

在高产穴播种植方式下 提高小麦粒重的研究*

阎世理 潘世录 蒋纪芸 翟允禔

(西北农学院农学系作物栽培教研组)

小麦高产栽培的最终目的,是在单位面积上获得高产优质的籽粒。即在提高光合总生产量的基础上,把植株制造的光合产物最大限度地累积到籽粒中去,以增加粒重。

在小麦高产栽培中,只有当单位面积穗数、每穗粒数、千粒重三者协调组合下,才能获得合乎理想的产量。其中穗数是高产的基础,但当穗数达到一定限度后,就要从提高每穗粒数和千粒重即增加穗重上下功夫,才能进一步高产。而要增加每穗粒数和千粒重,又不能不从改变个体发育环境上探索新的途径。几年来,我们通过穴播的种植方式,在降低群体的前提下,促使个体得到充分发育,能大大改善生育后期的光合环境,从而取得明显的增粒增重的效果。这说明除了象青藏高原由于特殊的自然环境可以形成大粒之外,在关中地区改进栽培技术也有促成大粒的可能性。在穴播种植方式下,为了更进一步提高粒重,我们于1981和1982年连续进行了两年根外追肥和浇水试验,取得了一些结果,现总结如下。

一、材料和方法

供试品种1981年为大粒种陕早一号,1982年为大粒种78(1)—8—2。

试验处理(包括两个对照处理)共计十二个:

- (1) 拔节期施肥(N、P复合肥20斤/亩)、培土
- (2) CK₁不进行处理
- (3) 开花期叶面喷施N肥(1%尿素溶液)
- (4) 开花期喷N、P(1%尿素溶液+1%过磷酸钙溶液)
- (5) 开花期喷K(0.2%硫酸钾溶液)
- (6) 开花期喷N、K(0.2%尿素溶液+0.2%硫酸钾溶液)
- (7) 开花期喷P、K(0.2%磷酸二氢钾溶液)
- (8) 开花期喷P(1%过磷酸钙溶液)

* 本研究系由翟允提付教授主持,农82届学生贺维海曾参加试验工作的全过程,由阎世理执笔撰写。

(9) 开花后10天、17天各浇一次水

(10) 开花后10天浇一水

(11) 开花后17天浇一水

(12) CK₂开花期喷清水150斤/亩

两年试验中, 1981年灌水的两个处理是(10)和(11), 1982年灌水的两个处理是(9)和(10)。灌水量每次每亩40方。

根外叶面喷肥各处理溶液用量均按150斤/亩, 花后第一天第一次喷肥, 隔一周后喷第二次。

试验设在西北农学院农作一站, 夏闲地, 地力亩产800斤以上。1980年10月6日播种, 1981年10月7日播种, 采用行、穴距各一尺的穴播方式, 每穴点种5粒, 留苗4株, 每亩基本苗2.4万株。行长10尺, 每小区种11行, 小区面积100平方尺, 重复四次, 其中灌水的处理重复两次。

1981年主要考察了各处理对千粒重及产量的影响。1982年在此基础上, 又增加了各处理灌浆强度的分析, 其方法是: 始花期在田间选择生长一致、花期一致的麦穗挂牌为志, 从花后3天起, 每3天取样一次, 每次均按自下而上的顺序剥出籽粒100粒, 测定籽粒鲜、干重。称重用万分之一全自动天平; 烘干是在105℃下20分钟杀死活体, 80—90℃下干燥至恒重。灌浆强度以每天千粒干物质增加的克数计算。

成熟时每小区收获30尺², 脱粒晒干后称重计产, 测定千粒重。

1981年4月28日开花, 6月4日成熟, 历时37天; 1982年5月5日开花, 6月14日成熟, 历时40天。两年成熟基本正常。这两年小麦开花至成熟阶段主要气象因素与常年相比较, 其主要特点是: 1981年五月上旬至六月上旬偏旱, 这一期间降水量只有28.6 mm, 比常年(85.3 mm)减少66.5%; 1982年此阶段降水量为78.6 mm, 接近常年。日照时数, 1981年五月上旬至六月上旬为225.2小时, 较常年(298.1小时)减少24.5%; 1982年为313.0小时, 稍多于常年。两年气候基本正常, 但1982年小麦开花至成熟阶段的气象条件较1981年对小麦籽粒灌浆更为有利。

