

# 氮磷施用量对冬小麦小花分化、退化与结实率的影响

刘文珺

(甘肃省天水农业学校, 甘肃 清水 741400)

**摘要:** 观察了氮、磷肥不同施用量对冬小麦不同小穗的小花分化、退化与结实率的影响。结果表明, 在不同的施肥水平下, 小花分化初期每穗小花数均增长缓慢, 尤其是施氮不施磷时更加缓慢, 进入雌雄蕊分化期后速度加快, 进入药隔形成期后速度又减缓, 到减数分裂期不再增加。施磷量( $P_2O_5$  148.5 kg/hm<sup>2</sup>)相同时, 施氮多(N 270 kg/hm<sup>2</sup>)的小花退化晚、分化和每小穗结实小花数多, 有利于增加下部和中部小穗的结实粒数, 籽粒在整个穗部的分布较均匀, 产量高; 施氮少(N 135 kg/hm<sup>2</sup>)的小花退化早、小花数少, 其中下部小穗的小花数较多; 不施氮肥的分化的小花数较少, 中部小穗结实率较高, 顶部结实率急剧下降。只施氮肥不施磷肥, 小花早期发育慢, 高峰期到来迟, 停止发育也迟, 单穗小花数目多, 小花退化晚且集中, 粒数降低。只有氮磷配合施用才能建立合理群体结构, 大穗多花, 增加分蘖, 提高成穗率, 且施氮多的产量高, 只施氮肥的产量高于只施磷。

**关键词:** 氮磷肥; 施用量; 冬小麦; 小花分化; 小花退化; 结实率; 影响

**中图分类号:** S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)06-0028-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.010)

小麦穗粒数是高产栽培中决定产量的一个重要因素, 探讨提高穗粒数和群体穗数的途径对增产有着重要的意义。穗粒数的增减与小花的分化和退化关系密切, 每穗所形成的小花总数大于开花数, 但大部分小花在开花前退化, 开花后又有一部分小花继续退化, 可见增加穗粒数的关键是在每穗分化足够数量的小花的基础上减少小花退化, 以提高结实率。结实粒数因受到遗传和环境因素的影响波动很大, 其中土壤中的氮磷影响更大, 尤其对不同小穗的小花分化、小花退化和结实粒数影响更为复杂。地膜覆盖对冬小麦小花分化发育及退化的影响已有报道<sup>[1]</sup>, 氮素营养条件对小麦小花发育成花和结实的影响也有报道<sup>[2-3]</sup>。但磷素营养条件对小麦小花发育成花和结实的影响的报道较少。我们研究了氮磷肥不同施用量对冬小麦同一品种不同小穗的小花分化与退化的影响规律, 以及氮磷肥施用水平对群体穗数的影响, 以期对实现小麦高产优质高效栽培实践提供指导。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

氮肥为碳酸氢铵(含N $\geq$ 17.1%), 金昌奔马农用化工股份有限公司生产; 磷肥为过磷酸钙(含 $P_2O_5$  $\geq$ 12.0%), 昆明晋宁金宏混合磷肥厂生产。指示冬小麦品种为当地大田栽培品种兰天26号。

### 1.2 试验方法

试验于2010—2011年在甘肃省天水农业学校

试验农场进行。试验地土质为黄绵土, 容重1.15 g/cm<sup>3</sup>, 耕层(0~20 cm土层)含有机质10.3 g/kg、速效氮49.1 mg/kg、速效磷16.13 mg/kg、速效钾98.14 mg/kg。

试验共设4个处理。处理①不施氮肥, 施磷( $P_2O_5$ )肥148.5 kg/hm<sup>2</sup>; 处理②施氮(N)肥270 kg/hm<sup>2</sup>、磷( $P_2O_5$ )肥148.5 kg/hm<sup>2</sup>; 处理③施氮(N)肥135 kg/hm<sup>2</sup>, 不施磷肥; 处理④施氮(N)肥135 kg/hm<sup>2</sup>、磷( $P_2O_5$ )肥148.5 kg/hm<sup>2</sup>。试验随机区组排列, 2次重复, 小区面积24 m<sup>2</sup>。试验采用人工开沟点播方式, 氮肥、磷肥作为底肥一次性施入, 密度375万株/hm<sup>2</sup>, 田间管理措施同大田。从小麦幼穗分化开始, 在不同阶段大田取样进行幼穗分化显微观察, 直至开花; 小麦抽穗始期选同一天抽穗和穗子大小、植株高度整齐一致、无病虫害损伤的植株挂牌, 开花时进行第2次定株, 即只保留同一天开花的植株, 去掉其余植株的标签。成熟期每小区选取6株挂牌, 每株测定主茎穗和分蘖穗, 每穗自基部第1个小穗至顶部小穗依次编号, 将不同小穗位籽粒对号装袋、计数、称干重。数据为2次重复的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对冬小麦幼穗分化的影响

