

氮素对冬小麦产量的亏缺及补偿效应

翟丙年, 李生秀

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 通过盆栽试验研究了正常灌水条件下, 不同生育阶段氮素亏缺对冬小麦生长发育的影响。结果表明, 越冬期和拔节期氮素亏缺对冬小麦的产量影响最大, 后期缺氮对其产量的影响最小。总的来看, 冬小麦对氮素的亏缺敏感期在越冬期和拔节期, 尤以拔节期更为迫切; 补偿有效期在拔节期。

[关键词] 冬小麦; 氮素亏缺; 补偿效应; 产量构成因素

[中图分类号] S512.1⁺10.62

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)03-053-04

水、肥是农业生产系统中, 在特定作物与生态条件下影响产量的众多可控因子中最活跃的因子。要解决北方旱农区水资源短缺、肥料利用率不高的问题, 必须做到水肥耦合。而要做到这点, 必须确定水分、养分耦合的关键期、高效期和迟钝期, 因此必须首先根据作物的需水、需肥规律, 查明不同作物对水分、养分需求的关键期和亏缺敏感期^[1~3]。关于冬小麦氮素需求的关键期已有许多研究^[4~8], 但这些研究通常是采用等氮量在不同生育时期的分配方案, 习惯上又称为氮肥运筹试验, 也有采用氮肥分期叠增的方法。这些方法存在一个共同缺点就是没有人控制土壤本身肥力状况, 氮肥的施用也是将大部分作基肥, 剩余小部分在不同生育时期分配, 因而无法排除土壤速效氮和基施氮对不同生育时期追氮效果的干扰, 确定出的作物对氮素需求关键期也不十分准确, 因此, 结论不尽相同。对不同生育阶段氮素亏缺及亏缺后加倍供应的补偿效应研究报道甚少。本试验旨在通过对正常供水条件下, 不同阶段氮素亏缺及亏缺后加倍供应对冬小麦生长发育影响的研究, 以期查明冬小麦需氮的关键期、氮素亏缺的敏感期及补偿有效期, 为进一步研究水肥不同阶段亏缺对冬小麦的效应提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试冬小麦品种为小偃6号, 供试土壤采自西北农林科技大学西农校区农作一站0~20 cm 耕层红油土, 其pH值7.40, 有机质10.90 g/kg, 全N 0.84 g/kg, 速效N 28.85 mg/kg, 速效P 15.48 mg/kg, 速效K 245 mg/kg。

1.2 试验方法

试验于1997年10月~1998年6月在西北农林科技大学西农校区农作一站玻璃温室内进行。采用盆栽试验, 塑料盆规格为21 cm×15 cm, 每盆装干土3.5 kg, 磷肥用过磷酸钙, 按0.20 g/kg 作底肥混入各盆, 氮肥(N)选用尿素, 按试验方案于冬小麦5个不同生育阶段^[9], 即苗期、越冬期、拔节期、抽穗期、成熟期结合灌水施入。试验共设处理12个, 重复10次, 具体试验方案见表1。小麦播种直到收获土壤绝对含水量始终控制为20%~21%。

小麦播种时间为1997年10月20日, 每盆播种15粒, 于三叶期定苗, 每盆10株。试验于小麦各生育期毁部分盆子, 进行有关项目的测定, 成熟后分盆收获计产并考种。

[收稿日期] 2000-10-27

[基金项目] 国家自然科学基金重大项目(49890330); 国家自然科学基金资助项目(39770425)