二、结果及分析

(一) 各试验处理对提高粒重与产量的效果

尽管两年的气候条件有所不同, 但试验各处理对小麦千粒重的影响结果趋势基本一致(见表1)。除开花期喷水两年效果不一致外, 其余处理千粒重均比对照有不同程度的增加, 增加幅度由0.7—3.3克。其中效果较明显的有, 开花后10天、17天各浇一水, 开花后10天浇水及开花期喷P、K, 千粒重两年平均增加2克以上; 其次为开花期喷P、喷K、喷N、P、喷N等处理, 千粒重两年平均增加1.6—1.9克。

两年试验各处理结果表明: 对小麦籽粒产量均较对照有不同程度的增产效果(见表2)。两年平均(灌水处理为一年)增产2.4—10.6%, 其中增产效果较大的有: 开花

期喷K, 开花后10天、17天各浇一水, 开花期喷P、K, 其次, 拔节期施肥、培土及开花期喷N、K, 喷N、P等处理效果亦较明显。

(二) 浇灌浆水对增加粒重的作用

由表1、表2看出, 1981年开花后10天浇一次灌浆水时, 千粒重比对照增加2克, 1982年比对照增加3.3克。1982年开花后10天、17天共浇两次灌浆水的, 千粒重比对照增加3克, 产量比对照增加8.2%。可见开花后10天左右浇灌浆水是提 高粒重、增加产量的一项有效措施。

据我们研究, 小麦籽粒形成、成熟全过程可划分为浊变期、灌浆主期和灌浆付期。浊变期由开花起约历时10—12天; 灌浆主期由开花后第11天起至第31天止, 历时12—18天左右, 是籽粒发育和灌浆的关键性阶段; 灌浆付期由开花后第23—32天起至第37—43天止, 历时12—15天左右。小麦开花后, 特别当进入灌浆主期, 如果缺水受旱, 必然降低光合作用, 加强呼吸, 削弱籽粒中有机物质积累, 使灌浆过程提早结束, 从而降低粒重。而及时浇灌浆水, 就能大大改善叶片的光合性能, 提高光合效率和灌浆强度, 保证光合产物向穗部顺利输送与贮藏。

从浇灌浆水与不浇灌浆水处理对籽粒灌浆影响的比较(见表3)可以明显看出, 在灌浆主期, 开花后10天、17天浇两次灌浆水的灌浆强度显著高于对照, 前者千粒干重阶段累积量为29.062克, 阶段平均灌浆强度为1.937克/千粒·天, 最大 值 达3.586克/千粒·天, 而后者千粒干重阶段累积量为28.111克, 阶段平均灌浆强度为1.874克/千粒·天, 最大值只有2.607克/千粒·天。其次, 在灌浆付期, 对照灌浆强度日趋降低, 千粒干重阶段累积量为7.911克, 阶段平均灌浆强度为0.527克/千粒·天, 而开花后10天、17天浇两次灌浆水的处理仍保持相对较高的灌浆强度, 千粒干重阶段累积量为12.335克, 阶段平均灌浆强度为0.822克/千粒·天。从籽粒灌浆全过程平均灌浆强度来看, 浇灌浆水的处理为1.212克/千粒·天, 对照为1.060克/千粒·天, 浇 灌 浆 水 的 处 理 较 对 照 高 出 14.3%。

不仅如此, 浇灌浆水对保持适当的绿色面积, 防止早衰, 延长叶片功能期也有良好作用。1981年开花后10天和17天浇灌浆水的, 旗叶比对照延迟衰老2天, 其他几片茎生叶延迟衰老1—5天(见表4)。

由表1、表2还可看出, 1981年小麦开花后10天浇灌浆水的, 千粒重比对照增加2克, 产量增加4.6%; 开花后17天浇灌浆水的, 千粒重仅比对照增加0.7克, 产量增加2.4%。这一年灌水前测定土壤水分, 0—50厘米土层平均土壤含水率已下降到10.1—12.2%(见表5), 土壤水分严重不足, 加之大气干旱与高温(5/5—5/9连续5天日平均最高气温达32.4℃)的共同影响, 妨碍了光合与灌浆过程, 削弱了籽粒中有机物质的积累。可见, 开花以后在墒情不足情况下, 灌浆初期浇水比灌浆主期稍后浇水效果好。