由表1可知, 处理①和处理④穗分化开始早, 持续时间短, 进入高峰期早, 停止发育早; 而处理②和处理③穗分化持续时间长, 早期发育慢,

收稿日期: 2014-04-02

作者简介: 刘文珺(1967—), 女, 甘肃张家川人, 高级讲师, 主要从事农学专业的教学和科研工作。联系电话: (0)15193823388。E-mail: 1419326668@qq.com

表 1 不同处理对冬小麦幼穗分化的影响

处理	伸长期	单棱期	二棱期	护颖分化期	小花原基分化期	雌雄蕊分化期	药隔形成期	四分体形成期	花粉粒形成期
①	3/11	4/11	1/3	3/4	8/4	4/4	26/4	7/5	2/5
②	5/11	9/11	6/3	4/4	10/4	8/4	29/4	1/5	6/5
③	5/11	9/11	4/3	4/4	9/4	7/4	27/4	1/5	5/5
④	4/11	7/11	2/3	4/4	9/4	7/4	28/4	7/5	2/5

高峰期到来迟，停止发育也迟。小花分化始期，在各施肥水平条件下每穗小花数均增长缓慢，尤其是施氮多和不施磷时更加缓慢，进入雌雄蕊分化期后速度加快，进入药隔形成期后速度又减缓；到减数分裂期不再增加。

2.2 不同处理对冬小麦主茎穗小花退化及穗部性状的影响

由表2可知，在不同施肥水平下，小穗数各处理差异小，以处理①最多，为17个；其次是处理②，为18个；处理③、处理④均为19个。主茎小花数和穗粒数变化趋势一致，小花数以处理②最多，为133.80朵；其次是处理③、处理④，分别为129.6、125.20朵；处理①最少，为117.60朵。穗粒数以处理②最多，为49.80粒；其次是处理③、处理④，分别为47.30、40.51粒；处理①最少，为32.34粒。粒重和穗粒重变化趋势一致。粒重以处理③最重，为46.02 mg；其次是处理④、处理②，分别为43.86、43.78 mg；处理①最少，为40.40 mg。穗粒重以处理③、处理②较重，分别为2.14、2.11 g；其次是处理④，为1.70 g；处理①最少，为1.29 g。田间观察可知，施肥水平不同，主茎小花退化的速度和数量不同。氮肥对小花分化和退化的影响很大，小花退化开始于药隔分化期，四分体时期达到高峰。小花发育有一定的差异，施磷量相同条件下，施氮少的处理小花退化早、小花数少，施氮多的处理小花退化晚，小花数多。说明氮肥能促进小花的发育，减少小花退化，也能增加穗重和穗粒重。

表 2 不同处理对冬小麦主茎穗小花退化及穗部性状的影响

处理	小穗数 (个)	小花数 (朵)	穗粒数 (粒)	粒重 (mg)	穗粒重 (g)
①	17	117.60	32.34	40.40	1.29
②	19	133.80	49.80	43.78	2.11
③	19	129.60	47.30	46.02	2.14
④	18	125.20	40.51	43.86	1.70

2.3 不同处理对冬小麦群体穗小花退化及穗部性状的影响

由表3可知，群体穗数从高到低依次为处理②、处理④、处理①、处理③，说明氮磷肥配施，或多施氮肥能够减少分蘖穗的小花退化，提高分蘖成穗。穗粒数和穗粒重变化一致，从高到低依次为处理③、处理②、处理④、处理①，由于总

穗数减少，有限的有机物的分配使穗粒数和穗粒重反而增加。小穗数从高到低依次为处理②、处理③、处理④、处理①，多施氮肥有利于延长分蘖二棱分化期。穗重从高到低依次为处理③、处理④、处理②、处理①，多施磷肥对穗重影响不明显。上述结果表明，氮素在促进小花发育和减少小花退化中起关键性作用，只施氮肥不施磷肥，由于营养充分而发育成的分蘖穗多，且由于营养过旺，群体过大，影响到生殖生长，加速小花退化，使粒数降低。磷素对小穗和小花的数目影响较小，但磷肥不足会增加退化小花数，只有氮磷配合才能大穗多花，建立合理群体结构，增加分蘖，提高成穗率。

