

# 氮、钾及其互作对两种质型小麦品质性状的影响<sup>\*</sup>

李友军<sup>1,2</sup>, 熊瑛<sup>2,3</sup>, 骆炳山<sup>1</sup>

(1. 华中农业大学植物科技学院, 湖北 武汉 430070;

2. 河南科技大学农学院, 河南 洛阳 471003; 3. 河南农业大学国家小麦工程研究中心, 河南 郑州 450002;)

**摘要:**在大田条件下对弱筋小麦豫麦50和强筋小麦郑麦9023的主要基础品质性状、粉质及拉伸特性和淀粉糊化特性的氮、钾效应进行了研究。结果表明:增施氮、钾肥对强筋小麦郑麦9023的主要基础品质性状、粉质及拉伸特性的调节效应大于对弱筋小麦豫麦50的调节效应,而对淀粉糊化特性的调节效应则是豫麦50大于郑麦9023。增施氮肥降低了两种质型小麦的籽粒硬度,提高了籽粒的面筋含量,对两种质型小麦的吸水率、形成时间和弱化度及拉伸面积和延展性呈正效应;增施钾肥显著提高了郑麦9023的形成时间和稳定时间,对豫麦50的粉质仪参数呈负效应,而对郑麦9023呈正效应。氮钾配合施用提高了两种质型小麦的吸水率、弱化度,显著提高了籽粒面筋含量,特别是强筋小麦郑麦9023的含量,显著提高了郑麦9023的形成时间和稳定时间,增加了两种质型小麦籽粒的延展性,降低了小麦籽粒的拉伸阻力和最大抗阻;对于淀粉糊化特性,增施氮、钾肥及氮钾配合施用对豫麦50呈正效应(除稀懈值外),施氮的效应最大;增施氮、钾肥及氮钾配合施用增加了郑麦9023的稀懈值,而对其余淀粉糊化特性指标呈负效应,氮钾配合施用的影响最大。

**关键词:** 质型;小麦;品质性状;氮;钾

**中图分类号:** S143.4<sup>+</sup>2; S512.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)02-0043-05

随着人民生活水平的不断提高,对小麦品质的要求更高。小麦品质的优劣,既与品种的遗传特性有关,又亦受环境条件和栽培措施的影响。已有研究表明,水肥运筹对小麦产量和品质具有显著的调节效应<sup>[1~12]</sup>,增施氮、钾肥,改进施肥技术是提高小麦产量和品质的重要措施<sup>[6~12]</sup>。然而,前人的研究多集中在单施氮肥或单施钾肥对小麦产量和品质性状的影响上<sup>[6~12]</sup>,而关于增施氮、钾肥对小麦淀粉糊化特性的影响和氮、钾互作对小麦品质性状的影响报道不多。因此,本试验选用强筋、弱筋两种不同质型的小麦品种,研究增施氮、钾肥及其互作对小麦主要基础品质性状、粉质及拉伸特性和淀粉糊化特性的影响,以期小麦高产优质高效栽培提供理论依据及技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于2002~2003年在河南科技大学试验农场进行。土壤质地为壤土,0~40 cm土层含有有机质1.99%,碱解氮65.27 mg/kg,速效磷5.98 mg/kg,速效钾120 mg/kg。供试品种为豫麦50(弱筋小麦)

和郑麦9023(强筋小麦)。试验设4个处理,分别为CK(不施肥),施纯N 207 kg/hm<sup>2</sup>(简称N),施K K<sub>2</sub>O 112.5 kg/hm<sup>2</sup>(简称K)及施纯N 207 kg/hm<sup>2</sup>、施K K<sub>2</sub>O 112.5 kg/hm<sup>2</sup>(简称NK)。2002年10月26日播种,随机区组排列,重复3次,基本苗240万/hm<sup>2</sup>。

