

钾锰配施对旱地冬小麦植株养分含量及产量和品质的影响^{*}

张会民¹, 刘红霞¹, 王留好², 裴瑞杰³,
王 浩¹, 周文利¹, 郭大勇¹, 郭永新¹

(1 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2 河南科技大学 林业职业学院, 河南 洛阳 471002;

3 河南省南阳农业学校, 河南 南阳 473000)

[摘 要] 研究了钾锰配施对旱地冬小麦植株养分含量、产量及品质的影响。结果表明, 施钾锰肥处理与不施钾锰肥处理相比, 小麦各生育期植株氮、磷含量均降低, 钾含量升高; 钾锰配施有极显著的增产效应, 增产幅度为12.0%~25.5%; 钾锰配施处理的小麦湿面筋含量、沉降值、稳定时间及蛋白质含量均比对照有所增加, 钾和锰相比, 对小麦上述品质指标的影响更为显著, 锰仅对湿面筋和蛋白质含量有一定的影响。

[关键词] 钾锰配施; 冬小麦; 合理施肥; 植株养分含量; 旱地

[中图分类号] S512.1⁺10.62; S512.1⁺10.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2004)11-0109-05

由于人们长期只重视氮磷肥而轻视有机肥和钾肥的施用, 导致我国北方麦区相继出现缺钾现象^[1]。关于钾素对提高小麦产量和改善小麦品质作用的研究已有较多报道^[2,3]。随着小麦产量水平的提高, 北方石灰性土壤小麦缺锰现象也日益突出^[4], 锰素对小麦营养及品质的作用研究也有报道^[5], 但有关钾锰配施在旱地小麦上的综合研究报道较少。本试验研究了钾锰配施对旱地冬小麦植株养分含量及产量和品质的影响, 以期旱地小麦合理施用钾锰肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

田间试验于2001~2002年在河南科技大学试验田进行。试验地土壤为褐土, 质地中壤, 有机质11.82 g/kg, 碱解氮55.1 mg/kg, 速效磷(P_2O_5) 9.3 mg/kg, 速效钾(K_2O) 143.7 mg/kg, 有效锰(DT-PA-Mn) 4.05 mg/kg。

试验采用二裂式裂区设计, 在底施153.0 kg/hm²纯N和105.0 kg/hm² P_2O_5 的基础上, 钾肥设5个水平作为主处理, 分别以 K_0 , K_1 , K_2 , K_3 和 K_4 代表 K_2O 0, 37.5, 75, 112.5和150 kg/hm², 钾肥全部基施。锰肥($MnSO_4 \cdot 3H_2O$)设0, 10, 20 kg/hm²

3个水平作为副处理, 分别以 M_{n0} , M_{n1} , M_{n2} 表示, 也全部基施。主区面积40 m², 副区面积10 m², 随机区组排列, 重复3次。供试小麦品种为洛旱2号, 基本苗155万株/hm², 分别在越冬、返青、拔节、孕穗、灌浆和成熟期采集小麦植株地上部样品, 测定干重及全氮、磷、钾含量, 收获时分区进行考种、计产。

1.2 测定方法

土壤碱解氮采用扩散吸收法, 速效磷采用Olsen法, 速效钾采用火焰光度法, 有机质采用重铬酸钾定碳法, 有效锰采用原子吸收分光光度法^[6]; 小麦植株样品用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消化, 凯氏定氮, 钒钼黄法测磷, 火焰光度法测钾^[6]; 蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值、面团稳定时间的测定依据文献[7, 8]进行。

试验数据的方差分析及显著性检验方法依据文献[9, 10]进行。

2 结果与分析

2.1 钾锰配施对旱地小麦植株养分含量的影响

2.1.1 对氮含量的影响 从表1可以看出, 在小麦各生育期, 施钾锰肥处理比不施钾锰肥处理小麦植株氮含量有下降的趋势。从钾肥各处理间比较看, 施钾处理小麦植株氮含量均低于不施钾处理, 在施钾

^{*} [收稿日期] 2003-10-20

[基金项目] 河南省科技厅科技攻关项目(0124020121)

[作者简介] 张会民(1969-), 男, 河南宜阳人, 副教授, 在读博士, 主要从事作物营养与施肥理论研究。

量 0~ 112.5 kg/hm² (K₂O) 范围内, 小麦植株氮含量随施钾量的增加而降低, 这一方面是因为施用钾肥, 小麦产量提高, 小麦植株氮浓度稀释; 另一方面是由于施入的钾离子对铵离子产生拮抗作用, 导致小麦植株氮浓度降低。但当施钾量达到 150 kg/hm² (K₂O) 时, 小麦植株氮含量不再降低。这是因为此时小麦植株体内 N 与 K₂O 的比例失调, 影响小麦对养

