

河南省不同类型小麦养分吸收分配规律

黄绍敏¹, 宝德俊¹, 郭斗斗¹, 张水清¹, 许为钢², 胡琳², 吴政卿²

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002;

2. 河南省农业科学院 小麦研究中心, 河南 郑州 450002)

摘要: 依据大田长期施肥试验(1991—2008年)中9个中筋和强筋小麦品种对N、P、K的吸收和分配变化规律,探索小麦品种及筋型对养分的吸收差异,为小麦专用肥研发与合理施肥提供指导。结果表明,以豫麦13号为代表的中筋小麦,每生产100 kg小麦籽粒需要N、P、K分别为2.06 kg、0.44 kg和1.84 kg,需要N:P:K比例为1:0.19:0.89;以郑麦9023为代表的强筋小麦吸收N、P、K分别为2.65 kg、0.51 kg和2.61 kg,比中筋小麦分别增加0.59 kg、0.07 kg和0.77 kg,需要N:P:K比例为1:0.21:0.98。N、P在籽粒和茎秆中的分配比例品种间差异较小,9个品种N在籽粒中分配比例平均为79%,P在籽粒中分配比例为77%,K在籽粒中分配比例为16.5%。通过小麦秸秆还田,21%~25%的N、24%~32% P以及78%~89%的K归还到土壤。目前推广的强筋小麦品种比中筋小麦需更多N和K,目标产量为7500~9000 kg/hm²,强筋小麦需要N 170~200 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O适宜比例为1:0.48:0.7。

关键词: 河南省; 长期施肥试验; 潮土; 小麦; 养分吸收与分配; 合理施肥

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)11-0030-05

Uptake and Distribution of N,P,K in Different Wheat Gluten Types

HUANG Shao-min¹, BAO De-jun¹, GUO Dou-dou¹, ZHANG Shui-ting¹,
XU Wei-gang², HU Lin², WU Zheng-qing²

(1. Institute of Plant Nutrition, Resources and Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Research Center of Wheat, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Long-term fertilization experiments of 18 years with 9 wheat varieties in alluvial soil were conducted in research farm in Henan Academy of Agricultural Sciences. This study evaluated the effects of 5 representative fertilizations including fertilizers, manure, maize straw returning on the uptake and distribution of N,P,K in middle and strong gluten wheat varieties. The results indicated that strong gluten varieties required more N and K than middle gluten varieties. Producing 100kg middle gluten grain required 2.06 kg N, 0.44 kg P and 1.84 kg K, while producing 100 kg strong gluten grain required 2.65 kg, 0.51 kg and 2.61 kg, respectively. The ratio of N:P:K required in middle gluten varieties was 1:0.19:0.89 and 1:0.21:0.98 in strong gluten varieties. The distribution of N and P was less changeable among wheat varieties, 79% N and 77% P in grain. On the contrary, more K accumulated in straw than N and P, and more K in strong gluten wheat, compared to weak gluten varieties. If all the wheat straw was returned to soil, it could return 21%—25% N, 24%—32% P and 78%—89% K annually. Recently more strong gluten varieties were bred and planted, which needed more

收稿日期: 2011-03-22

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD25B00, 2006BAD05B09); 河南重大公益科研项目(081100911500)

作者简介: 黄绍敏(1967-), 女, 河南夏邑人, 副研究员, 博士, 主要从事长期施肥对土壤质量和作物影响评价等研究。

E-mail: hsm503@126.com

N and K fertilizers to gain high yield and quality. If the goal yield of wheat was 7 500—9 000 kg/ha, it need N 170—200 kg/ha with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0. 48 : 0. 7.

