

氮磷水平与比例对不同品质类型 春小麦磨粉品质的影响²⁰

赵秀兰^{1,2,3}

(1. 中国科学院大气物理研究所东亚区域气候-环境重点实验室, 全球变化东亚区域研究中心, 北京 100029;

2. 国家气象中心, 北京 100081; 3. 东北农业大学小麦研究室, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:以3个不同品质类型春小麦品种为材料,在田间施肥试验基础上探讨了不同氮磷水平与比例对春麦千粒重、容重及各项出粉率等磨粉品质性状的影响。结果表明,施肥处理间容重、心粉出粉率和总出粉率差异显著。氮磷水平与比例的提高,对各基因型千粒重的影响很小,却使容重显著降低,总出粉率普遍显著增加。各基因型心粉出粉率随氮肥增施显著降低,而随磷肥增施显著增加;皮粉出粉率随氮磷肥增施不同基因型呈现不同变化。千粒重、容重与各项出粉率受氮磷肥影响程度各基因型间呈现一定差异。强筋品种千粒重、容重更易受氮水平影响,而中筋与弱筋品种则更易受磷水平影响。在受氮磷肥增施影响程度方面,总出粉率和心粉出粉率均为强筋大于中筋品种;皮粉出粉率则是弱筋品种受影响较大。适当增施氮磷肥有利于提高春小麦磨粉品质。

关键词: 氮磷肥;春小麦;磨粉品质

中图分类号: S512.1⁺² **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)01-0084-06

小麦磨粉是小麦加工利用的首要环节。千粒重、容重与出粉率作为表征小麦磨粉品质特性的重要指标^[1,2],主要由遗传因素控制,同时也受到外界环境因素的显著影响^[1~8],其中土壤氮磷肥力条件对磨粉品质的影响不可忽视^[1,4~15]。前人研究认为,千粒重虽然是一个遗传上相对稳定的性状,但在水分适宜情况下,适当增施氮、磷以及氮磷的合理配施却能显著提高千粒重;而且,对于高蛋白强筋品种,单施磷肥增加千粒重效果显著,但氮素过剩则显著降低其千粒重^[7~9]。增施氮肥有利于提高冬小麦籽粒容重^[13]。施磷增加,提高强筋小麦容重,但当超过一定量时,继续增加施磷量,容重略有下降;增施磷肥几乎对弱筋小麦容重没有影响^[10,11]。关于出粉率,前人研究认为,小麦出粉率为数量性状,遗传力中等,同时受生态环境和品种遗传特性的影响,变化幅度最高达到9%^[13,16,17]。关于氮磷肥对出粉率的影响,有研究认为,在适量施用氮、钾肥基础上,增施磷肥,使强筋冬小麦出粉率明显提高,而弱筋冬小麦出粉率变化无规律^[10,11]。关于磨粉品质性状间相互关系,有研究认为,千粒重与出粉率高度相关^[17,18],冬小麦出粉率与容重呈显著或极显著正相关,春小麦则不存在这种关系^[19,20]。尽管在此领域前人已做了

一定量的研究工作,但是仍旧缺少氮磷肥水平及配比对千粒重、容重及各分项出粉率影响的细致研究,尤其是不清楚不同基因型各磨粉性状受影响后所体现出来的变化趋势和程度差异。本研究试图探讨不同氮磷肥水平与比例对不同品质类型春小麦千粒重、容重和各项出粉率的影响效应,为进一步提高春小麦磨粉品质提供栽培依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

3个不同品质类型春小麦品种包括,高蛋白低产强筋品种,野猫(Wildcat);高蛋白高产中强筋品种,东农7742(DN7742);低蛋白高产弱筋品种,新克早9(NKH9)。各品种品质指标见表1。

