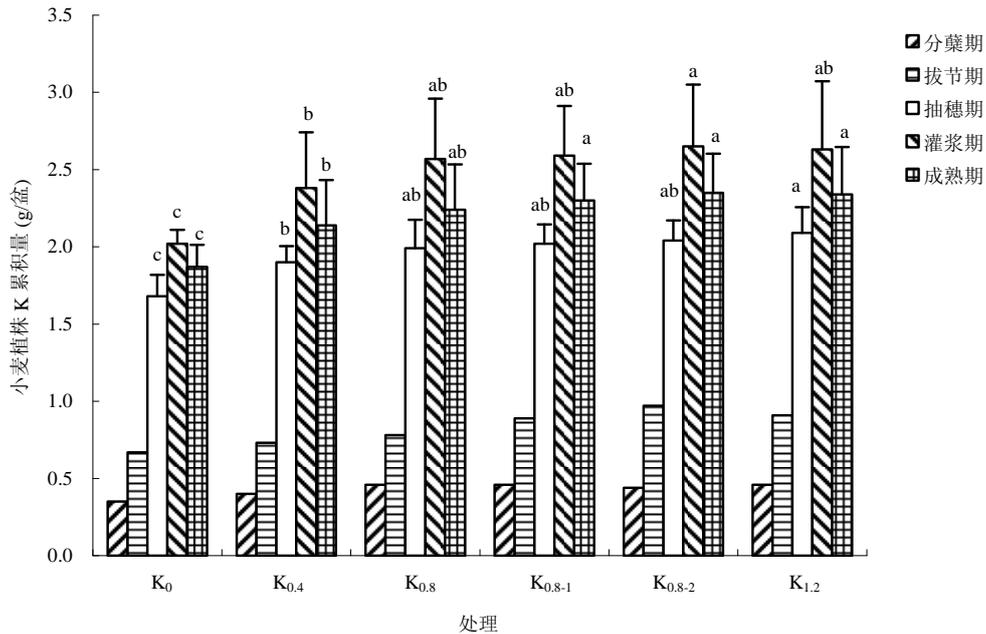
注: 小写字母表示 p < 0.05 显著水平, 下同。

施 K 对小麦的品质有显著影响, 随着施 K 量的提高, 小麦的蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值均表现出增加的趋势。K 肥基施处理中以中、高用量 K 肥处理获得了较高的品质指标, 其中蛋白质含量、湿面筋含量与不施 K、低用量 K 肥处理的差异均达到显著水平。在施 K 量相同的条件下, 分次施 K 处理的品质指标均高于 K 肥全部基施处理 (K_{0.8}), 差异达到显著水平, 并以 K 肥 3 次施用处理 (K_{0.8-2}) 品质指标最优, 但其与 K 肥 2 次施用处理 (K_{0.8-1}) 差异不显著。

2.2 K 肥运筹对小麦 N、K 素累积吸收的影响

由图 1、2 可以看出, 整个生育期, 小麦植株 N、K 素累积量表现出前期少, 中、后期多的趋势。生育前期虽然植株 N、K 养分含量高, 但其生物量少, 所以养分累积少; 中、后期随着小麦生物量的提高, N、K 素吸收量也急剧增加。但不同的是小麦植株对 N 素的吸收从分蘖期到成熟期一直呈增加趋势, 在成熟期达到最高; 而 K 素累积量则在灌浆期达到峰值, 之后累积量减少。

施用 K 肥对小麦植株 N、K 素的吸收有显著影响 (图 1、2)。随着 K 肥用量的增加, 各生育期小麦的 K 素累积量也随之增加, K 素累积量均在处理 K_{1.2} 达到最高; 而 N 素累积量最大值则在处理 K_{0.8} 出现, 继续增加施 K 量, N 素累积量有降低的趋势。在 K 肥用量相同的条件下, K 肥分次施用提高了小麦植株



(小写字母表示同一生育期不同处理间 p<0.05 显著水平, 下同)