[作者简介] 翟丙年(1967—), 男, 陕西宝鸡人, 副教授, 在职博士生, 主要从事旱地水肥管理研究。

表1 不同生育阶段氮素亏缺试验方案

Table 1 The experiment plan about N stress in different stage

编号 Number	代号 Code name	处理 Treatment
1	CK ₀	全生育期不施氮 No nitrogen application in full life
2	CK _{0.04}	每个生育期施氮 0.04 g/kg N application rate is 0.04 g/kg at each stage
3	CK _{0.05}	每个生育期施氮 0.05 g/kg N application rate is 0.05 g/kg at each stage
4	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.05}	苗期亏缺,越冬期正常供应 (0.05 g/kg) After N stress at seedling stage,normal application at tillering stage (0.05 g/kg)
5	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.10}	苗期亏缺,越冬期加倍供应 (0.10 g/kg) After N stress at seedling stage,times application at tillering stage (0.10 g/kg)
6	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.05}	越冬期亏缺,拔节期正常供应 (0.05 g/kg) After N stress at tillering stage,normal application at jointing stage (0.05 g/kg)
7	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.10}	越冬期亏缺,拔节期加倍供应 (0.10 g/kg) After N stress at tillering stage,times application at jointing stage (0.10 g/kg)
8	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.05}	拔节期亏缺,抽穗期正常供应 (0.05 g/kg) After N stress at jointing stage,normal application at heading stage (0.05 g/kg)
9	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.10}	拔节期亏缺,抽穗期加倍供应 (0.10 g/kg) After N stress at jointing stage,times application at heading stage (0.10 g/kg)
10	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.05}	抽穗期亏缺,成熟期正常供应 (0.05 g/kg) After N stress at heading stage,normal application at ripe stage (0.05 g/kg)
11	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.10}	抽穗期亏缺,成熟期加倍供应 (0.10 g/kg) After N stress at heading stage,times application at ripe stage (0.10 g/kg)
12	S ₅ N ₀	成熟期亏缺 N Stress at ripe stage

注:处理4~12其余阶段施氮量为0.05 g/kg,施氮量是指每公斤干土施用的纯N量。

Note: N application rate of the other stage is 0.05 g/kg for treatment 4—12, The N application rate is the pure N content per kg dry soil.

2 结果与分析

2.1 氮素亏缺对冬小麦产量的影响

小麦成熟后,分盆收获,测定生物学产量和籽粒产量,结果见表2。

经方差分析得 $F_{(生物学产量)} = 78.26 >> F_{0.01} = 2.36$, $F_{(籽粒产量)} = 89.00 >> F_{0.01} = 2.36$,说明各处理生物学产量和籽粒产量均达极显著水平。进一步对其分别进行 LSD 多重比较可知,无论是生物学产量还是籽粒产量,各处理之间相比,以全生育期不施氮处理(CK₀)产量最低,以成熟期氮素亏缺处理(处理

12)产量最高,其次为每个生育期施氮0.05 g/kg 的处理(处理3),说明后期施氮不会提高产量,反而引起减产,这主要是因为后期施氮会引起小麦贪青晚熟,不利于灌浆^[6]。另外,由表2可知,就氮素亏缺时期看,前期(越冬期、拔节期)氮素亏缺对冬小麦产量的影响很大,而后期(抽穗期、成熟期)氮素亏缺不但不会影响产量,而且还能提高产量(处理12)。在前期,以越冬期和拔节期氮素亏缺对产量的影响最大,就生物学产量而言,越冬期氮素亏缺造成的损失更大。由此可见,冬小麦氮素亏缺敏感期是越冬期和拔节期。

表2 不同生育阶段氮素亏缺对冬小麦产量的影响

Table 2 Effects of N stress in different stage on winter wheat yield

编号 Number	处理代号 Code name	生物学产量 Biological yield	籽粒产量 Grain yield	编号 Number	处理代号 Code name	生物学产量 Biological yield	籽粒产量 Grain yield
1	CK ₀	17.64±0.52 iI	8.43±0.16 fE	7	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.10}	26.10±1.19 gE	11.92±0.48 dC
2	CK _{0.04}	26.43±1.59 gfE	10.63±0.20 eD	8	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.05}	26.92±0.36 efE	11.82±0.37 dC
3	CK _{0.05}	29.07±0.54 bB	13.10±0.39 bB	9	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.10}	27.06±0.84 eE	11.83±0.55 dC
4	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.05}	27.92±0.92 dD	12.68±0.17 cB	10	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.05}	28.97±1.06 bBC	12.86±0.21 bcB
5	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.10}	27.84±1.01 dD	12.67±0.41 cB	11	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.10}	28.49±0.67 cC	12.91±0.41 bB
6	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.05}	25.53±0.85 hH	11.75±0.60 dC	12	S ₅ N ₀	30.06±0.98 aA	14.09±0.52 aA