表 3 不同处理对冬小麦群体穗小花退化及穗部性状的影响

处理	穗数 (万穗/hm <sup>2</sup> )	小穗数 (个)	穗粒数 (粒)	粒重 (mg)	穗粒重 (g)
①	401.2	16.50	28.61	38.36	1.16
②	520.8	17.90	38.73	40.92	1.64
③	398.6	17.80	49.02	42.55	1.66
④	518.5	17.10	30.58	41.04	1.28

2.4 不同处理对冬小麦产量的影响

由图1可知，不同施肥水平下小麦产量从高到低依次为处理②、处理④、处理③、处理①，以处理②最高，为7 401.5 kg/hm<sup>2</sup>；其次是处理④，为6 805.8 kg/hm<sup>2</sup>；处理③、处理①较低，分别为5 833.2、4 256.3 kg/hm<sup>2</sup>。说明氮磷配施且多施氮肥产量高于氮磷配施少施氮肥，只施氮肥产量高于只施磷肥。所以在生产中，氮磷肥配合施用才能提高产量。

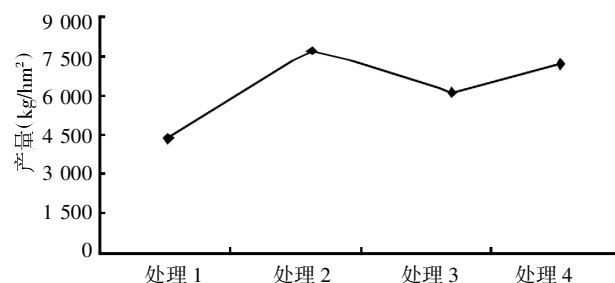


图1 不同处理产量变化曲线

2.5 不同处理对冬小麦结实率的影响

有表4可知，穗位下部（第1小穗至第7小穗）小穗的小花数以处理④最多，其次是处理②；结实粒数处理②最多，其次是处理③；穗位中部

表4 不同处理对主茎穗结实率的影响

小穗 序号	小花数(朵)				结实数(粒)				结实率(%)			
	处理①	处理②	处理③	处理④	处理①	处理②	处理③	处理④	处理①	处理②	处理③	处理④
1	5.40	5.80	5.40	6.00	0.00	0.13	0.19	0.06	0.00	2.24	3.52	1.02
2	5.80	6.00	6.00	6.20	0.11	1.16	1.39	0.83	1.90	19.33	23.17	13.39
3	6.40	6.60	6.60	6.80	1.04	2.58	2.27	1.59	16.25	39.09	34.39	23.38
4	7.20	7.60	7.00	7.20	1.87	3.18	2.72	2.50	25.97	41.84	38.86	34.72
5	7.80	8.00	7.60	8.00	2.61	3.40	3.03	2.95	33.40	43.25	39.87	36.88
6	8.00	8.00	8.00	8.00	2.71	3.79	3.21	3.17	33.88	47.38	40.13	39.63
7	8.00	8.00	8.00	8.00	2.88	3.81	3.30	3.29	36.00	47.63	41.25	41.13
8	8.00	8.00	8.00	8.00	2.85	3.80	3.31	3.31	35.63	42.50	41.38	41.38
9	8.00	8.00	8.00	8.00	2.85	3.81	3.34	3.20	35.63	47.63	41.75	40.75
10	8.00	8.00	8.00	8.00	2.80	3.40	3.37	3.18	35.00	42.50	42.13	39.75
11	7.60	8.00	7.60	7.60	2.60	3.40	3.18	2.93	34.21	42.50	41.82	38.58
12	7.20	7.60	7.40	7.20	2.43	3.18	3.04	2.68	33.75	41.84	41.08	37.25
13	6.60	7.20	7.00	6.80	2.20	2.92	2.84	2.40	33.33	40.56	40.57	36.17
14	6.20	6.80	6.80	6.40	1.85	2.70	2.70	2.21	29.84	36.71	39.71	34.50
15	6.00	6.40	6.40	6.00	1.53	2.45	2.54	2.00	25.50	38.28	39.69	32.33
16	6.00	6.20	6.00	5.80	1.25	2.14	2.30	1.69	20.83	34.52	38.37	29.14
17	5.20	6.00	5.60	5.60	0.76	1.85	1.95	1.49	14.62	30.83	34.82	26.61
18		5.60	5.00	5.60		1.32	1.61	0.93		23.57	32.20	16.60
19		5.60	5.00			0.72	1.01			12.86	20.20	
总和	117.40	133.40	129.40	125.20	32.34	49.74	47.30	40.41				
平均	13.04	13.34	12.94	13.18	3.59	4.97	4.73	4.25	26.22	37.33	36.52	31.29