分的进一步吸收, 最终导致小麦产量不再增加甚至降低, 小麦产量增加对小麦植株氮浓度的稀释效应也随之减弱直至消失。从锰肥各处理间比较看, 施锰处理小麦植株氮含量均略低于不施锰处理, 但 M_{n1} 和 M_{n2} 处理间氮含量无显著差异。这是由于施用锰肥, 小麦产量提高, 小麦植株氮浓度稀释, 导致小麦体内氮含量略有降低。

表 1 不同处理小麦各生育期植株养分含量

Table 1 Nutrients content in winter wheat at different stages under different treatments		g/kg					
养分 Nutrients	处理 Treatments	生育期 Growing stages					
		越冬 Hibernation	返青 Reviving	拔节 Shooting	孕穗 Booting	灌浆 Filling	成熟 Ripening
N	K ₀ M ₀	39.1	29.2	23.1	20.3	12.4	8.2
	K ₀ M _{n1}	38.8	28.9	22.9	20.1	12.1	8.0
	K ₀ M _{n2}	38.9	28.8	22.8	20.2	12.2	7.9
	K ₁ M ₀	38.7	28.8	22.8	19.9	12.1	7.9
	K ₁ M _{n1}	38.5	28.6	22.5	19.6	12.0	7.7
	K ₁ M _{n2}	38.4	28.5	22.6	19.7	11.9	7.8
	K ₂ M ₀	38.5	28.6	22.5	19.7	11.9	7.7
	K ₂ M _{n1}	38.3	28.4	22.2	19.6	11.7	7.6
	K ₂ M _{n2}	38.1	28.3	22.3	19.5	11.8	7.6
	K ₃ M ₀	38.1	28.2	22.2	19.3	11.5	7.3
	K ₃ M _{n1}	38.0	28.0	22.1	19.1	11.3	7.2
	K ₃ M _{n2}	37.9	28.1	22.0	19.1	11.4	7.2
	K ₄ M ₀	38.3	28.3	22.4	19.4	11.7	7.4
	K ₄ M _{n1}	38.1	28.2	22.2	19.2	11.5	7.2
P	K ₄ M _{n2}	38.2	28.1	22.1	19.3	11.4	7.1
	K ₀ M ₀	3.4	2.4	2.3	2.0	1.7	1.9
	K ₀ M _{n1}	3.4	2.3	2.2	2.0	1.6	1.9
	K ₀ M _{n2}	3.3	2.4	2.3	1.9	1.6	1.8
	K ₁ M ₀	3.2	2.3	2.1	1.8	1.6	1.8
	K ₁ M _{n1}	3.2	2.2	2.0	1.7	1.6	1.7
	K ₁ M _{n2}	3.1	2.3	2.0	1.8	1.5	1.7
	K ₂ M ₀	3.2	2.2	2.1	1.7	1.6	1.8
	K ₂ M _{n1}	3.2	2.1	2.1	1.6	1.5	1.7
	K ₂ M _{n2}	3.1	2.2	2.1	1.7	1.6	1.7
	K ₃ M ₀	3.1	2.0	2.0	1.5	1.5	1.6
	K ₃ M _{n1}	3.0	2.0	1.9	1.5	1.5	1.5
	K ₃ M _{n2}	3.0	1.9	1.9	1.4	1.4	1.6
	K ₄ M ₀	3.1	2.1	2.0	1.6	1.5	1.6
	K ₄ M _{n1}	3.0	2.0	1.9	1.5	1.4	1.6
K	K ₄ M _{n2}	3.1	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	K ₀ M ₀	32.3	24.5	18.4	15.8	10.2	5.9
	K ₀ M _{n1}	32.4	24.6	18.6	15.9	19.8	6.0
	K ₀ M _{n2}	32.4	24.7	18.5	15.9	19.8	6.0
	K ₁ M ₀	35.4	27.5	21.3	17.6	11.8	6.6
	K ₁ M _{n1}	35.5	27.6	21.3	17.7	11.8	6.8
	K ₁ M _{n2}	35.5	27.7	21.4	17.7	11.9	6.7
	K ₂ M ₀	37.3	29.3	23.4	19.1	12.5	7.0
	K ₂ M _{n1}	37.4	29.5	23.5	19.2	12.5	7.0
	K ₂ M _{n2}	37.4	29.4	23.5	19.3	12.6	7.1
	K ₃ M ₀	38.4	30.5	24.6	20.1	13.2	7.3
	K ₃ M _{n1}	38.5	30.7	24.7	20.1	13.3	7.3
	K ₃ M _{n2}	38.6	30.6	24.8	20.2	13.3	7.4
	K ₄ M ₀	38.3	30.5	24.5	20.1	13.0	7.2
	K ₄ M _{n1}	38.3	30.6	24.6	20.1	13.1	7.2
	K ₄ M _{n2}	38.4	30.6	24.5	20.1	13.1	7.3