1.2 试验方法

1.2.1 肥力试验 试验于2002年在东北农业大学校内试验田进行。试验地基础肥力为有机质3.4%,全氮0.13%,全磷0.097%,全钾0.11%,速效氮2.96 mg/100g,速效磷2.20 mg/100g,速效钾1.97 mg/100g。氮磷水平与比例处理见表2,氮肥与磷肥分别为尿素和磷酸二氢钾,均以种肥形式深施(由于本试验地富钾,试验测定速效钾含量为一级,所以本试验

²⁰收稿日期:2005-05-28

基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZ CX3-SW-218)

作者简介:赵秀兰(1968年)女,黑龙江绥化人,博士,副研究员,研究方向为小麦品质生理、农业气象及全球变化。E-mail:zhaoxl@tea.ac.cn

中钾对小麦磨粉品质的影响可以忽略不计)。小区面积 14.0 m², 重复 4 次, 采用随机区组排列, 等行距人

工条播 (19 cm)。播种日期为 2002 年 4 月 12 日, 密度为 600 万株/hm²。

表 1 3 个不同类型春小麦的品质指标

Table 1 The main quality indexes of the three spring wheat cultivars

品种 Variety	产量 Yield (kg/hm ²)	粗蛋白含量(%) Crude protein content	湿面筋含量(%) Wet gluten content	干面筋含量(%) Dry gluten content	干面筋指数(%) Dry gluten index	面包体积(mL) Bread volume
野猫 Wildeat	3800~5200	15~19	40~60	11.0~14.0	65~95	825~925
东农 7742 DN7742	4500~6300	15~18	40~55	10.0~13.5	35~55	600~820
新克早 9 NKH ⁹	4500~6000	11~14	30~40	7.5~11.0	25~40	500~660

表 2 不同处理氮磷水平与比例(kg/hm²)

Table 2 The application level and ratio of N and P in different treatments

肥力水平 Fertility treatment	N	P ₂ O ₅	比例 Ratio (N : P ₂ O ₅)
F1	225	338	1 : 1.5
F2	225	450	1 : 2.0
F3	300	300	1 : 1.0
F4	300	450	1 : 1.5
F5	300	600	1 : 2.0

1.2.2 磨粉品质测定与分析方法

样品水分测定: 所用仪器为瑞典 Mettler Toled 公司生产的 HR 73 型 Halogen 水分分析仪。容重测定: 所用仪器为上海东方厂 HGT-1000 型容器。

小麦粉的制备与出粉率的计算: 制粉设备为法国 Chopin 公司仿工业实验磨。小麦籽粒除杂定量加水润麦后, 经三道磨完成制粉全过程。一道磨产生三部分, 包括一道粉即皮粉(皮磨粉)、粗麸皮和一道粗粉。一道粗粉经过二道磨产生二道心粉与二道粗粉; 二道粗粉再经过三道磨产生三道心粉与细麸皮。将二道心粉与三道心粉混合为心粉(心磨粉)。依次称重心粉、皮粉、粗麸皮及细麸皮重量, 计算各出粉率。皮(磨)粉与心(磨)粉自然混匀即为面粉(标准面粉)。各出粉率计算公式: 皮粉出粉率(%) = 皮粉重量/M; 心粉出粉率(%) = 心粉重量/M; 粗粉生成率(%) = (心粉重量 + 细麸皮重量)/M; 出粉率(%) = (皮粉重量 + 心粉重量)/M。式中, M = 皮粉重量 + 粗麸皮重量 + 心粉重量 + 细麸皮重量。

2 结果与分析

2.1 千粒重

在本试验肥力条件下, 基因型间千粒重的差异表现为高度显著 ($F = 510.35^{***}$, 显著性水平大于 0.001), 且高低关系保持不变: 东农 7742 > 野猫 > 新克早 9, 而不同施肥处理间千粒重差异均不显著 ($F_{野猫} = 0.26$, $F_{东农7742} = 0.13$, $F_{新克早9} = 0.46$, $F_{crit} = 4.76$)。进一步说明了千粒重是一个遗传上相对稳定