小区为2.55 m × 6 m。常规管理,氮肥60%作底肥,40%在拔节期随水追入,钾肥作底肥一次性施入。

### 1.2 测定项目

各小区单独收获计产,按处理混合均匀后取样进行品质分析。籽粒硬度用瑞典Perten公司生产的SKCS-4100型单粒谷物特性测定仪测定;出粉率用德国Brabender公司Quadrumat Junior试验磨粉机将一定量润好的小麦籽粒磨粉并计算;面粉灰分(以干基表示)用瑞典Perten公司生产的Inframatic 8620型近红外分析仪测定;籽粒湿面筋、干面筋含量用瑞典Falling Number公司2011型面筋仪,按照AACC38-32方法测定;粉质参数和拉伸参数用德国Brabender公司生产的粉质仪和拉伸仪,按照AACC54-21和AACC54-10方法测定;淀粉糊化特

\* 收稿日期:2005-07-14

基金项目:国家“十五”重大科技攻关项目(2001BA507A02)

作者简介:李友军(1962-),男,河南宜阳人,博士,主要从事小麦高产栽培理论与技术研究。E-mail:lyj@mail.haust.edu.cn

性用澳大利亚 Newport Scientific 公司生产的快速粘度分析仪测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮、钾及其互作对小麦主要基础品质指标的影响

试验结果表明,增施氮、钾肥对弱筋小麦豫麦50和强筋小麦郑麦9023的主要基础品质性状具有一定的调节效应。表现为籽粒硬度、出粉率、面粉灰分和降落值受氮钾肥的影响较小,不同处理间的变异系数分别为2.75%~3.63%、1.04%~1.42%、3.00%~3.34%和2.41%~8.07%;增施氮、钾肥对不同质型小麦的湿面筋含量和干面筋含量的调节效应较大,不同处理间的变异系数,豫麦50分别为15.64%和16.63%,郑麦9023分别为18.99%和19.22%(表1),表明在同一密度条件下,增施氮、钾肥对

强筋小麦郑麦9023湿面筋含量和干面筋含量的调节效应大于对弱筋小麦豫麦50的调节效应。

与对照相比(表1),单施氮、钾肥和氮钾配合施用降低了弱筋小麦豫麦50和强筋小麦郑麦9023籽粒的硬度,施氮增加了小麦的出粉率,而施钾则降低了小麦的出粉率;氮钾配合施用增加了豫麦50的出粉率,但降低了郑麦9023的出粉率;施钾处理郑麦9023的面粉灰分高于对照,其他处理低于对照;施氮和氮钾配合施用显著提高了籽粒湿面筋和干面筋含量,对豫麦50来说,施氮的效应最大,而对郑麦9023来说,氮钾配合施用的效果最好;施钾对籽粒湿面筋和干面筋含量的效应较小;豫麦50各施肥处理的降落值均高于对照,其中以施氮最高,施钾最低;对郑麦9023来说,氮钾配合施用提高了降落值,而施钾则降低了降落值;各处理籽粒的降落值均符合我国馒头、蛋糕用粉标准( $\geq 250F \cdot N$ )。

表1 氮、钾及其互作对小麦主要基础品质指标的影响  
Table 1 Effect of nitrogen, potassium and their interactions on main quality characteristics of different cultivars

品种 Variety	处理 Treatments	硬度(%) Hardness	出粉率(%) Flour extraction rate	面粉灰分 (%,干基) Flour ash (%, dry basis)	湿面筋含量 (14%MB, %) Wet gluten content (14%MB, %)	干面筋 Dry gluten content (%)	降落值 Falling number (S)
豫麦50 Yumai50	CK	60.4	75.5	1.53	26.6	8.2	248
	N	56.6	75.8	1.42	35.7	11.1	296
	K	58.9	74.2	1.50	25.9	8.2	266
	NK	57.9	76.8	1.45	32.2	10.8	290
	平均数 Mean	58.45	75.58	1.48	30.10	9.58	275
	标准差 Std	1.6052	1.0720	0.04933	4.6783	1.5924	22.1811
	变异系数 Cv	2.75	1.42	3.34	15.54	16.63	8.07
郑麦9023 Zhengmai 9023	CK	31.5	76.0	1.53	22.3	7.3	400
	N	29.1	76.1	1.46	31.2	10.3	400
	K	29.9	75.3	1.57	22.7	7.5	385
	NK	29.3	74.4	1.53	31.5	10.4	408
	平均数 Mean	29.95	75.45	1.52	26.93	8.88	398.25
	标准差 Std	1.0878	0.7853	0.0457	5.1136	1.7056	9.6047
	变异系数 Cv	3.63	1.04	3.00	18.99	19.22	2.41