2.1.2 对磷含量的影响 在小麦各生育期, 施钾锰肥处理比不施钾锰肥处理小麦植株磷含量都有所降低。施钾处理小麦磷含量均低于不施钾处理, 但 K_1 , K_2 , K_3 , K_4 处理间磷含量无显著差异; 施锰处理的磷含量均略低于不施锰处理, 但 M_{n1} 和 M_{n2} 处理间磷含量无显著差异。这说明钾锰配施对小麦植株磷含量有一定影响, 但没有对氮含量的影响显著。

2.1.3 对钾含量的影响 在小麦各生育期, 施钾锰肥处理比不施钾锰肥处理小麦植株钾含量有所增加。施钾处理在 $0 \sim 112.5 \text{ kg/hm}^2$ (K_0), 小麦植株钾含量随施钾量的增加而增加, 这是因为增施钾肥, 能供给小麦植株充足的钾素营养, 小麦植株对钾的吸收有所增加。但当施钾量达到 150 kg/hm^2 (K_0) 时, 小麦植株体内钾含量反而降低。这是因为此用量已超过了小麦最高产量的需钾量, 小麦对钾的吸收

减少。施锰处理的钾含量略高于不施锰处理, 但 M_{n1} 和 M_{n2} 处理间钾含量无显著差异。

2.2 钾锰配施对旱地小麦产量的影响

表 2 结果表明, 施钾锰肥各处理比不施钾锰肥处理, 施钾各处理比不施钾处理, 施锰各处理比不施锰处理小麦产量的增加均达到极显著水平。钾锰配施的增产幅度为 $12.0\% \sim 25.5\%$, 其中 K_3M_{n1} 和 K_3M_{n2} 处理的产量最高。从主处理间比较看, 在施钾 $0 \sim 112.5 \text{ kg/hm}^2$ (K_0), 小麦产量随施钾量的增加而增加, 当施钾量达到 150 kg/hm^2 (K_0) 时, 小麦产量反而降低, 因为此时的钾肥施用量已远远超过小麦正常生长的需钾量, 影响到小麦对养分的进一步吸收。从副处理间比较看, M_{n1} 和 M_{n2} 处理间小麦产量的差异未达到显著水平。

表 2 不同处理小麦产量的 Duncan 新复极差测验结果

Table 2 Duncan's test on all treatments about the yield of wheat			kg/hm ²
处理 Treatments	产量 Yield	增产 Yield increased	
K_0M_{n0}	3 677.4 Ii	—	
K_0M_{n2}	3 825.8 Hlh	148	
K_0M_{n1}	3 849.6 Hh	172.2	
K_1M_{n0}	3 945.1 Gg	267.7	
K_1M_{n1}	4 119.7 Ff	442.3	
K_1M_{n2}	4 158.2 EFef	480.8	
K_2M_{n0}	4 189.5 Ee	512.1	
K_2M_{n0}	4 254.9 Dd	577.5	
K_2M_{n2}	4 345.7 Cc	668.3	
K_2M_{n1}	4 355.8 BCbc	678.4	
K_3M_{n2}	4 401.6 Bb	724.2	
K_3M_{n2}	4 401.6 Bb	724.2	
K_3M_{n1}	4 406.9 Bb	729.5	
K_3M_{n1}	4 572.4 Aa	895.0	
K_3M_{n2}	4 615.8 Aa	938.4	

注: 小写和大写字母不同者表示用 LSD 法检验分别达 5% 和 1% 的显著水平。表 3 同。

Note: Data without identical small and capital letters represents the significant level of $LSD_{0.05}$ and very significant level of $LSD_{0.01}$ respectively. It is the same in Table 3

2.3 钾锰配施对旱地小麦品质的影响

从表 3 可以看出, 施钾锰肥各处理比不施钾锰肥处理, 施钾各处理比不施钾处理小麦湿面筋含量、沉降值、面团稳定时间和蛋白质含量的增加均达极显著水平。钾锰配施处理与对照相比, 湿面筋含量平均增加 $16.7 \sim 28.2 \text{ g/kg}$, 沉降值平均增加 $1.16 \sim 2.29 \text{ mL}$, 面团稳定时间平均延长 $0.42 \sim 0.95 \text{ min}$, 蛋白质含量的增加幅度为 $10.4 \sim 19.8 \text{ g/kg}$ 。从主处理间比较看, 在施钾 $0 \sim 112.5 \text{ kg/hm}^2$ (K_0), 小