的性状, 不易受环境因素影响。但随氮磷水平增加, 不同基因型千粒重仍呈现相应变化(图 1a)。磷水平为 450 kg/hm², 而当氮由 225 kg/hm² 增加到 300 kg/hm² 时, 野猫与新克早 9 千粒重增加, 而东农 7742 略降低; 且变化幅度野猫最大, 其他两品种较小。氮水平为 225 kg/hm², 氮磷比例由 1 : 1.5 增加到 1 : 2.0 时, 以及氮水平为 300 kg/hm² 而氮磷比例由 1 : 1 增加到 1 : 1.5 和 1 : 2.0 时, 野猫和东农 7742 千粒重均随磷比例升高而升高, 新克早 9 变化趋势则相反, 且变化幅度依新克早 9、东农 7742、野猫次序逐渐减小; 而且基础氮水平越高, 增加磷水平对千粒重的影响越小。

2.2 容重

本试验容重值为自然容重, 由籽粒水分引起的容重值差异可忽略不计(籽粒水分变化范围为 9.97% ~ 10.22%)。不同基因型间小麦籽粒容重差异高度显著 ($F = 143.05^{***}$), 且氮磷水平变化时品种间容重值关系相对稳定。同一品种不同肥力籽粒容重差异显著 ($F = 4.06^*$, 显著性水平大于 0.05)。由图 1b 可知, 磷水平为 450 kg/hm² 时, 氮由 225 kg/hm² 增加到 300 kg/hm², 各基因型容重均显著降低; 且降低幅度依高蛋白中筋、高蛋白强筋、低蛋白弱筋品种次序逐渐减少(依次为 13.1 g/L、9.7 g/L、6.9 g/L)。而在氮水平为 225 kg/hm², 氮磷比例由 1 : 1.5 增加到 1 : 2.0 时, 以及氮水平为 300 kg/hm², 氮磷比例由 1 : 1 增加到 1 : 1.5 和 1 : 2.0 时, 各基因型容重均显著降低; 且在氮水平为 225 kg/hm² 时, 磷水

平增加使高蛋白强筋和低蛋白弱筋品种容重降低幅度相对较大(分别为4.3 g/L、2.8 g/L),而高蛋白中筋品种则相对较小(0.5 g/L)。在氮水平为300 kg/hm²时,磷水平增加使高蛋白中筋和低蛋白弱筋品种容重降低幅度相对较大,且呈现随磷比例的增加而幅度增大的趋势。例如:高蛋白中筋的F4、F5分别为8.4 g/L、9.9 g/L,低蛋白弱筋品种则分别为5.8 g/L、6.3 g/L;而高蛋白强筋品种则几乎无变化。

2.3 出粉率

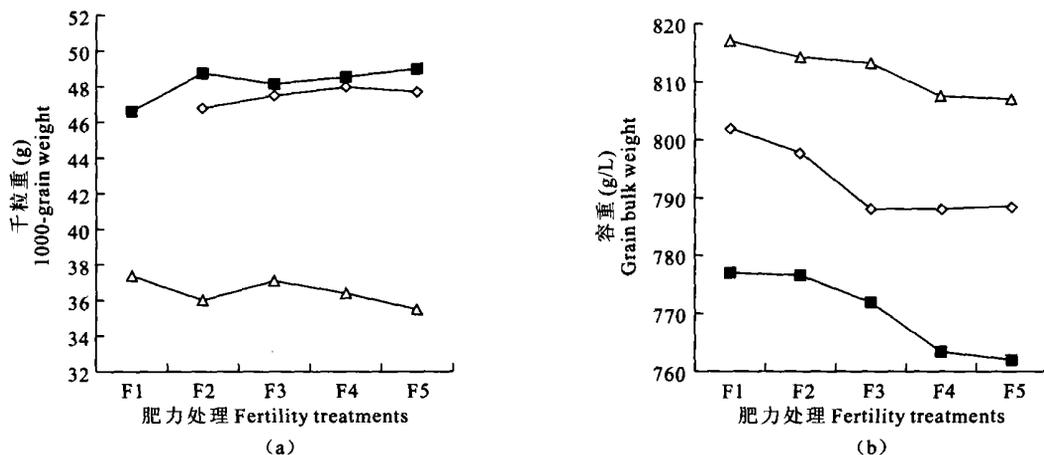
各项出粉率因基因型不同而有一定差异(表3)。本试验结果表明,不同基因型间心粉出粉率、皮粉出粉率、粗粉生成率及总出粉率差异均高度显著($F_{心} = 43.14^{***}$, $F_{粗} = 68.55^{***}$, $F_{皮} = 1793.12^{***}$, $F_{总} = 1358.51^{***}$)。不同基因型小麦籽粒皮粉出粉率与总出粉率比较,均为东农7742最高,野猫次之,新克早9最低;心粉出粉率则依野猫、东农7742、新克早9逐渐降低;粗粉生成率则为野猫最高,新克早9次之,东农7742最低。东农7742总出粉率高于其他两个基因型的原因主要与东农7742为薄皮软质麦,其皮粉出粉率明显偏高有关。不同施肥处理间小