Key words: Henan province; Long-term fertilization experiment; Fluvo-aquic soil; Wheat; Nutrient uptake and distribution; Rational fertilization

河南省小麦种植面积常年稳定在 520 万 hm² 左右,其中 66% 为优质专用小麦品种^[1-2]。目前,优质专用小麦面临的最大问题是品质不稳定,必须通过种植区域化、规模化以及品种特性配套的栽培技术应用来解决。胡琳等^[3]认为,强筋小麦郑麦 9023 通过栽培措施可明显提高其品质和产量;林作楫等^[4]对豫麦 13 号的研究结果证实,配套的栽培措施能显著提高小麦的品质特性。李玉影等^[5]通过对龙 94-4083 强筋小麦需肥特性的研究,发现强筋小麦需要更多氮和磷。王树亮等^[6]、赵淑章等^[7]研究发现,强筋小麦的品质特性与土壤质地和施肥水平关系重大。张许等^[8]认为,通过改善氮肥基追比,可以增加小麦的产量和品质。王芳等^[9]在山西通过氮素运筹方式实现了小麦产量与品质的同步增加。杨云马等^[10]利用秸秆还田增加土壤钾素,通过小麦产量和品质的提高实现肥料利用率的提升。为了找出河南省小麦品种需肥规律,利用“国家潮土肥力与肥料效益长期监测站”1991—2008 年的监测数据,研究了强筋小麦和中筋小麦对 N、P、K 的需要量及其吸收和分配规律,为实现小麦优质高产高效提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验设在“国家潮土肥力和肥料效益长期监测试验网”(河南郑州),经过 2 a 匀地种植,于 1990 年开始对不同施肥方式和种植制度下(小麦—玉米和

小麦—大豆)的作物产量与肥料效益长期定位监测。供试土壤为壤质潮土。土壤基础肥力状况:全氮 0. 65 g/kg,有机质 10. 2 g/kg,有效磷(P)7. 7 mg/kg、速效钾(K)65 mg/kg,pH 值 8. 3。本研究选择其中 5 个代表河南省主要施肥方式的处理:(1)NPK(施氮磷钾肥);(2) MNPK(总 N 与 NPK 相同,其中 70% 的 N 由有机肥提供,根据其含 N 量确定有机肥用量);(3) 1. 5MNPK(所有肥料均是 MNPK 处理的 1. 5 倍);(4) SNPK(S 指玉米秸秆,总 N 与 NPK 相同,玉米秸秆还田补充部分 N,N 不足部分由尿素补充);(5) MNPK2(小麦—大豆轮作,施肥量与 MNPK 处理相同)。小麦施 N 量 165 kg/hm²,60% 做基肥,40% 在返青一起起身期追肥,N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0. 5 : 0. 5。试验区面积 16 m × 25 m = 400 m²,小麦产量测定时每小区收 2 m²,取 3 个点平均值。

1.2 试验材料

供试氮肥为尿素(N 45%);磷肥为过磷酸钙(P₂O₅ 12. 5%),钾肥为硫酸钾(K₂O 50%)。有机肥为牛粪,其养分含量见表 1,还田秸秆为玉米秸秆,还田量根据每年秸秆 N 含量计算。供试小麦品种 9 个(表 2),其中中筋小麦 3 个(豫麦 13 号、郑太育 1 号、郑州 8998);强筋小麦 6 个(临汾 7203、郑州 941(未审定)、豫麦 47 号、郑麦 9023、豫麦 9694、郑麦 9962)。这些品种均是河南省当时的主推品种^[3],特别是郑麦 9023,全国种植面积最大时超过 200 万 hm²。

表 1 长期定位试验每年小麦季化肥和有机肥带进土壤的养分

处理	施肥方式	总养分 (N+P+K)/ (kg/hm ²)	来自无机肥的养分/(kg/hm ²)			来自有机肥的养分/(kg/hm ²)		
			N	P	K	N	P	K
NPK	化肥均衡	270	165	36	68. 5	0	0	0
MNPK	有机肥+化肥	421	50	36	68. 5	115. 5	63. 0	88
1. 5MNPK	高量有机肥+化肥	632	75	54	103. 0	173. 0	94. 5	132
SNPK	秸秆还田+化肥	517	50	36	68. 5	115. 5	12. 5	234
MNPK2	有机肥+化肥(小麦—大豆轮作)	421	50	36	68. 5	115. 5	63. 0	88