### 2.2 氮、钾及其互作对小麦粉质和拉伸特性的影响

表2结果表明,增施氮、钾肥及氮钾配合施用对不同质型小麦籽粒粉质特性的影响不同。不同处理间弱筋小麦豫麦50的吸水率、形成时间、稳定时间和弱化度的变异系数较小,分别为1.75%、5.71%、7.42%和2.23%,说明增施氮、钾肥对豫麦50粉质参数的调节效应较小;而强筋小麦郑麦9023除吸水率(变异系数为3.06%)外,不同处理间的形成时间、稳定时间和弱化度的变异系数分别达到31.91%、11.78%和11.47%,说明增施氮、钾肥对郑麦9023的形成时间、稳定时间和弱化度的影响较大,特别是对形成时间的调节作用最大。

与对照相比,单施氮、钾肥和氮钾配合施用均提高了弱筋小麦豫麦50和强筋小麦郑麦9023的吸水率,显著提高了郑麦9023的形成时间和稳定时间;施氮提高了豫麦50的形成时间,但各处理的稳定时间则有所降低;增施氮肥和氮钾配合施用提高了小麦的弱化度,而增施钾肥则降低了小麦的弱化度。

表3结果表明,增施氮、钾肥对弱筋小麦豫麦50的拉伸面积、拉伸阻力、最大抗阻的调节效应较大,而对延展性的调节效应较小,不同处理间各性状的变异系数分别为20.41%、13.70%、11.86%和8.87%;增施氮、钾肥对强筋小麦郑麦9023的拉伸阻力、延展性、最大抗阻的影响较大,而对拉伸面积

的影响较小,不同处理间各性状的变异系数分别为 19.06%、14.24%、15.79%和7.05%。

表2 氮、钾及其互作对小麦籽粒粉质特性的影响

Table 2 Effect of nitrogen, potassium and their interactions on farinograms of different cultivars

品种 Variety	处理 Treatments	吸水率 Water absorption (%)	形成时间 Development time (min)	稳定时间 Stability time (min)	弱化度 Degree of softening (F·U)
豫麦 50 Yumai 50	CK	55.3	1.7	1.2	190
	N	57.1	1.9	1.0	197
	K	55.4	1.7	1.1	187
	NK	57.0	1.7	1.1	193
	平均数 Mean	56.2	1.75	1.1	191.75
	标准差 Std	0.9832	0.1000	0.0817	4.2720
	变异系数 Cv	1.75	5.71	7.42	2.23
郑麦 9023 Zhengmai 9023	CK	60.7	1.7	5.8	79
	N	64.5	3.4	7.3	81
	K	62.6	2.0	7.7	63
	NK	64.9	3.0	7.0	81
	平均数 Mean	63.18	2.53	6.95	76
	标准差 Std	1.9311	0.8057	0.8185	8.7178
	变异系数 Cv	3.06	31.91	11.78	11.47

表3 氮、钾及其互作对小麦籽粒拉伸特性的影响

Table 3 Effect of nitrogen, potassium and their interactions on extensograms of different cultivars