麦皮粉出粉率、粗粉生成率差异均不显著,而心粉出粉率、总出粉率差异显著($F_{心} = 4.69^*$, $F_{总} = 5.16^*$)。由表3可知,磷水平为450 kg/hm²时,随氮水平由225 kg/hm²增加到300 kg/hm²,野猫总出粉率显著降低,东农7742和新克早9则显著增加。而且变化幅度为野猫最高(1%),东农7742次之(0.5%),新克早9幅度最小(0.1%);各品种心粉出粉率均显著降低(依次为0.7%、0.6%、0.9%),皮粉出粉率野猫降低(0.3%),东农7742和新克早9则呈增加趋势(分别为1.4%、1.1%)。在氮水平为225 kg/hm²且氮磷比例由1:1.5增加到1:2.0时,以及在氮水平为300 kg/hm²且氮磷比例由1:1增加到1:1.5和1:2.0时,各基因型总出粉率和心粉出粉率普遍显著增加,且随磷比例的增加,增加幅度增大;野猫和新克早9受磷肥影响大于东农7742。野猫皮粉出粉率随磷水平增加略有增加,且随氮磷比例的增加其变化幅度增大,而东农7742和新克早9在由F1增加到F2时,皮粉出粉率降低,在F3增加到F4和F5时,皮粉出粉率均呈增加趋势且随磷比例的增加其变化幅度减小;皮粉出粉率受磷肥影响程度,依新克早9、东农7742、野猫品种逐渐降低。

表3 不同氮磷水平处理出粉率

Table 3 The flour extraction rates of wheat cultivars under different N and P treatments

品种 Variety	肥力处理 Fertility treatments	皮粉出粉率(%) Extraction rate of coat flour	心粉出粉率(%) Extraction rate of core flour	粗粉生成率(%) Rate of coarse flour	总出粉率(%) Total extraction rate of flour	比值(心粉:皮粉) Ratio (core:coat)
野猫 Wildcat	F1	14.9	35.3	66.1	50.1	2.370:1
	F2	15.0	36.6	66.3	51.6	2.440:1
	F3	14.6	35.2	66.1	49.8	2.415:1
	F4	14.7	35.9	66.6	50.6	2.450:1
	F5	15.0	36.1	66.0	51.2	2.405:1
	平均 Average	14.8	35.8	66.2	50.7	2.416:1
东农7742 DN7742	F1	26.3	34.8	52.9	61.0	1.325:1
	F2	25.5	35.0	53.1	60.7	1.375:1
	F3	26.5	34.4	52.1	60.6	1.300:1
	F4	26.9	34.4	52.0	61.2	1.285:1
	F5	26.8	35.2	52.2	61.9	1.320:1
	平均 Average	26.4	34.8	52.5	61.1	1.321:1
新克早9 NKH9	F1	14.0	32.4	59.6	46.3	2.325:1
	F2	13.1	33.9	52.9	47.1	2.590:1
	F3	13.5	33.3	59.6	46.7	2.475:1
	F4	14.2	33.0	59.5	47.2	2.335:1
	F5	13.7	34.5	59.6	48.3	2.525:1
	平均 Average	13.7	33.4	58.2	47.1	2.450:1