总之, 浇灌浆水对提高粒重有明显作用, 是一项简便易行、经济有效的增产措施。至于浇一次与浇二次取决于土壤干旱的程度和持续时间的长短。浇一次时, 在一般情况下, 以开花后10天左右浇水效果最好。

表1 根外追肥和灌水对小麦千粒重的影响

处 理	年 份 项 目	1981		1982		两年平均比 CK ₁ 增减 (克)
		千粒重 (克)	比CK ₁ 增减 (克)	千粒重 (克)	比CK ₁ 增减 (克)	
1	拔节期施肥、培土	42.5	+0.7	41.1	+1.8	+1.3
2	CK ₁ 不处理	41.8	—	39.3	—	—
3	开花期喷N	42.9	+1.1	41.3	+2.0	+1.6
4	开花期喷N、P	43.1	+1.3	41.2	+1.9	+1.6
5	开花期喷K	43.8	+2.0	40.6	+1.3	+1.7
6	开花期喷N、K	43.4	+1.6	40.2	+0.9	+1.3
7	开花期喷P、K	44.0	+2.2	41.4	+2.1	+2.2
8	开花期喷P	43.3	+1.5	41.6	+2.3	+1.9
9	开花后10天、17天浇水			42.3	+3.0	+3.0(一年)
10	开花后10天浇水	43.8	+2.0	42.6	+3.3	+2.7
11	开花后17天浇水	42.5	+0.7			+0.7(一年)
12	CK ₂ 开花期喷水	41.1	-0.7	41.2	+1.9	+0.6

注：1981年供试品种为陕早一号，1982年为78(1)-8-2。

(三) 叶面喷施N、P、K对增粒重的作用

从表1、表2看出，1981年和1982年开花期叶面喷施N、P、K营养元素均比对照千粒重与产量有提高的趋势，两年平均，喷N千粒重提高1.6克，喷P千粒重提高1.9克，喷K千粒重提高1.7克。产量提高依次为5.1%、4.9%和10.6%。这说明，开花期叶面喷施N、P、K肥，即使在地力水平较高的情况下（亩产800斤以上），对于提高粒重和产量还是有一定作用的。

从灌浆强度和籽粒干物质总累积量的分析（表3）可以看出：

1. 开花期喷N的处理，在灌浆主期千粒干重阶段累积量及平均灌浆强度与对照似乎相差不大。但在灌浆后期喷N的处理则显著高于对照，前者依次为10.504克和0.700克/千粒·天，后者为7.911克和0.527克/千粒·天，较对照分别高出2.593克和0.173克/千粒·天。籽粒灌浆全过程喷N处理平均灌浆强度为1.110克/千粒·天，对照为1.060克/千粒·天，喷N的较对照高出4.7%。

表 2 根外追肥和灌水对小麦籽粒产量的影响

处 理	年 份 项 目	1981			1982			两年平均		
		籽粒产 量(斤/ 亩)	比对照 增减 (斤)	比对照 增减 (%)	籽粒产 量(斤/ 亩)	比对照 增减 (斤)	比对照 增减 (%)	籽粒产 量(斤/ 亩)	比对照 增减 (斤)	比对照 增减 (%)
1	拔节期施肥、培土	910.0	+ 37.5	+ 4.3	942.0	+ 83.3	+ 9.7	926.0	+ 60.4	+ 7.0
2	CK ₁ 不处理	872.5	—	—	858.7	—	—	865.6	—	—
3	开花期喷N	915.3	+ 26.3	+ 3.0	875.3	+ 60.3	+ 7.4	895.3	+ 43.3	+ 5.1
4	开花期喷N、P	942.5	+ 53.5	+ 6.0	872.0	+ 57.0	+ 7.0	907.3	+ 55.3	+ 6.5
5	开花期喷K	925.0	+ 36.0	+ 4.1	958.7	+ 143.7	+ 17.6	941.9	+ 89.9	+ 10.6
6	开花期喷N、K	922.5	+ 33.5	+ 3.8	902.0	+ 87.0	+ 10.7	912.3	+ 60.3	+ 7.1
7	开花期喷P、K	918.7	+ 29.7	+ 3.3	911.3	+ 96.3	+ 11.8	915.0	+ 63.0	+ 7.4
8	开花期喷P	920.0	+ 31.0	+ 3.5	867.0	+ 52.0	+ 6.4	893.5	+ 41.5	+ 4.9
9	开花后10天、17天浇水				882.0	+ 67.0	+ 8.2			
10	开花后10天浇水	930.0	+ 41.0	+ 4.6	822.0*	—	—			
11	开花后17天浇水	910.0	+ 21.0	+ 2.4						
12	CK ₂ 开花期喷水	889.0	—	—	815.0	—	—	852.0	—	—