品种 Variety	处理 Treatments	拉伸面积 Extension area (cm <sup>2</sup> )	拉伸阻力 Extension resistance (BU)	延展性 Ductibility (mm)	最大抗阻 Max. resistance (BU)
豫麦 50 Yumai 50	CK	20	86	166	86
	N	25	96	179	95
	K	15	70	148	73
	NK	20	77	180	77
	平均数 Mean	20	82.25	168.25	82.75
	标准差 Std	4.0825	11.2657	14.9304	9.8107
	变异系数 Cv	20.41	13.70	8.87	11.86
郑麦 9023 Zhengmai 9023	CK	84	309	145	448
	N	89	230	181	370
	K	99	311	160	480
	NK	94	214	201	342
	平均数 Mean	91.50	266	171.75	410
	标准差 Std	6.4550	51.2315	24.4592	64.7251
	变异系数 Cv	7.05	19.26	14.24	15.79

对弱筋小麦豫麦50的拉伸特性而言,施氮对各项指标呈正效应,而施钾则是负效应,氮钾配合施用增加了籽粒的延展性,而降低了籽粒的拉伸阻力和最大抗阻;对强筋小麦郑麦9023拉伸特性的影响,增施氮肥和氮钾配合施用增加了籽粒的拉伸面积和延展性,而降低了籽粒的拉伸阻力和最大抗阻;增施钾肥则对各项指标均呈正效应。

### 2.3 氮、钾及其互作对小麦淀粉糊化特性的影响

总的来看,增施氮、钾肥对弱筋小麦豫麦50淀粉糊化特性的调节效应大于对强筋小麦郑麦9023的调节效应。不同处理间豫麦50和郑麦9023的糊化温度、峰值粘度、低谷粘度、最终粘度、稀懈值和反弹值的变异系数分别为3.46%和0.71%、12.21%和5.

48%、20.17%和9.12%、16.38%和8.40%、6.91%和11.30%、11.73%和7.46%,表明增施氮、钾肥对豫麦50的峰值粘度、低谷粘度、最终粘度和反弹值的调节效应较大,而对糊化温度和稀懈值的调节效应较小;增施氮、钾肥对郑麦9023的稀懈值影响较大,而对其它糊化特性影响较小。

由表4可以看出,增施氮、钾肥和氮钾配合施用对豫麦50籽粒的淀粉糊化特性有一定的影响,均呈正效应(稀懈值除外),其中施氮的影响最大,氮钾配合施用其次,施钾的影响较小。对强筋小麦郑麦9023来说,增施氮、钾肥和氮钾配合施用均降低了淀粉开始糊化温度、糊化的峰值粘度、低谷粘度、最终粘度和反弹值,提高了稀懈值,且以氮钾配合施用的作用

最大,施钾处理的作用最小。处理间比较发现,施氮显著降低了淀粉开始糊化温度,显著提高了稀懈值,

而氮钾配合施用则显著降低了淀粉糊化的峰值粘度、低谷粘度、最终粘度和反弹值。

表 4 氮、钾及其互作对小麦淀粉糊化特性的影响  
Table 4 Effect of nitrogen, potassium and their interactions on the starch pasting properties of different cultivars

品种 Variety	处理 Treatments	糊化温度 Pasting temperature (°C)	峰值粘度 Highest viscosity (BU)	低谷粘度 Lowest viscosity (BU)	最终粘度 Final viscosity (BU)	稀懈值 Breakdown value (BU)	反弹值 Setback value (BU)
豫麦 50 Yumai50	CK	62.3	464	252	468	210	209
	N	62.6	626	407	681	216	265
	K	62.3	560	332	580	224	239
	NK	62.9	579	388	667	190	273
	平均数 Mean	62.53	557.25	344.75	599	210	246.5
	标准差 Std	0.2872	68.0753	69.5480	98.0986	14.5144	28.9079
	变异系数 Cv	0.46	12.22	20.17	16.38	6.91	11.73
郑麦 9023 Zhengmai9023	CK	62.8	638	542	894	93	342
	N	61.9	575	455	764	119	300
	K	62.6	606	500	841	105	334
	NK	62.0	566	446	748	118	295
	平均数 Mean	62.33	596.25	485.75	811.75	108.75	317.75
	标准差 Std	0.4425	32.6841	44.3199	68.2270	12.2848	23.6978
	变异系数 Cv	0.71	5.48	9.12	8.40	11.30	7.46