由表2还可看出,氮素的补偿有效期在拔节期。因为处理6和处理7都是在越冬期氮素亏缺,但前者在拔节期为正常供应氮素,后者则是加倍供应,从籽粒产量看两者差异不显著,从生物学产量看,后者远大于前者,达极显著水平,说明具有补偿效应。后期(抽穗期和成熟期)加倍供应,没有表现出补偿效应,甚至还导致减产(处理10,11),这进一步证实了卓明

贵^[4],唐玉霞等^[5]的研究结果。

2.2 氮素亏缺对冬小麦产量构成因素的影响

小麦收获后,除分盆统计生物学产量和籽粒产量外,还进行考种,结果见表3。

2.2.1 有效穗数 由表3可以看出,所有施氮处理的有效穗数均比处理1(CK₀)多,在施氮处理中不同生育阶段氮素亏缺处理比每个阶段均匀供氮的对照

处理,有效穗数都有不同程度的增加,且以苗期亏缺后越冬期正常和加倍供应氮素的处理增加最多,而且表现出补偿效应;越冬期亏缺的处理增加最少。以上分析说明,氮素对冬小麦有效穗数影响的亏缺敏感期和补偿有效期在越冬期,因为越冬期是冬小麦

分蘖的关键时期,分蘖数对后来的成穗数及有效穗数起着极为重要的作用。

2.2.2 千粒重 经方差分析 $F_{千粒重} = 83.38 > F_{0.01} = 2.56$,说明各处理千粒重的差异达极显著水平,对其进行多重比较,结果见表4。

表3 不同生育阶段氮素亏缺对冬小麦产量构成因素的影响

Table 3 Effects of N stress in different stage on winter wheat yield components

编号 Number	处理代号 Code name	有效穗数/(个·盆 ⁻¹) Spikelet bearing number (spike·pot ⁻¹)	穗粒数 Grain number per spike	千粒重/g 1 000 grain weight	穗长/cm Spike length
1	CK ₀	10.0±0.0	28.1±2.8	31.74±0.60	6.15
2	CK _{0.04}	13.4±1.5	32.6±4.5	27.44±0.33	6.83
3	CK _{0.05}	13.9±1.3	34.8±4.0	29.08±0.22	6.84
4	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.05}	17.6±1.3	35.1±4.0	25.94±0.65	7.33
5	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.10}	19.4±1.5	35.5±3.7	22.20±0.85	7.19
6	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.05}	14.8±0.8	32.6±2.5	26.02±0.51	6.97
7	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.10}	14.4±1.1	34.1±2.9	27.64±0.91	6.53
8	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.05}	15.4±1.1	37.1±3.4	23.98±1.16	6.99
9	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.10}	15.8±1.1	38.9±3.8	23.70±0.41	7.39
10	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.05}	16.8±0.8	36.8±3.2	27.74±0.36	6.88
11	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.10}	16.2±1.6	36.3±3.3	26.08±0.51	7.05
12	S ₅ N ₀	16.4±1.5	38.1±4.6	25.84±0.52	6.91

表4 各处理千粒重的多重比较

Table 4 The significant difference characteristic of 1 000 grain weight among different treatments

编号 Number	处理代号 Code name	千粒重 平均值/g 1 000 grain weight average	差异显著性 Significant difference characteristic		编号 Number	处理代号 Code name	千粒重 平均值/g 1 000 grain weight average	差异显著性 Significant difference characteristic	
			$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$				$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
1	CK ₀	31.74±0.60	a	A	6	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.05}	26.02±0.51	d	D
3	CK _{0.05}	29.08±0.22	b	B	4	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.05}	25.94±0.65	d	D
10	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.05}	27.74±0.36	c	C	12	S ₅ N ₀	25.84±0.52	d	D
7	S ₂ N ₀ S ₃ N _{0.10}	27.64±0.91	c	C	8	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.05}	23.98±1.16	e	E
2	CK _{0.04}	27.44±0.33	c	C	9	S ₃ N ₀ S ₄ N _{0.10}	23.70±0.41	e	E
11	S ₄ N ₀ S ₅ N _{0.10}	26.08±0.51	d	D	5	S ₁ N ₀ S ₂ N _{0.10}	22.20±0.85	f	F