注 1、1981年开花期4/29、5/5根外追肥二次，1982年开花期5/6、5/13根外追肥二次；

注 2、拔节期施肥、培土的处理施肥量为N、P复合肥（含N15%、P₂O₅15%）20斤/亩；

注 3、1982年处理10小区受野兔为害。

这就充分说明，N肥对于延长后期叶片的功能期，特别是旗叶和倒二叶的功能期，把光合作用保持在较高的水平，从而增加有机物质的制造和积累，确有重要作用。

2.开花期喷K₂的处理，灌浆主期千粒干重阶段累积量与平均灌浆强度略高于对照。但在灌浆付期则与喷N处理有类似的效果，千粒干重阶段累积量也达9.380克，平均灌浆强度为0.625克/千粒·天，较对照分别高出1.469克和0.698克/千粒·天。籽粒灌浆全过程平均灌浆强度为1.111克/千粒·天，高出对照4.8%。说明钾能促进碳水化合物的形成与转化，使叶中的糖分向正在生长的籽粒输送，促进灌浆，提高粒重。

3.开花期喷P的处理，无论在灌浆主期或灌浆付期，千粒干重阶段累积量和平均灌浆强度均较对照为高。在灌浆主期，依次为29.213克和1.948克/千粒·天，较对照分别高出1.102克和0.674克/千粒·天；在灌浆付期，依次为9.645克和0.643克/千粒·天，较对照分别高出1.734克和0.116克/千粒·天；喷P处理全期平均灌浆强度为1.127克/千

表 3 1982年各处理千粒干重阶段累积量及平均灌浆强度

处 理	阶 段 项 目	油变期(5/6—5/15)		灌浆主期(5/16—5/30)		灌浆付期(5/31—6/14)		籽粒灌浆全过程		
		阶段累积量(克)	平均灌浆强度	阶段累积量(克)	平均灌浆强度	阶段累积量(克)	平均灌浆强度	平均灌浆强度	较CK ₁ 增减(克)	较CK ₁ 增减(%)
1	拔节期施肥、培土	3.910	0.691	29.250	1.950	8.746	0.583	1.124	+0.064	+6.0
2	CK ₁ 不处理	3.390	0.639	28.111	1.874	7.911	0.527	1.060	—	—
3	开花期喷N	3.364	0.636	27.538	1.836	10.504	0.700	1.110	+0.050	+4.7
4	开花期喷N、P	3.714	0.671	28.747	1.916	9.349	0.623	1.120	+0.060	+5.7
5	开花期喷K	3.674	0.667	28.366	1.891	9.380	0.625	1.111	+0.051	+4.8
6	开花期喷N、K	3.536	0.654	27.994	1.866	9.766	0.651	1.107	+0.047	+4.4
7	开花期喷P、K	3.482	0.648	29.648	1.977	9.205	0.614	1.133	+0.073	+6.9
8	开花期喷P	3.210	0.621	29.213	1.948	9.645	0.643	1.127	+0.067	+6.3
9	开花后10天、17天浇水	7.073	0.707	29.062	1.937	12.335	0.822	1.212	+0.152	+14.3
10	开花后10天浇水	5.696	0.570	30.578	2.039	7.599	0.507	1.097	+0.037	+3.5
11	开花后17天浇水	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	CK ₂ 开花期喷水	3.861	0.686	27.821	1.855	6.538	0.436	1.031	-0.029	-2.7