### 3 讨论

多数研究表明,在一定范围内增加施氮量,可以提高小麦籽粒面筋含量、面团吸水率、形成时间、稳定时间、降落值、沉降值<sup>[1,6,8,13,14]</sup>,这与本研究的结果基本一致。本研究还表明,施氮对强筋小麦郑麦 9023 和弱筋小麦豫麦 50 品质性状的调节效应不同:增施氮肥显著提高了郑麦 9023 的面团形成时间、稳定时间和籽粒的拉伸面积和延展性,而降低了籽粒的拉伸阻力和最大抗阻。增施氮肥提高了豫麦 50 的形成时间,但稳定时间则有所降低,施氮对豫麦 50 的拉伸特性各项指标均呈正效应。

王旭东等<sup>[11,12]</sup>的研究结果表明,在一定范围内,增施钾肥显著提高了旗叶内肽酶和羧肽酶的活性,提高了小麦湿面筋含量、沉降值和面团稳定时间。本研究结果表明,增施钾肥豫麦 50 和郑麦 9023 的籽粒硬度、出粉率、弱化度降低,显著提高了郑麦 9023 的形成时间和稳定时间;施钾对豫麦 50 的拉伸特性是负效应,而对郑麦 9023 则为正效应。研究结果还表明,氮钾配合施用降低了豫麦 50 和郑麦 9023 的籽粒硬度,提高了小麦的吸水率、弱化度,显著提高了籽粒面筋含量,增加了小麦籽粒的延展性,降低了小麦籽粒的拉伸阻力和最大抗阻;氮钾配合施用显著提高了郑麦 9023 的形成时间、稳定时间和降落值,增加了豫麦 50 的出粉率,而降低了郑麦 9023 的出粉率。

马冬云等<sup>[15]</sup>的研究表明,不同品种间淀粉糊化参数多数差异显著;王晨阳等<sup>[16]</sup>研究指出,增施氮肥提高了强筋小麦的峰值粘度等糊化参数,在追氮量为 225 kg/hm<sup>2</sup> 时,中筋小麦的淀粉峰值粘度、稀懈值等糊化参数最高。本研究表明,氮、钾对弱筋小麦豫麦 50 和强筋小麦郑麦 9023 的淀粉糊化特性的调节作用不同,增施氮、钾肥及氮钾配合施用降低了豫麦 50 的稀懈值和郑麦 9023 淀粉糊化特性的其他参数值,而提高了郑麦 9023 的稀懈值和豫麦 50 淀粉糊化特性的其他参数值;氮钾肥对弱筋小麦豫麦 50 淀粉糊化特性的影响大于对强筋小麦郑麦 9023 的影响。至于淀粉糊化特性发生改变后对小麦加工品质和食用品质有何影响,则有待于进行深入的研究。

### 参考文献:

- [1] 赵广才,何中虎,刘利华,等. 肥水调控对强筋小麦中优 9507 品质与产量协同提高的研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 351~356.
- [2] 王立秋,靳占忠,曹敬山,等. 水肥因子对小麦籽粒及面包烘烤品质的影响[J]. 中国农业科学, 1997, 30(3): 67~73.
- [3] 许振柱,于振文,王东,等. 灌溉条件对小麦籽粒蛋白质组分配及其品质的影响[J]. 作物学报, 2003, 29(5): 682~687.
- [4] Peterson C J, Graybosch R A, Baenziger P S, et al. Genotype and environment effect on quality characteristics of hard red winter wheat[J]. Crop Science, 1992, 32: 98~103.
- [5] Lukow O M, Mcvetty P B E. Effect of cultivar and environment on quality characteristics of spring wheat[J]. Cereal Chemistry, 1991, 68(6): 597~601.