图 1 K 肥运筹对小麦 K 素累积量的影响

Fig. 1 Effects of potassium fertilizer operation on potassium accumulation of wheat

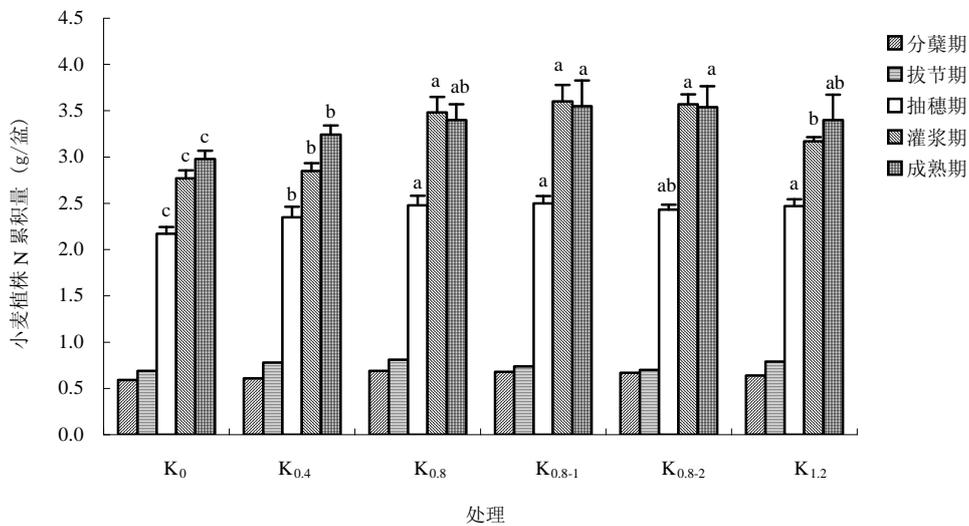


图 2 K 肥运筹对小麦 N 素累积量的影响

Fig. 2 Effects of potassium fertilizer operation on nitrogen accumulation of wheat

K 素累积量。从拔节期开始, K 肥 2 次施用处理 (K_{0.8-1}) 和 K 肥 3 次施用处理 (K_{0.8-2}) K 累积量均高于 K 肥全部基肥处理 (K_{0.8})。同样分次施 K 也促进了小麦植株 N 素的累积量, 从抽穗期开始, 处理 K_{0.8-1} N 累积量就高于处理 K_{0.8}, 而处理 K_{0.8-2} 在抽穗期追施 K 肥后, 其灌浆期和成熟期的 N 累积量均高于

处理 K_{0.8}。说明分次施用 K 肥能够促进小麦植株对 N、K 素的吸收累积。

2.3 K 肥运筹对小麦植株 N、K 素转运及 K 素利用效率的影响

K 肥用量对植株 N、K 素的转运有着重要的影响 (表 3)。K 肥仅作基肥施用的处理其 N、K 素转

运量、转运率和转变率随着 K 肥用量的提高而增加,均以中量 K 肥全部基施处理 $K_{0.8}$ 达到最大,继续增加 K 肥用量, N、K 素转运量、转运率和转变率有降低的趋势。表明在一定用量范围内,施 K 不仅可以提高小麦 K 素的吸收与累积,还有利于小麦抽穗前贮存的 N 素向籽粒转运。再从分次施用 K 肥来看,随着 K 肥施用时期后移, N 素的转运量、转运

率和转变率随之提高,以中量 K 肥 3 次施用处理($K_{0.8-2}$)最高;而 K 素的转运量、转运率和转变率则以中量 K 肥 2 次施用处理($K_{0.8-1}$)最高,说明 K 肥施用时期适当后移有利于提高 N、K 素的转运量、转运率和转变率,从而对籽粒品质改善起到调节作用。但 K 肥追施时期过后则不利于小麦抽穗前贮存的 K 素向籽粒转运。