(第8小穗至第14小穗)小穗的小花数和结实粒数变化一致,从高到低均依次为处理②、处理③、处理④、处理①;穗位上部(第15小穗至第21小穗)小穗小花数处理②最多,其次是处理③。结实粒数从高到低均依次为处理③、处理②、处理④、处理①。不同处理结实率差异较大,以处理②最高,为37.33%;其次是处理③,为36.52%;处理④、处理①较低,分别为31.29%、26.22%。说明磷肥对下部小花发育有促进作用,只施氮肥不施磷肥能减少上部小花的退化,增加结实率。从整个穗子看,退化小花主要发生在穗两端的小穗上,穗位上部小穗比下部小穗退化率低,各处理中部小穗小花结实率高。氮磷肥配施能不同程度的减轻小花的退化,增加结实粒数,在此基础上多施氮肥有利于形成更多的小花数,也有利于增加下部和中部小穗的结实粒数。

### 3 小结与讨论

1) 试验结果表明,在各施肥水平条件下,小花分化始期每穗小花数均增长缓慢,尤其是施氮不施磷时更加缓慢,进入雌雄蕊分化期后速度加快,进入药隔形成期后速度又减缓,到减数分裂期不再增加。施磷量相同时,施氮多(N 270 kg/hm<sup>2</sup>)时小花退化晚、分化和每小穗结实小花数多,有利于增加下部和中部小穗的结实粒数,籽粒在整个穗部的分布较均匀,产量高;施氮少(N 135 kg/hm<sup>2</sup>)时小花退化早、小花数少,其中下部小穗的小花数较多;不施氮肥的分化的小花数较少,中部小穗结实率较高,顶部结实率急剧下降。只施氮肥不施磷肥时,由于营养充分而发育成的分蘖穗多,但

营养过旺,群体过大,影响到生殖生长,加速退化使粒数降低,小花早期发育慢,高峰期到来迟,停止发育也迟。单穗小花数目多,小花退化晚且集中,粒数降低。只有氮磷配合施用才能建立合理群体结构,大穗多花,增加分蘖,提高成穗率,减轻小花的退化,增加结实粒数,且施氮多的产量高于少施氮肥,只施氮肥产量高于只施磷肥。即氮肥在促进小麦小花发育和减少小花退化中起关键性作用,磷肥对小花发育的影响较小,但磷肥不足会增加退化小花数,同时磷肥通过对群体大小、个体发育的间接作用而影响幼穗分化。

2) 氮肥和磷肥对上部小穗和下部小穗的小穗数及小花分化、退化的影响规律有待进一步研究,以便适时适量施用氮磷肥,以增加小麦上部小穗和下部小穗的小穗数和小花数,在增加小穗和小花数的基础上进一步提高结实率。分蘖及分蘖成穗的影响规律也有待进一步研究,以便合理施用氮磷肥,促进有效分蘖的产生,减少无效分蘖的发生,通过增加穗数、穗粒数提高产量。生产中必须重视小麦生长发育的每一个时期,苗期注意培育壮苗,冬前形成足够的叶片数和分蘖数,幼穗分化期形成较多的小穗和小花数。

### 参考文献:

- [1] 曹鸿鸣. 地膜覆盖对冬小麦小花分化发育及退化的影响[J]. 山东农业大学学报, 1989(1): 26-30.
- [2] 胡承霖. 氮素营养条件对小麦小花发育成花和结实的影响[J]. 南京农业大学学报, 1983(1): 27-35.
- [3] 田 斌. 庄浪县梯田冬小麦氮肥基施与追施比例研究[J]. 甘肃农业科技, 2011(9): 29-30.

(本文责编: 杨 杰)