注:带入土壤 P、K 的量为施入的有机肥或秸秆质量与其 P、K 量的乘积

表 2 历年试验所用小麦品种

项目	1991	1992—1993	1994—1995	1996—1997	1998—1999	2000	2001—2006	2007	2008
品种	豫麦 13 号	郑太育 1 号	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑州 8998	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962
筋型	中筋	中筋	强筋	强筋	强筋	中筋	强筋	强筋	强筋

1.3 样品采集和分析方法

植株 N、P、K 含量测定方法^[11]:全氮:以 H₂SO₄—H₂O₂ 消煮植物样品,采用蒸馏法测定;全磷:以 H₂SO₄—H₂O₂ 消煮植物样品,采用钼锑抗比色法测定;全钾:以 H₂SO₄—H₂O₂ 消煮植物样品,采用火焰光度计法测定。

1.4 计算公式

单位面积小麦地上部吸收养分量(N、P、K)=Σ(地上部籽粒产量×籽粒 N、P、K 含量+秸秆产量×秸秆 N、P、K 含量)。
生产 100 kg 小麦籽粒需要养分量=单位面积小麦需要养分量(N、P、K)/各处理单位面积产量×100%。

籽粒中养分所占比例=小麦籽粒吸收养分量/小麦地上部吸收养分总量×100%。

2 结果与分析

2.1 小麦品种对 N 肥需要量的变化

据测算,每生产 100 kg 中筋小麦籽粒需要 N 量,豫麦 13 号为 1.87 kg,郑太育 1 号为 2.14 kg,郑州 8998 为 2.17 kg,三者平均为 2.06 kg(表 3)。每生产 100 kg 强筋小麦籽粒则需要 N 2.54~2.81 kg,平均为 2.65 kg。与中筋小麦相比,每生产 100 kg 籽粒强筋小麦需 N 量增加 0.59 kg,增加幅度 28.6%,说明强筋小麦需要更多 N 才能满足需要。施肥处理对强筋小麦需 N 量影响较小,变异系数在 7.44%~13.08%。

表 3 不同筋型小麦品种每生产 100 kg 小麦籽粒需 N 量 kg

处理	中筋				强筋						
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	平均	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962	平均
NPK	2.20	2.32	2.42	2.31	2.87	2.58	3.00	2.59	2.43	2.88	2.73
MNPK	1.59	1.93	2.06	1.86	2.65	2.63	2.64	2.33	2.12	2.36	2.46
1.5MNPK	1.57	2.52	1.96	2.02	2.97	2.70	2.84	3.03	3.08	3.00	2.94
SNPK	2.34	2.17	2.37	2.29	2.75	2.53	2.85	2.33	2.68	2.36	2.58
MNPK2	1.67	1.76	2.04	1.82	2.83	2.32	2.35	2.43	2.62	2.82	2.56
平均	1.87	2.14	2.17	2.06	2.81	2.55	2.74	2.54	2.59	2.68	2.65
Se	0.33	0.32	0.19	0.28	0.21	0.20	0.24	0.34	0.31	0.27	0.26
C.V	17.43	14.94	8.59	13.65	7.44	7.66	8.84	13.08	12.16	10.08	9.88

不同筋型小麦籽粒 N 分配差异不显著(表 4)。3 个中筋小麦品种 N 在籽粒中的分配比例分别为 84.3%、74.3%和 79.8%,平均为 79.5%。6 个强筋小麦品种临汾 7203、郑州 941、豫麦 47 号、郑麦 9023、郑麦 9694 和郑麦 9962 所吸收 N 在籽粒分配平均分别为 81.7%、74.6%、77.8%、71.4%、72.0%、