表 3 K 肥运筹对小麦植株 N、K 素运转的影响

Table 3 Effects of potassium fertilizer operation on plant nitrogen and potassium translocation of wheat

处理	N 表观转运量 (g/盆)	N 表观转运率 (%)	N 表观转变率 (%)	K 表观转运量 (g/盆)	K 表观转运率 (%)	K 表观转变率 (%)
K_0	1.23 b	71.55 d	55.08 b	0.08 c	5.62 e	25.01 f
$K_{0.4}$	1.35 ab	72.70 bcd	56.84 ab	0.10 bc	6.15 d	27.06 e
$K_{0.8}$	1.42 ab	73.16 bc	57.77 ab	0.15 a	9.04 b	37.61 b
$K_{0.8-1}$	1.45 a	73.99 b	57.99 a	0.16 a	9.32 a	41.14 a
$K_{0.8-2}$	1.47 a	75.44 a	58.30 a	0.14 ab	8.10 c	36.70 c
$K_{1.2}$	1.42 ab	72.59 cd	57.77 ab	0.10 bc	6.08 d	27.78 d

K 肥运筹对小麦植株 K 素的利用有着重要影响(表 4)。K 肥全部作基肥施用,随着施 K 量的增加, K 素的生理效率、产谷效率、农艺效率和收获指数先增加后降低,以中量 K 肥全部基施处理($K_{0.8}$)获得最高值;而 K 肥分次施用,小麦植株 K 素的生理效率、产谷效率、农艺效率和收获指数均表现出持续降低的趋势,这可能和分次施 K 引起小麦产量的降低有关。K 素利用效率作为评价小麦 K 素利用状况的一个重要指标在生产中得到广泛应用。从表 4 可

以看出, K 肥全部基施时, K 素的利用效率随着 K 肥用量的增加依次降低,高量 K 肥全部基施处理($K_{1.2}$)最低,比低量施 K 处理($K_{0.4}$)降低了 42.7 个百分点,差异达显著水平。由于 K 肥分次施用显著增加了小麦植株 K 素的累积量,从而导致分次施 K 能够明显提高 K 肥的利用效率,与 K 肥全部基施处理($K_{0.8}$)相比, K 肥 2 次施用处理($K_{0.8-1}$)的 K 利用效率提高了 15.5 个百分点, K 肥 3 次施用处理($K_{0.8-2}$)的 K 利用效率提高了 29.6 个百分点,差异均达到显著水平。

表 4 K 肥运筹对小麦植株 K 素利用的影响 (%)

Table 4 Effects of potassium fertilizer operation on potassium use efficiency of wheat

处理	K 生理效率	K 产谷效率	K 农艺效率	K 收获指数	K 利用效率
K_0	-	12.08 c	-	16.82 c	-
$K_{0.4}$	18.14 d	12.18 b	8.75 b	16.49 d	67.93 a
$K_{0.8}$	26.73 a	13.55 a	9.66 a	17.90 a	45.99 d
$K_{0.8-1}$	15.89 b	12.24 b	6.88 c	17.33 b	53.12 c
$K_{0.8-2}$	11.89 c	11.64 d	5.91 d	16.36 d	59.59 b
$K_{1.2}$	14.43 e	12.06 c	4.67 e	15.72 e	38.91 e

2.4 小麦植株 N、K 累积量与籽粒产量和品质的关系

表 5、6 显示,小麦籽粒的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值与小麦生育中后期植株 N 素累积量及转运均呈显著或极显著正相关,其中与成熟期植株 N 累积量的相关系数最大;整个生育期植株 K 素累积量与籽粒的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值均呈显著或极

显著正相关,其中是以拔节期和成熟期植株 K 累积量与品质的相关系数较大。可见施 K 主要是通过提高小麦生育中、后期 N、K 累积量来改善小麦籽粒的品质。而从 N、K 素累积量及转运与产量的关系来看,分别以抽穗期 N 累积量和苗期 K 累积量与产量的相关系数最大,均达到极显著水平。