—◇— 野猫 Wildcat —■— 东农7742 DN7742 —△— 新克早9 NKH 9

图1 不同氮磷水平籽粒容重和千粒重

Fig. 1 The 1000-grain weight (a) and grain bulk weight (b) of wheat cultivars under different N and P treatments

3 讨论与结论

前人研究表明,在水分适宜情况下,适当增施氮磷肥能显著提高千粒重,但氮、磷素过剩则会显著降低千粒重^[7~9]。本研究认为,氮、磷水平增加对各基因型千粒重的影响很小,也进一步说明了千粒重是一个遗传上相对稳定的性状。相比较而言,高蛋白强筋品种千粒重更易受氮水平影响,而高蛋白中筋与低蛋白弱筋品种则受磷水平影响较大;且基础氮、磷水平越高,增施磷、氮素对各基因型千粒重的影响越小。

关于氮磷肥对小麦籽粒容重的影响,前人认为,增施氮肥有利于提高冬小麦籽粒容重^[13];适当增施磷肥可提高强筋小麦容重,但磷素过剩则使容重略有下降^[10,11]。本研究认为,增施氮、磷肥使春小麦各基因型容重均显著降低。关于氮磷肥对不同基因型容重影响程度,本研究认为,中、强筋品种受氮水平影响程度大于弱筋品种,而中弱筋相比于强筋品种更易受磷水平影响,与前人关于增施磷肥几乎对弱筋小麦容重没有影响^[10,11]的观点存在一定差异。由此也说明在基础肥力较差的情况下,增施氮磷肥有利于提高籽粒容重^[10,11,13],而在较高的基础肥力条件下继续增施氮磷肥对形成较高的容重明显不利。关于出粉率,前人研究基本侧重于总出粉率,对出粉率分项的研究未见报道。本试验条件下,增施氮肥使高蛋白强筋品种总出粉率显著降低,磷肥则使其显著增加,与前人关于磷肥的观点^[10,11]基本一致;而本试验中氮磷肥增施均使高蛋白中筋和低蛋白弱筋品种总出粉率显著增加的规律,与前人关于弱筋冬

小麦出粉率因磷肥增施变化无规律^[10,11]的观点差异明显。本研究认为,氮肥增施使各基因型心粉出粉率显著降低,而磷肥增施则使其显著增加;随氮磷肥水平增加,各基因型皮粉出粉率呈现不同变化。在氮磷肥增施影响程度方面,总出粉率为高蛋白强筋大于高蛋白中筋品种;心粉出粉率,高蛋白强筋和低蛋白弱筋大于高蛋白中筋品种;皮粉出粉率,蛋白含量高、筋力强的品种受影响程度较小,而蛋白含量低、筋力弱的品种则受影响较大。氮磷肥对各项出粉率的影响程度因基因型不同而差异明显。就高蛋白强筋品种而言,增施氮肥和磷肥均为对总出粉率的影响最大,其次为心粉出粉率,对皮粉出粉率影响最小。而对于高蛋白中筋和低蛋白弱筋品种,增施氮肥对其皮粉出粉率的影响最大,其次为心粉出粉率,对总出粉率的影响最小;增施磷肥对其总出粉率的影响最大,其次是皮粉和心粉出粉率。形成氮磷肥对不同基因型总出粉率、心粉和皮粉出粉率影响程度不一的重要原因,在于各基因型总出粉率、心粉和皮粉出粉率随氮磷肥变化趋势的差异,以及各基因型特有的心粉与皮粉出粉率比例的差异。