79.0%,平均为 76.0%,比中筋小麦低 3.5 个百分点。N 在小麦籽粒内分配与施肥和品种无关,地上部吸收 N 约 71.4%~84.3%在籽粒,其余 15%~28%在秸秆,即每年秸秆还田可以归还 15%~28%的 N。假设小麦目标产量 7500~9000 kg/hm²,需要 N 200~240 kg/hm²,减去前茬秸秆还田归还 N 量,实际施

表 4 不同小麦品种吸收 N 在籽粒中的分配 %

处理	中筋				强筋					
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962	
NPK	86.0	76.2	83.5	80.5	73.2	77.9	72.8	74.7	84.5	
MNPK	84.9	77.2	75.6	80.7	71.8	76.1	70.4	74.6	82.5	
1.5MNPK	86.4	66.6	84.1	84.7	80.0	77.0	66.1	67.2	69.9	
SNPK	85.6	76.9	79.8	81.9	70.7	75.4	72.1	71.2	81.7	
MNPK2	79.9	77.7	79.6	78.5	78.5	78.5	73.1	66.3	73.7	
平均	84.3	74.3	79.8	81.7	74.6	77.8	71.4	72.0	79.0	
Se	2.3	4.7	3.3	3.2	4.2	2.4	4.0	4.1	5.3	
C.V	2.7		4.1	4.0	5.7	3.0	5.7	5.7	6.7	

N 量应为 170~200 kg/hm²。

2.2 小麦品种对 P 需要量的变化

从表 5 看出,无论中筋还是强筋小麦,2000 年以前对 P 的吸收量差异较小,每生产 100 kg 籽粒需要 P 0.4~0.5 kg,2001 年以后作物产量增加,郑麦

9023、郑麦 9694 和郑麦 9962 三个品种每生产 100 kg 籽粒需要 P 平均为 0.54 kg、0.65 kg 和 0.59 kg,比中筋小麦平均高 0.07 kg,强筋小麦需要更多的 P。施肥处理对小麦品种的需 P 量影响不显著,变异系数在 6.79%~10.56%。

表 5 不同小麦品种每生产 100 kg 小麦籽粒需 P 量 kg

处理	中筋				强筋						
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	平均	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962	平均
NPK	0.33	0.47	0.38	0.39	0.41	0.41	0.39	0.52	0.66	0.52	0.49
MNPK	0.42	0.50	0.45	0.46	0.41	0.46	0.45	0.56	0.62	0.63	0.52
1.5MNPK	0.40	0.54	0.43	0.46	0.40	0.52	0.47	0.63	0.74	0.69	0.58
SNPK	0.41	0.49	0.42	0.44	0.43	0.48	0.40	0.53	0.63	0.57	0.51
MNPK2	0.46	0.52	0.38	0.45	0.47	0.50	0.42	0.56	0.69	0.58	0.54
平均	0.40	0.50	0.41	0.44	0.41	0.46	0.42	0.54	0.65	0.59	0.51
Se	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.06	0.04
C.V	10.56	7.54	6.79	8.30	6.91	9.41	7.69	8.48	6.70	9.79	8.16

从表 6 看出,不同筋型小麦 P 在籽粒中分配差异明显,3 个中筋小麦品种吸收的 P 分别有 82.6%、76.8%和 77.3%分配在籽粒;6 个强筋小麦品种 P 在籽粒的分配比例平均分别为 85.9%、79.4%、76.7%、72.9%、67.2%和 71.6%,比中筋小麦低 4 个百分点。P 在籽粒内的分配品种间差异明显,比如临汾 7203 有 85.9%的 P 分配在籽粒,而郑麦 9694 只有 67.2%的 P 在籽粒中。9 个小麦品种 67.2%~85.9%的 P 分布在籽粒里,其余 14.1%~32.8%的 P 分布在秸秆,通过秸秆还田方式归还到土壤中。假设小麦目标产量 7500~9000 kg/hm²,按当前品种每生产 100 kg 强筋小麦籽粒