表 5 小麦 N 累积量与产量和品质相关性

Table 5 Correlation coefficients between plant nitrogen accumulation and yield and quality

	N 累积量					N 表观	N 表观	N 表观
	苗期	拔节期	抽穗期	灌浆期	成熟期	转运量	转运率	转变率
蛋白质含量	0.800	0.625	0.828*	0.896*	0.959**	0.947**	0.853*	0.914*
湿面筋含量	0.868*	0.527	0.853*	0.936**	0.970**	0.965**	0.881*	0.943**
沉降值	0.786	0.614	0.864*	0.863*	0.969**	0.972**	0.839*	0.952**
产量	0.819*	0.744	0.962**	0.706	0.810	0.819*	0.483	0.867*

注：n=6, r_{0.05} = 0.811, r_{0.01} = 0.917, 下表同。

表 6 小麦 K 累积量与产量和品质相关性

Table 6 Correlation coefficients between plant potassium accumulation and yield and quality

	K 累积量					K 表观	K 表观	K 表观
	苗期	拔节期	抽穗期	灌浆期	成熟期	转运量	转运率	转变率
蛋白质含量	0.835*	0.965**	0.869*	0.893*	0.912*	0.748	0.666	0.756
湿面筋含量	0.863*	0.939**	0.879*	0.920**	0.923**	0.800	0.726	0.798
沉降值	0.868*	0.972**	0.924**	0.939**	0.958**	0.712	0.618	0.705
产量	0.960**	0.593	0.901*	0.909*	0.869*	0.754	0.714	0.685

2.5 不同生育期小麦植株(秸秆+叶片)K 含量与 N 素累积及转运的影响

成熟期小麦植株(秸秆+叶片)K 含量随 K 肥用量的增加而提高(图 3)。K 肥分次施用可以明显改善小麦成熟期 K 素营养状况,提高了小麦植株 K 含量。全部处理中以中量 K 肥 3 次施用处理(K_{0.8-2})植株 K 含量最高。与中量 K 肥全部基施处理(K_{0.8})相比,中量 K 肥 2 次施用处理(K_{0.8-1})K 含量提高了 9.21 个百分点,中量 K 肥 3 次施用处理(K_{0.8-2})K 含量提高了 14.33 个百分点,差异均达到显著水平。

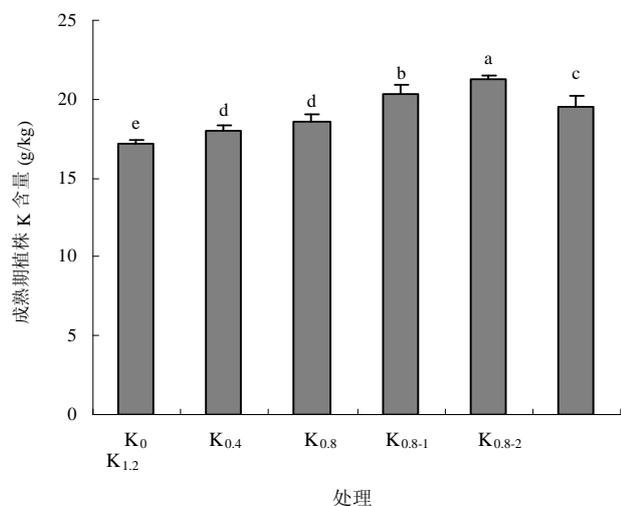


图 3 K 肥运筹对成熟期植株 K 含量的影响

Fig. 3 Effects of potassium fertilizer operation on potassium content at maturity

由表 7 可知,小麦植株成熟期 K 含量和成熟期 N 累积量、转运量、转运率及转变率均呈显著正相关。表明合理的 K 肥运筹,主要是通过提高小麦植株生育后期 K 素营养水平,促进成熟期小麦植株 N 素累积量、转运量、转运率及转变率的提高,从而改善了小麦的品质。

表 7 植株 K 含量和 N 素累积与转运的关系

Table 7 Relationships between plant potassium content and nitrogen accumulation and translation