关于磨粉品质性状间相互关系,本试验认为,千粒重与总出粉率呈极显著正相关($r = 0.7592^{**}$),容重与总出粉率、千粒重均呈高度显著负相关(r 分别为 -0.9346^{***} ; -0.88770^{***} , $n = 14$)。本试验得出的容重与出粉率负相关的结果,与多数学者^[1,2,19,20]关于二者呈显著正相关观点相反,主要有两方面原因:其一,本试验所选品种只有三个(样本数14个),相比于前人研究容重与出粉率关系时所选30~507个品种或样本数^[2]而言,品种数目及样

本数均太少;并且三个品种中东农 7742 和新克早 9 这两个品种在容重与出粉率的关系上存在着明显的基因型特点,东农 7742 容重最低但出粉率最高,容重最低的原因在于东农 7742 粒体积大且粒宽度大^[13,17],出粉率高在于其胚乳较高^[17];而新克早 9 则容重最高但出粉率最低,野猫介于两者之间。因此,两个品种容重与出粉率关系的特殊性与通常规律相反。其二,在本试验肥力条件下,容重随肥力呈现降低趋势,而总出粉率多数情况下呈现增加趋势,尤其东农 7742 与新克早 9 表现更明显;肥力的影响通过每个品种容重与总出粉率的相关关系得以体现,野猫容重与总出粉率呈不显著正相关($r = 0.7041, n = 4$),东农 7742 与新克早 9 均呈不显著负相关(相关系数分别为 $r = -0.7682, r = -0.8308, n = 5$)。本试验得出的容重与千粒重负相关的结果,也与多数学者关于二者呈显著正相关观点^[1,2]相反,除品种和样本数太少的因素外,另一个重要影响因素在于东农 7742 和新克早 9 这两个品种籽粒形状的特殊性。千粒重与总出粉率呈极显著正相关关系的结果支持了多数学者^[17,18]的观点。因此,受品种和肥力的影响,容重与出粉率、容重与千粒重呈显著负相关关系仅限于本试验结果,并不具有普遍性。也曾有学者研究指出,由于受品种、地理环境、气候条件及籽粒大小等因素的影响,容重高的小麦不一定比容重低的小麦出粉率高,这已是众多的小麦粉生产厂家和科研单位早已发现的情况^[1]。但笔者仍然坚持容重与出粉率、容重与千粒重呈正相关关系是具有普遍性的规律,但至于容重与出粉率的正相关关系是否显著应依冬小麦、春小麦品种不同有明显差异,冬小麦的显著性很可能高于春小麦。

参考文献:

- [1] 徐兆飞,张惠叶,张定一. 小麦品质及其改良[M]. 北京:气象出版社,2000. 43-45,83-84,193-243.
- [2] 王肇慈. 粮油食品品质分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,2000. 279-280.
- [3] 曹广才,王绍中. 小麦品质生态[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994. 1-118.
- [4] 金善宝. 中国小麦生态[M]. 北京:中国科学技术出版社,1991. 21-256.
- [5] 裴雪霞,张定一,王蛟爱,等. 氮磷对优质强筋小麦产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):48-50.
- [6] 何文寿,陈素生,康建宏. 不同基因型春小麦氮磷钾养分效率与其农艺性状的相关研究[J]. 干旱地区农业研究,2000,18(3):37-43.
- [7] 党建友,张定一,裴雪霞,等. 肥力与施肥对冬小麦千粒重的影响[J]. 土壤肥料,2003(1):7-9.
- [8] 李秀云,孙本普,孙在刚,等. 栽培条件对小麦千粒重的影响[J]. 小麦研究,2004,25(1):22-29.
- [9] 王旭东,于振文. 施磷对小麦产量和品质的影响[J]. 山东农业科学,2003,(6):35-36.
- [10] 毛凤梧,赵会杰,段藏祿. 潮土麦田施磷对小麦品质的影响初探[J]. 河南农业大学学报,2001,35(4):400-402.
- [11] 杨胜利,马玉霞,冯荣成,等. 磷肥用量对强筋和弱筋小麦产量及品质的影响[J]. 河南农业科学,2004,(7):54-56.
- [12] Smith G P, Gooding M J. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1999, 94(5):159-170.
- [13] Varga B, Zlatko S, Zorica J, et al. Wheat grain and flour quality as affected by cropping intensity [J]. Food Technol Biotechnol, 2003,41(4):321-329.
- [14] Souza E J, Martin J M, Guttieri M J, et al. Influence of genotype environment, and nitrogen management on spring wheat quality [J]. Crop Science, 2004,44:425-432.
- [15] Bellido L L, Fuentes M, Castillo J E, et al. Effect of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions [J]. Field Crop Research, 1998,57:265-276.
- [16] 于亚雄,陈坤玲,刘丽,等. 云南低纬高原不同生态环境与小麦品质关系的初步研究[J]. 麦类作物学报,2001,21(1):51-54.
- [17] 顾尧臣. 小麦制粉特性、制粉效果评定(I) [J]. 粮食与饲料工业,2001,9:1-3.
- [18] 韩玉林,陈涛. 小麦品质与制粉的关系[J]. 西部粮油科技,2000,25(1):15.
- [19] 李碧颖,任志龙,王光瑞. 小麦品种出粉率与其品质性状关系的研究[J]. 西北植物学报,1996.16(6):392-398.
- [20] 周艳华,何中虎,阎俊,等. 中国小麦品种磨粉品质研究[J]. 中国农业科学,2003,36(6):615-621.
- [21] 荆奇,姜东,戴延波,等. 基因型和生态环境对小麦籽粒品质与蛋白质组分的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(10):1649-1653.
- [22] Martin J M, Frohberg R C, Morris C F, et al. Milling and bread baking traits associated with puroindoline sequence type in hard red spring wheat [J]. Crop Science, 2001,41:228-234.

Effects of nitrogen and phosphorus supply on milling quality in spring wheat with different genotypes

ZHAO Xiu-lan^{1,2,3}

(1. *Key Laboratory of Regional Climate-Environment for East Asia, Institute of Atmospheric Physics, CAS; START Regional Center for East Asia, Beijing 100029, China;*

2. National Meteorology Center, Beijing 100081, China;

3. Wheat Laboratory, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: With three genotypes of spring wheat as experimental materials, the fertilization experiment was conducted to investigate the effects of different levels and ratios of nitrogen and phosphorus on the milling quality traits of spring wheat, including 1000-grain weight, bulk weight as well as extraction rates of all sorts of flour. The results showed that there are significant differences of grain bulk weight, core flour extraction rate and total flour extraction rate among the fertilization treatments. The bulk weight and total flour extraction rate were more sensitive to nitrogen and phosphorus supply than 1000-grain weight. With the enhancement of nitrogen and phosphorus level and ratio, the 1000-grain weight of different genotypes varied little generally, while the bulk weight decreased significantly and the total flour extraction rate increased significantly. The core flour extraction rate of all genotypes dropped significantly with the increase of nitrogen supply, but rised markedly with the increase of phosphorus supply; however, the coat flour extraction rate of different genotypes vary dissimilarly with the addition of nitrogen and phosphorus supply. The effects of nitrogen and phosphorus supply on 1000-grain weight, bulk weight and extraction rate of all sorts of flour differed obviously for different genotypes. The 1000-grain weight and bulk weight of strong gluten cultivars were influenced easily by nitrogen level, but those of middle and weak gluten cultivars were influenced easily by phosphorus level. The core flour extraction rate and total flour extraction rate of strong gluten genotypes were more easily affected by nitrogen and phosphorus level and ratio than those of middle gluten genotypes, while the coat flour extraction rate of weak gluten genotypes was more easily affected. It was concluded that the milling quality traits of spring wheat could be improved distinctly by properly increasing nitrogen and phosphorus supply.

Key words: nitrogen and phosphorus supply; spring wheat; milling quality