需要 0.6 kg P,减去前茬秸秆还田的归还 P 量,磷肥(P₂O₅)推荐使用量为 82~100 kg/hm²。

2.3 小麦品种对 K 需要量的变化

从表 7 看出,每生产 100 kg 籽粒,中筋小麦品种豫麦 13 号、郑太育 1 号和郑州 8998 需要 K 1.73 kg、1.95 kg 和 2.02 kg,平均为 1.90 kg;每生产 100 kg 强筋小麦籽粒需要 K(1.72±0.3) kg~(3.02±0.23) kg,平均为 2.53 kg,强筋小麦品种对 K 素吸收差异较大,其需 K 量比中筋小麦平均高 43%。强筋小麦的需 K 量受施肥方式和施肥量影响较大,变异系数在 4.59%~15.33%。

表 6 不同小麦品种吸收 P 在籽粒中的分配 %

处理	中筋			强筋					
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962
NPK	90.8	78.4	79.6	88.1	84.3	78.5	76.2	67.1	75.6
MNPK	86.2	83.5	72.9	89.1	84.3	74.1	72.3	69.2	71.7
1.5MNPK	88.9	79.0	77.5	87.2	83.9	73.0	69.6	62.0	64.9
SNPK	82.6	80.1	79.1	89.0	85.0	77.4	73.1	67.6	74.0
MNPK2	86.9	83.1	77.3	91.3	85.2	80.6	73.4	70.3	71.6
平均	82.6	76.8	77.3	85.9	79.4	76.7	72.9	67.2	71.6
Se	2.8	2.1	2.4	1.4	0.5	2.8	3.2	2.9	3.7
C.V	3.4	2.7	3.0	1.6	0.6	3.7	4.7	4.3	5.1

表 7 不同小麦品种每生产 100 kg 籽粒需 K 量 kg

处理	中筋				强筋						
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	平均	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962	平均
NPK	1.49	1.81	1.92	1.74	1.37	1.59	2.15	2.84	3.18	2.13	2.21
MNPK	1.69	1.79	1.99	1.82	1.57	1.79	2.16	3.17	2.95	2.92	2.43
1.5MNPK	1.57	2.18	2.33	2.03	2.00	2.05	2.68	3.21	3.40	3.13	2.75
SNPK	1.87	2.22	1.98	2.02	2.05	1.95	2.28	3.54	3.27	3.06	2.69
MNPK2	2.02	1.73	1.89	1.88	1.60	2.02	1.90	3.35	3.22	2.73	2.47
平均	1.73	1.95	2.02	1.90	1.72	1.88	2.23	3.22	3.20	2.91	2.53
Se	0.19	0.21	0.16	0.19	0.26	0.17	0.25	0.23	0.15	0.51	0.26
C.V	11.24	10.76	7.83	9.94	15.33	9.08	11.41	7.16	4.59	12.85	10.07

从表 8 看出,小麦体内 K 分配与 N、P 相比显著不同,K 主要分配在茎秆里。3 个中筋小麦品种吸收的 K 在籽粒的分配比例分别为 20.8%、19.7%和 15.1%,三者平均为 18.6%。6 个强筋品种 K 在籽粒的分配比例为 11.1%~21.9%,平均为 13.8%。所有供试品种 K 在籽粒内分配随施肥变化较小,而品种间差异较大,2000 年以前品种吸收 K 14.0%~21.9%在籽粒里,其余 78%~89%在秸秆,2000 年以来,一是强筋小麦品种茎秆中 K 素含量有增加趋

势,其次强筋小麦的经济系数比中筋小麦略低,导致所吸收 K 在籽粒的分配比例降低,2001—2008 年,K 在小麦籽粒的分配比例为 11.1%~12.0%,明显低于 2000 年以前的品种。

如果小麦目标产量 7500~9000 kg/hm²,按照当前主推品种每生产 100 kg 小麦需要 K 3.0 kg,前茬秸秆还田可归还到土壤 K₂O 150 kg/hm²,强筋小麦钾肥(K₂O)推荐使用量为 120~170 kg/hm²。