麦湿面筋含量、沉降值、面团稳定时间和蛋白质含量均随施钾量的增加而增加, 当施钾量达到 150 kg/hm^2 (K_0) 时, 上述品质指标的数值反而降低, 这是因为适量的钾素可促进小麦体内氮的代谢及氨基酸的合成, 改善小麦品质。但施钾量过大, 小麦体内氮钾比例失调, 蛋白质等一些重要有机化合物合成受到影响, 反而不利于小麦品质的改善, 所以改善小麦品质并不是施钾肥越多越好。从副处理间比较看, 施锰各处理比不施锰处理仅湿面筋和蛋白质含

量有所增加,而 M_{n1} 和 M_{n2} 处理间无显著差异;在本试验条件下,未发现施锰对小麦面团稳定时间和沉降值产生显著影响,说明锰肥基施对小麦品质有一定影响,但没有钾肥对小麦品质的影响显著。

表 3 不同处理小麦品质的 Duncan 新复极差测验结果

Table 3 Duncan's test on all treatments about the quality of wheat

处理 Treatments	湿面筋/ (g · kg ⁻¹) Wet gluten content	处理 Treatments	沉降值/mL Sedimentation value	处理 Treatments	面团稳定 时间/min Dough stable time	处理 Treatments	蛋白质/ (g · kg ⁻¹) Protein content
K ₀ M ₀	385.5 M _n	K ₀ M ₂	37.44 H _j	K ₀ M ₂	4.13 H _i	K ₀ M ₀	164.1 J _l
K ₀ M ₂	388.4 L _m	K ₀ M ₀	37.45 H _{ij}	K ₀ M ₀	4.15 G _h	K ₀ M ₁	165.3 I _k
K ₀ M ₁	389.1 K _l	K ₀ M ₁	37.47 H _i	K ₀ M ₁	4.18 G _h	K ₀ M ₂	165.5 I _k
K ₁ M ₀	398.6 J _k	K ₁ M ₀	38.60 G _h	K ₁ M ₁	4.55 F _g	K ₁ M ₀	173.8 H _j
K ₁ M ₁	402.2 I _j	K ₁ M ₁	38.61 G _{gh}	K ₁ M ₀	4.58 E _{ff}	K ₁ M ₂	174.5 G _i
K ₁ M ₂	403.1 H _i	K ₁ M ₂	38.63 F _{Gfg}	K ₁ M ₂	4.61 E _e	K ₁ M ₁	174.8 G _h
K ₂ M ₀	404.7 G _h	K ₂ M ₁	38.65 E _{ff}	K ₂ M ₀	4.85 D _d	K ₂ M ₀	177.2 F _g
K ₂ M ₀	406.5 F _g	K ₂ M ₀	38.67 D _{Eef}	K ₂ M ₁	4.86 D _{cd}	K ₂ M ₁	178.3 E _f
K ₂ M ₂	407.6 E _f	K ₂ M ₂	38.69 D _e	K ₂ M ₂	4.88 C _{Dc}	K ₂ M ₂	178.6 E _e
K ₃ M ₁	408.5 D _e	K ₃ M ₀	38.90 C _d	K ₃ M ₂	4.91 B _{Cb}	K ₃ M ₀	179.5 D _d
K ₃ M ₀	409.8 C _d	K ₃ M ₂	38.91 C _{cd}	K ₃ M ₀	4.93 B _b	K ₃ M ₂	179.8 D _d
K ₃ M ₁	410.2 B _{Cc}	K ₃ M ₁	38.93 C _c	K ₃ M ₁	4.94 B _b	K ₃ M ₁	180.2 C _c
K ₃ M ₂	410.6 B _b	K ₃ M ₂	39.69 B _b	K ₃ M ₀	5.06 A _a	K ₃ M ₀	182.7 B _b
K ₃ M ₁	413.4 A _a	K ₃ M ₀	39.71 B _b	K ₃ M ₂	5.06 A _a	K ₃ M ₂	183.7 A _a
K ₃ M ₂	413.7 A _a	K ₃ M ₁	39.73 A _a	K ₃ M ₁	5.08 A _a	K ₃ M ₁	183.9 A _a

3 小 结

1) 钾锰配施对小麦植株氮磷钾含量的影响。小麦各生育期施钾锰肥处理比不施钾锰肥处理小麦氮磷含量均有下降的趋势,而钾含量有升高的趋势,并且从 K_1 到 K_3 处理,随施钾量的增加小麦植株氮含量降低,钾含量升高,磷含量变化不明显;而 M_{n1} 和 M_{n2} 处理间氮磷钾含量差异不显著。