注：灌浆强度用克/千粒·天表示。

表4 1981年小麦浇灌浆水叶片衰老时间

处 理	叶 位 月/日				
		旗 叶	倒 二 叶	倒 三 叶	倒 四 叶
C K		5/27	5/25	5/18	5/14
开花后10天浇水		5/29	5/25	5/21	5/15
开花后17天浇水		5/29	5/26	5/19	5/19

注：叶片三分之二变黄为衰老。

粒·天，高出对照6.3%。

这说明，小麦生育后期根系活力减弱，对营养元素的吸收能力降低，在高产栽培中通过叶面喷施补充磷肥还是必要的。磷能促进糖分和蛋白质的正常代谢，促进碳水化合

表5 1981、1982年浇灌浆水前土壤水分状况

年份	土层(cm)	含水率(%)	处理	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	0—50 平均
1981	(10) 灌水前			10.0	10.7	11.0	10.3	8.5	10.1
	(11) 灌水前			13.4	11.6	12.4	12.1	11.5	12.2
1982	浇第二次灌 浆水前	C K		7.1	9.1	7.3	9.8	10.2	8.7
		(9)与(10)		11.8	12.0	12.2	11.2	11.2	11.7

注：(9)开花后10天、17天各浇一次灌浆水；(10)开花后10天浇灌浆水；(11)开花后17天浇灌浆水。

物的运输，光合作用中的光合磷酸化和碳循环的许多过程都有磷的参与。如果磷素不足，必然削弱光合作用，影响灌浆过程，降低千粒重。

在本试验中，还看到一个特别值得注意的结果，即开花期喷K的处理增产效果大于喷N与喷P的处理，两年平均较对照增产10.6%。这很可能是由于试验地连年施用氮磷化肥，出现了N、P、K的比例失调，因而开花期叶面喷施K肥，将有助于生育后期N、P、K营养元素的协调供应，促进了光合、转运与积累。

(四) 叶面喷施磷酸二氢钾对增粒重的作用

本试验N、P、K营养元素相互配合实行根外追肥，均表现有增粒重的效果，其中尤以P、K配合效果较为显著。两年试验结果表明，喷磷酸二氢钾的处理千粒重平均比对照增加2.2克，产量提高7.4%。

灌浆分析也表明，喷磷酸二氢钾的处理无论灌浆主期或付期，千粒干重阶段累积量与平均灌浆强度均较对照为高。灌浆主期，依次为29.648克和1.977克/千粒·天，较对照分别高出1.537克和0.103克/千粒·天；灌浆付期，依次为9.205克和0.614克/千粒·天，较对照分别高出1.294克和0.087克/千粒·天。全期平均灌浆强度，喷磷酸二氢钾的处理为0.133克/千粒·天，高出对照6.9%。

开花期喷磷酸二氢钾的处理之所以具有明显的增粒重的效果，主要在于综合了磷与钾在增强光合作用，促进有机物质制造、转化和贮藏的生理功能。同时，磷与钾相互促进，磷酸二氢钾溶于水，解离为 $H_2PO_4^-$ 和 K^+ ，二者正负离子互相吸引，形成离子对，更易被作物吸收。且叶面喷肥是通过气孔和细胞壁很快吸收进入植物体，减少了从根系吸收的长距离运输的阻力，也有利于较快地发挥肥料的作用。可见小麦生育后期根外追施P、K肥确有事半功倍的效果。

(五) 拔节初期施肥、培土对增粒重及增产的作用

就灌浆情况而言，拔节初期施肥、培土的处理较对照亦有增强。灌浆主期千粒干重

阶段累积量为29.250克,比对照增加1.139克,平均灌浆强度为1.950克/千粒·天,比对照增加0.076克/千粒·天,灌浆付期二者相近。两年平均千粒重比对照提高1.3克。