表 8 不同小麦品种吸收 K 在籽粒中的分配 %

处理	中筋			强筋					
	豫麦 13 号	郑太育 1 号	郑州 8998	临汾 7203	郑州 941	豫麦 47 号	郑麦 9023	郑麦 9694	郑麦 9962
NPK	20.7	21.9	16.1	17.2	22.1	12.1	12.1	9.7	10.8
MNPK	23.3	20.8	15.1	14.4	24.4	11.8	10.6	10.6	12.6
1.5MNPK	24.8	17.4	15.4	12.0	21.6	10.2	11.7	11.4	12.5
SNPK	17.1	15.8	14.2	11.4	20.9	10.9	12.4	12.5	10.8
MNPK2	18.3	22.8	14.8	15.2	20.3	14.2	13.2	11.5	13.5
平均	20.8	19.7	15.1	14.0	21.9	11.7	12.0	11.1	12.0
Se	2.9	2.7	0.6	2.1	1.4	1.3	0.9	0.9	1.1
C.V	13.9	13.6	4.2	15.1	6.4	11.4	7.1	8.4	8.9

3 结论

1) 每生产 100 kg 中筋小麦籽粒需要 N、P、K 分别为 2.06 kg、0.44 kg、1.84 kg,N:P:K 比例为 1:0.19:0.89。而生产 100 kg 强筋小麦需要 N、P、K 分别为 2.65 kg、0.51 kg、2.61 kg,N:P:K 比例为 1:0.21:0.98,比中筋小麦分别增加 0.59 kg、0.07 kg 和 0.77 kg,强筋小麦需要更多 N 素和 K 素。

2) 小麦吸收 N 素中约 80%(71.4%~84.3%)分配在籽粒中,其余约 20%在秸秆里;所吸收的 P 素中约 77%(67.2%~85.9%)分配在籽粒中,其余约 23%的 P 分配在秸秆里;小麦所吸收 K 素中 11.1%~21.9%分配在籽粒里,其余 78%~89%在秸秆,通过秸秆还田的形式归还到土壤中。

3) 要大面积实现 9000 kg/hm² 的产量目标,小麦 N 推荐用量为 200 kg/hm²,强筋小麦专用肥的适宜配比为 N:P₂O₅:K₂O=1:0.48:0.7。

参考文献:

[1] 王绍忠,郑天存,郭天财,等.河南小麦育种栽培研究进展[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007.
[2] 王西成,赵虹,曹廷杰.从河南省小麦品种的发展趋势

谈品种利用[J].河南农业科学,2004(8):3-6.
[3] 胡琳,许为钢,黄惠,等.优质小麦品种郑麦 9023 品质特性的研究[J].麦类作物学报,2003,23(3):13-16.
[4] 林作楫,雷振生,张世成,等.小麦新品种豫麦 31[J].作物杂志,1995(5):25.
[5] 李玉影,吴英,刘双全,等.龙 94-4083 小麦需肥特性及施肥对产量和品质的影响[J].黑龙江农业科学,2001(5):10-11.
[6] 王树亮,田奇卓,李娜娜,等.不同小麦品种对磷素吸收利用的差异[J].麦类作物学报,2008,28(3):476-483.
[7] 赵淑章,季书勤,王绍中,等.不同类型土壤与强筋小麦品质和产量的关系[J].河南农业科学,2004(7):52-53.
[8] 张许,王宜伦,韩燕来,等.氮肥基追比对高产冬小麦产量及氮素吸收利用的影响[J].华北农学报,2010,25(5):193-197.
[9] 王芳,赵玉兰,孔丽红.氮素运筹对小麦产量及产量构成因素的影响[J].山西农业科学 2010,38(4):30-32,41.
[10] 杨云马,贾树龙,孟春香,等.不同耕作及秸秆还田条件下冬小麦养分利用率研究[J].华北农学报,2010,25(增刊):202-204.
[11] 李茜开,蒋伯藩,袁可能.中国土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1984.