项目	回归方程	R ²
N 累积量 (y ₁)	Y ₁ = 0.1305 K + 0.8567	0.8294*
N 转运量 (y ₂)	Y ₂ = 0.0524 K + 0.3882	0.7889*
N 转运率 (y ₃)	Y ₃ = 0.8207 K + 57.549	0.8404*
N 转变率 (y ₄)	y ₄ = 0.6814 K + 44.265	0.7371*

3 讨论

前人的研究结果表明^[10-11],冬小麦在吸收土壤速效 K 的同时,土壤非交换性 K、矿物 K 亦在不断地向速效 K 转化,以弥补因冬小麦吸收而导致的土壤速效 K 含量的降低,进入拔节期后,随小麦吸 K 强度的增强,土壤速效 K 与缓效 K 含量均明显下降,到抽穗期左右降至最低点,说明拔节至抽穗期是小麦需 K 量较多的时期,但有关拔节期和抽穗期施用 K 肥对小麦植株养分吸收利用的影响报道较少。

本研究结果表明, K 肥于拔节期和抽穗期追施, 不仅促进了 K 素的累积与转运, 还显著提高了小麦植株的 N 素累积与转运。同时 K 肥全部作基肥施用的处理, 随着 K 肥用量的增加 K 肥利用效率依次下降, 而在 K 肥用量相同的情况下分次施 K 能够大幅度提高 K 肥的利用效率。这表明在适量施 K 的小麦高产栽培条件下, 将目前生产中的 K 肥全部基施改为基施与追施相结合, 使土壤中速效 K 供应与小麦的 K 素需求同步, 从而促进小麦植株对 K 素的吸收, 显著提高 K 素的利用效率; 同时还可以增加小麦植株对 N 素的吸收, 使 N 肥的损失量显著降低, 减少环境污染。

合理施用 K 肥是实现小麦高产的重要措施之一。梁晓芳^[12]的研究认为, 与一次性施 K 相比, 分期施 K 提高了小麦开花后旗叶的光合速率、籽粒中蔗糖的供应强度和淀粉积累速率, 从而进一步提高了籽粒产量。本研究结果表明, 在一定 K 肥用量范围内随着施 K 量的增加, 小麦产量能显著提高, 但 K 肥用量过高又会降低小麦产量。在 K 肥用量相同的条件下, K 肥分 2 次施用对籽粒产量影响不大, 但 K 肥分 3 次施用却显著降低了籽粒产量, 这和前人的研究结果不太一致, 可能和供试土壤的基础肥力以及小麦生长环境不同等有关。

K 素虽然被称为品质元素, 其对小麦品质的影响已有较多报道, 但是结论还存在着争议。吴兰云和徐茂林^[13]研究认为, 增施 K 肥对小麦蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值影响不大; 宋建民等^[14]研究则认为, K 仅对沉降值有显著影响, 对蛋白质含量、湿面筋含量、形成时间和稳定时间均无显著影响。本研究发现施用 K 肥促进了抽穗前小麦植株贮藏的 N 素向籽粒转运, 合理的 K 肥运筹能够显著提高成熟期小麦植株的 K 含量, 较高的成熟期植株 K 含量又促进了成熟期植株 N 素累积量的显著提高, 而 N 素累积量的多少是小麦相对吸 N 能力的量度, 与籽粒蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值呈极显著的正相关, 进而显著改善了籽粒的品质。并且随着 K 肥施用

期的后移, K 对籽粒品质的调优效果越来越显著。本试验条件下, 综合考虑产量和品质效应, 以中量 K 肥 2 次施用为宜。

参考文献:

- [1] Singh M, Singh VP, Reddy DD. Potassium balance and release kinetics under continuous rice-wheat cropping system in Vertisol. *Field Crops Research*, 2002, 77: 81-91
- [2] 于振文, 张炜, 余松烈. 钾营养对冬小麦养分吸收分配、产量形成和品质的影响. *作物学报*, 1996, 22(4): 442-447
- [3] 齐华, 于贵瑞, 程一松, 王建林. 钾肥对灌浆期冬小麦群体内叶片光合特性的影响. *应用生态学报*, 2003, 14: 690-694
- [4] 王旭东, 于振文, 王东. 钾对小麦旗叶蔗糖和籽粒淀粉积累的影响. *植物生态学报*, 2003, 27(2): 192-201
- [5] 于振文, 张炜, 岳寿松, 沈成国, 余松烈. 钾营养对冬小麦光合作用和衰老的影响. *作物学报*, 1996, 22(3): 305-312
- [6] 熊明彪, 田应兵, 熊晓山, 宋光煜, 雷孝章, 曹叔尤. 钾肥对冬小麦根系营养生态的影响. *土壤学报*, 2004, 41(2): 285-291
- [7] 韩燕来, 介晓磊, 谭金芳, 郭天财, 朱云集, 王晨阳, 夏国军, 刘征. 超高产冬小麦的氮磷钾的吸收、分配与运转规律的研究. *作物学报*, 1998, 24(6): 908-915
- [8] 李酉开. *土壤农业化学常规分析方法*. 北京: 科学出版社, 1983
- [9] 王强盛, 甄若宏, 丁艳锋, 吉志军, 曹卫星, 黄丕生. 钾肥用量对优质粳稻钾素积累利用及稻米品质的影响. *中国农业科学*, 2004, 37(10): 1444-1450
- [10] 熊明彪, 雷孝章, 宋光煜, 曹叔尤. 长期施肥条件下小麦对钾素吸收利用的研究. *麦类作物学报*, 2004, 24 (1): 51-54
- [11] 杜承林, 祝斌, 陶帅平, 葛志清, 虞国兴, 印良柏. 施钾对扬麦 158 等小麦品种的养分吸收与生物产量的影响. *土壤学报*, 2001, 38(3): 301-307
- [12] 梁晓芳, 于振文. 施钾时期对冬小麦旗叶光合特性和籽粒淀粉积累的影响. *应用生态学报*, 2004, 15(8): 1349-1352
- [13] 吴兰云, 徐茂林. 优化施肥对小麦产量和品质的效应. *土壤肥料*, 2003 (4): 11-15
- [14] 宋建民, 刘爱峰, 吴祥云, 刘建军, 李豪圣, 赵振东. 氮钾配合施肥对小麦济南 17 品质的影响. *中国农业科学*, 2004, 37(3): 344-350

Effects of Potassium Fertilizer Operation on the Uptake and Utilization of Nitrogen and Potassium, Yield and Quality of Wheat

WU Ji^{1,2}, GUO Xi-sheng^{1,2}, WANG Yun-qing¹, HUANG Xiao-rong²

(1 *Soil and Fertilizer Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China;*

2 *Anhui Provincial Key Laboratory of Crop Quality Improvement, Hefei 230031, China*)

Abstract: Pot experiment was conducted to study the effects of K fertilizer operation on the absorption and utilization of nitrogen and potassium, yield and quality of wheat. The results indicated that K application promoted the translocation and accumulation of N and K. Moreover, K fertilization increased the grain yield, the contents of protein and wet gluten and sedimentation. But excessive-fertilization decreased N and K translocation, K use efficiency and grain yield. Medium rate of K with basal application achieved the maximum yield and better quality indexes. Compared to basal application, applying potassium fertilizer at different stages could enhance K content, N and K accumulation of wheat at maturity as well as K use efficiency significantly. It also improved significantly the grain quality. The quality indexes of grain amounted to maximum at the treatment of medium rate of K with applying at three stages, but the grain yield decreased significantly. Taking effects of yield and quality into consideration together, the optimum potassium operation was the treatment of medium rate of K with applying at two stages.

Key words: K fertilizer operation, Wheat nitrogen, potassium absorption and utilization, Yield, Quality