但特别应当指出的是,拔节初期施肥、培土可以抑制无效分蘖,改善植株生育中、后期的光照和营养条件,有利于幼穗的小花分化,显著增加了每穗粒数,粒重、穗重也有提高。据1982年成熟前田间调查与室内考种结果,拔节初期施肥、培土的处理每亩成穗21.6万,穗数比对照有所减少,但平均每穗粒数为46.1粒,千粒重41.1克,均高于对照,亩产达942.0斤。对照每亩成穗虽稍多,为22.2万,但平均每穗粒数39.5粒,千粒重39.3克,均不及施肥、培土的,致亩产减少为858.7斤。两相比较,还是拔节初期施肥、培土的比对照增产9.7%,增产的主要原因是提高了穗粒数、粒重与穗重。

三、结论

综上所述,在关中灌区,小麦高产田在穴播种植方式下,就试验所采取的施肥(向土壤施肥和根外追肥)、灌水、培土等措施都有可能进一步提高粒重、穗粒数或穗重,增加产量。

1. 在籽粒达到多半仁,粒色开始由灰白变绿进入灌浆主期时,是籽粒鲜重和干重增长最快最多的时期。为了保证这个时期叶片具有较高的光合作用效率,并使营养物质向穗部顺利输送,在降水不足而又有灌水条件的情况下,抓住开花后10天左右浇一次灌浆水,这是促粒大粒重增加产量的有效措施。如后期持续高温干旱,还可在浇前一水后10天左右再浇一次灌浆水。

2. 小麦开花以后,进入籽粒形成时期,这个阶段有机物质的合成、转化、运输极为活跃,要求有良好的有机和无机营养条件。试验结果表明,在高产条件下,开花期叶面单独喷施或混合喷施N、P、K肥都有增加粒重提高产量的效果。其中特别以磷、钾配合喷磷酸二氢钾的效果为最显著,千粒重可提高2.2克,两年平均增产7.4%。这与国内外相同试验结果一致,应大力普及这一技术。本试验结果还表明,在高产条件下,开花期喷K的处理增产效果显著,值得注意,继续试验。

3. 叶面喷肥,喷期要适时,浓度要合适。我们试验是在开花期喷两次,间隔七天。须掌握好浓度,溶液要搅匀,喷洒要均匀,宜在无风晴天时上午进行,遇雨要补喷一次,每亩肥液用量150斤为宜。

4. 拔节初期适当施肥、培土。由于改善了小麦生育中、后期的光照和营养条件,具有明显的控制无效分蘖,促进幼穗小花分化,增加每穗粒数的作用,对提高粒重也有一定效果,是一项具有稳定增产作用的措施。

总之,在小麦高产栽培中,探求提高粒重的途径是一个十分重要的问题。本试验研究了在高产穴播种植方式下,进一步提高小麦粒重的措施与作用,取得了一些结果。无疑,这些试验结果对于改进小麦高产栽培技术是有益的,但直接用于指导大区域、大面积生产,显然不足,有必要结合大田条件继续试验总结,以期收到更好的增产效果。

参 考 文 献

- 〔1〕翟允禔等：不同类型小麦栽培品种的籽粒发育形态与灌浆，《西北农学院学报》，1979，（4）。
- 〔2〕河北省农科院农作物研究所栽培室：水肥管理对小麦灌浆速度和粒重的影响，《农牧情报研究》，1981，（22）。
- 〔3〕崔金梅：影响小麦粒重因素的研究。《农牧情报研究》，1981，（22）。
- 〔4〕小麦生长后期土壤水分含量和氮、磷叶面喷肥对产量和产量组成的影响（A.M.Alston）。1982，《麦类作物》，（6）。

Studies on the Increase of Grain weight of wheat under the High yield Conditions In Bunch planting

Yan Shi-li

Pan Shilu

Jiang Jiyun

zhai Yun-zhi

(Department of Agronomy of the Northwestern College of
Agriculture)

Abstract

It is possible for wheat to increase the grain weight, the number of grain per spike, the weight of spike and grain yields under the high yield conditions in the bunch planting. The cultural practices adopted in the experiments were the application of fertilizers (applying them to the soil or spraying them upon the leaves), irrigation and hoeing etc at the shooting or the anthesis stage of wheat development.

The results obtained from a two-year experiment (1981-1982) showed that the average weight of thousand-grain-weight and the average of grain yield were increased by 0.7 to 3.3 grams and 2.4 to 10.6 percent respectively.