由表4可以看出,拔节期氮素亏缺对千粒重的影响最大,因为这个时期正是冬小麦穗分化的关键时期,氮素供应与否对这一时期的生长乃至下一阶段的生长发育都将产生极大的影响^[10]。处理5千粒重最小,其原因主要是在越冬期的补偿效应导致了分蘖数和有效穗数过多,从而影响了干物质向籽粒的迁移和积累。

2.2.3 穗粒数和穗长 由表3看出,不同生育阶段氮素亏缺对穗长的影响没有明显的规律性。对穗粒数,所有施氮处理的穗粒数都明显多于不施氮处理。幼苗期和越冬期不施氮同各生育期均施氮的处理2和处理3比,对穗粒数影响不大;拔节期不施氮抽穗期常量或加倍施氮和抽穗期不施氮成熟期常量或加

倍施氮都能增加穗粒数,这说明后期供氮能显著增加冬小麦的穗粒数。

3 结 论

(1)从生物学产量和籽粒产量结果看,冬小麦对氮素的亏缺敏感期在越冬期和拔节期,补偿有效期在拔节期。(2)不同阶段氮素亏缺对冬小麦有效穗数、穗粒数和千粒重的影响比较大。氮素对冬小麦有效穗数影响的亏缺敏感期和补偿有效期在越冬期;对千粒重影响的亏缺敏感期在拔节期;对穗粒数的亏缺敏感期和补偿有效期则在抽穗期和成熟期。(3)在试验条件下,不同阶段氮素亏缺对冬小麦穗长的影响没有明显的规律性。

[参考文献]

- [1] 杜建军, 李生秀, 高亚军, 等. 氮肥对冬小麦抗旱适应性及水分利用的影响[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(5): 1—5.
- [2] 曹翠玲, 李生秀, 苗芳. 氮素对植物某些生理生化过程影响的研究进展[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(4): 96—101.
- [3] 李生秀, 贵立德. 小麦吸氮规律与土壤中矿质氮的变化[J]. 西北农业大学学报, 1992, 20(增刊): 25—30.
- [4] 卓明贵. 冬小麦吸肥规律的研究[J]. 土壤通报, 1982, (4): 18—20.
- [5] 唐玉霞, 孟春香, 贾树龙, 等. 冬小麦对水肥的反应差异与节水冬施肥技术[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(2): 36—40.
- [6] 王渭玲, 张冀涛. 旱地分期施用氮肥对小麦产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(2): 41—44.
- [7] 王蒂. 氮肥不同使用时期对冬小麦产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 1997, (5): 25—27.
- [8] 蔡大同, 张春兰, 蒋廷惠, 等. 优质小麦氮肥分期施用的农业和生理效率[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 104—109.
- [9] 金善宝. 中国小麦栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1961.
- [10] 罗玉荣, 张广思, 蔡修邦. 千斤小麦拔节期施肥对壮秆、大穗、粒饱的影响[J]. 江苏农业科学, 1983, (1): 18—21.

Effects of nitrogen stress and complement on the yield and its component in winter wheat

ZHAI Bing-nian, LI Sheng-xiu

(College of Resources and Environment Science, Northwestern Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The pot experiment was conducted to study effects of nitrogen stress stage on the yield and its component in winter wheat under irrigated conditions. The results indicated that nitrogen stress at tillering and turn green-jointing stage could reduce the yield of winter wheat, but had no effect at late stage; the spikelet bearing number and the 1000-grain-weight were reduced by nitrogen stress at tillering stage and turn green-jointing stage respectively, but nitrogen stress at different stage had no significant effects on grain number per spike and spike length. Over all, the sensitive stage of winter wheat responses to nitrogen stress is tillering and turn green-jointing stage, the compensative stage is turn green-jointing stage.

Key words: winter wheat; nitrogen stress; compensative effect; components of yield