- [6] 黄正来,姚大年,马传喜,等.氮素供应对不同质型小麦品种籽粒产量和品质性状的影响[J].安徽农业大学学报,1996,26(4):414~418.
- [7] 冯伟,郭天财,李晓,等.氮素运筹对两种穗型小麦品种品质及产量性状的效应[J].麦类作物学报,2005,25(2):57~60.
- [8] 曹承富,孔令聪,汪建来,等.氮素营养水平对不同质型小麦品种品质性状的影响[J].麦类作物学报,2004,24(1):47~50.
- [9] 杨延兵,高荣岐,尹燕桦,等.不同品质类型冬小麦籽粒产量和品质性状对氮肥的效应[J].麦类作物学报,2004,24(2):97~102.
- [10] 潘庆民,于振文.追氮时期对冬小麦籽粒品质和产量的影响[J].麦类作物学报,2002,22(2):65~69.
- [11] 王旭东,于振文,王东.钾对小麦旗叶蛋白水解酶活性和籽粒品质的影响[J].作物学报,2003,29(2):285~289.
- [12] 王旭东,于振文,樊广华.钾素对冬小麦品质和产量的影响[J].山东农业科学,2000,(5):16~18.
- [13] 朱新开,郭文善,周君良,等.氮素对不同质型专用小麦营养和加工品质调控效应[J].中国农业科学,2003,36(6):640~645.
- [14] 王月福,于振文,姜东,等.施氮量对小麦籽粒蛋白质组含量及加工品质的影响[J].中国农业科学,2002,35(9):1071~1078.
- [15] 马冬云,郭天财,吕云茹,等.小麦淀粉合成动态及糊化特性的基因型差异[J].麦类作物学报,2005,25(2):22~26.
- [16] 王晨阳,马冬云,郭天财,等.不同水、氮处理对小麦淀粉组成及特性的影响[J].作物学报,2004,30(8):739~744.

## Effects of nitrogen, potassium and their interactions on quality characteristics of two different gluten wheat cultivars

LI You-jun<sup>1,2</sup>, XIONG Ying<sup>3,2</sup>, LUO Bing-shan<sup>1</sup>

(1. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China;

3. National Engineering Research Center for Wheat, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to understand the effects of nitrogen, potassium and their interactions on quality characteristics of winter wheat with different gluten type, two varieties with strong and weak gluten, Zhengmai<sup>9023</sup> and Yumai<sup>50</sup>, were cultivated under the field condition. The results indicated that the regulation effect of nitrogen, potassium and their interactions on main basic quality characteristics, farinograms and extensograms of Zhengmai<sup>9023</sup> was higher than on those of Yumai<sup>50</sup>, but the regulation effect on the properties of starch pasting was opposite. Nitrogen decreased kernel hardness and increased gluten content of two wheat cultivars, and had positive influence on water absorption, development time, degree of softening, extension area and extensibility. Potassium significantly prolonged the development time and stability time of Zhengmai<sup>9023</sup>. As for the rheological parameters, potassium had negative influence on Yumai<sup>50</sup> and positive influence on Zhengmai<sup>9023</sup>. With the compounded application of nitrogen and potassium, the water absorption, degree of softening, gluten content and extensibility of both Zhengmai<sup>9023</sup> and Yumai<sup>50</sup> were increased, while the extensible resistance and maximum resistance was reduced; the development time and stability time of Zhengmai<sup>9023</sup> was significantly prolonged. Nitrogen, potassium and their compounded application had positive influence on the starch pasting properties of Yumai<sup>50</sup> except for breakdown value, and the effect of nitrogen was the highest; however, they had negative influence on the starch pasting properties of Zhengmai<sup>9023</sup> except for breakdown value, and the effect of compounded application of nitrogen and potassium was the highest.

**Key words:** gluten type; wheat; quality characteristics; nitrogen; potassium