2) 钾锰配施对小麦产量的影响。钾锰配施对小麦有极显著的增产效应,增产幅度为12.0%~25.5%,合理施用量为112.5 kg/hm² K₂O 配合

10~20 kg/hm²硫酸锰(MnSO₄ · 3H₂O)。

3) 钾锰配施对小麦品质的影响。施用钾锰肥各处理比不施钾锰肥处理,施钾各处理比不施钾处理小麦湿面筋含量、沉降值、面团稳定时间和蛋白质含量的增加均达极显著水平。钾锰配施处理与对照相比,上述品质指标数值分别平均增加16.7~28.2 g/kg, 1.16~2.29 mL, 0.42~0.95 min 和10.4~19.8 g/kg, 施锰各处理比不施锰处理仅湿面筋含量和蛋白质含量有所增加,而面团稳定时间和沉降值无显著变化,锰肥基施对小麦品质的影响没有钾肥显著。

[参考文献]

[1] 谭金芳,介晓磊,赵月平,等. 钾肥施用原理与实践[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 20- 25.
[2] 余振文,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[J]. 作物学报, 1996, 22(4): 442- 447.
[3] 张永春,孙 丽,杨其飞,等. 钾肥对优质面包专用型小麦产量及品质的影响[J]. 土壤通报, 2002, 33(6): 432- 434.
[4] 北京农业大学. 农业化学(总论)[M]. 第2版. 北京: 农业出版社, 1996: 175- 176.
[5] 李旭辉. 黄土区小麦施用锰锌肥的试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 76- 79.
[6] 中国农科院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 76- 126.
[7] 牛 森. 作物品质分析[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
[8] American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACCC, 9th ed[M]. The Association: St Paul, MN, U SA, 1995.
[9] 胡小平,王长发. SAS 基础及统计实例教程[M]. 西安: 西安地图出版社, 2001: 68- 99.
[10] 王福亭,程相国. 农业应用试验统计[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1992: 218- 229.

Effect of potassium and manganese fertilizer cooperating application on nutrient content in plant and yield and quality of winter wheat in dryland

ZHANG Hui-min¹, LIU Hong-xia¹, WANG Lin-hao², PEI Rui-jie³,
WANG Hao¹, ZHOU Wen-li¹, GUO Da-yong¹, GUO Yong-xin¹

(1 College of Agronomy, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China;

2 College of Forestry Vocation, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471002, China;

3 Nanyang Agricultural College of Henan Province, Nanyang, Henan 473000, China)

Abstract: The effect of potassium and manganese fertilizer cooperating application on nutrient content in plant and yield and quality of winter wheat in dryland was studied. The results showed that the nitrogen and phosphorus content in plant of winter wheat at different stages under potassium and manganese fertilizer cooperating treatments decreased compared to no fertilizer treatment, while the potassium content increased. With potassium and manganese fertilizer cooperating application, there was a significant effect of yield-increasing on winter wheat ranging from 12.0% to 25.5%. Cooperating application of potassium and manganese fertilizer could increase sedimentation value, the content of wet gluten and protein, and prolong the dough stable time. The effect of potassium fertilizer on quality of winter wheat was more significant than that of manganese fertilizer. Only the content of wet gluten and protein was effected by manganese fertilizer.

Key words: potassium and manganese fertilizer cooperating application; winter wheat; rational fertilization; nutrient content in plant; dryland

(上接第 108 页)

Molecular cytogenetic study on the alien addition lines of *Triticum aestivum*-*Pseudotschys huashanica*

ZHAO Jixin¹, CHEN Xinhong¹, WANG Xiaoli¹, WU Jun¹, FU Jie¹, HE Beiru¹, SUN Zhigang²

(1 College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shaanxi Province Seed Industry Group Co. Ltd., Xi'an, Shaanxi 710016, China)

Abstract: The alien addition lines of *Triticum aestivum*-*Pseudotschys huashanica* were detected by fluorescent *in situ* hybridization (FISH) and chromosomes C-banding. FISH shows the alien addition line H9015-17-1-9 and H9017-14-16-5 are all added with the two chromosomes of *Pseudotschys huashanica*. The analysis using the chromosomes C-banding indicates that H9015-17-1-9 might be an alien addition line of N⁵₅ and H9017-14-16-5 might be an alien addition line of N⁶₆.

Key words: *Triticum aestivum*; *Pseudotschys huashanica*; alien addition line; fluorescent *in situ* hybridization; chromosomes C-banding