

旱肥地小麦高产优质施肥问题的研究

蒋纪芸 翟允提 杨惠侠

(农学系)

摘要 旱肥地施氮肥饱和量试验, 单施氮、磷及氮磷配比试验, 不同生育期喷施尿素液试验表明: 小麦高产与优质同步提高的施氮范围为亩施0~9kg, 亩施氮量<7.5kg时, 作返青肥效益>基肥, 增施氮肥对产量与品质均具良好效果, 磷肥对产量有利, 对品质影响不大, 开花期喷施3%尿素液对提高品质最佳。据此提出了亩产400~450kg, 品质达1~2级优质小麦标准的合理施肥方案。

关键词 小麦, 高产优质, 同步增长, 施肥方案

中图分类号 S512.106.2

促使小麦生产达到高产优质是育种与栽培研究的最终目的。随着改革开放的深入, 经济的不断发展, 人民生活水平的逐步提高, 在解决粮食问题上, 不仅要增加数量, 而且要提高品质, 高产优质问题愈来愈引起人们的重视。

施肥对小麦产量或品质的影响, 国内外已作了不少研究, 但对产量和品质同步提高的研究甚少。本试验试图找出小麦产量和品质同步提高的施肥量范围及最佳的施肥方案, 这对经济用肥, 提高效益具有重要的理论与实践意义。

1 材料与方 法

试验于1986~1989年在西北农大农场旱地进行。土壤有机质1.02%, 全氮量0.08%, 速效氮43.13 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 速效磷8.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 速效钾152 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。生物测定亩产小麦250kg左右, 属旱肥地。

1.1 材料及处理

本研究含5个试验: ①施氮饱和量试验 施氮等级为亩施CK(0), 1.5, 3.0, 4.5……16.5kg, 等差为1.5kg, 共12个处理, 作基肥施入, 第一年品种为80(6)3-8-2, 第二、三年品种均为京农84与咸农68-3; ②化肥氮作基肥与返青肥肥效比较试验 处理同饱和量试验, 品种为京农84与咸农68-3; ③不同生育期喷施尿素液试验 浓度为1%、2%、3%, 亩喷50~60kg, 品种咸农68-3; ④开花期喷尿素液浓度试验 处理为CK(清水), 1%, 2%……7%共8个等级; ⑤单施氮、磷及氮磷配比试验 处理为亩施纯氮 $N_1=4.6\text{kg}$ 、 $N_2=9.2\text{kg}$ 、 $P=4.6\text{kg}$ (P_2O_5)、 N_2P 、 N_1P 、CK(不施肥), 均作基肥施入。

1.2 分析项目与方法

实收产量; 粗蛋白(干基)用凯氏法测定; 赖氨酸用比色法(国标); 湿面筋用手

文稿收到日期, 1991-01-07。

洗法（全国统编实验指导书）。

1.3 1986~1989气候特点

1986~1987年冬春严重干旱，旱原小麦叶枯蘖死，灌浆期阴雨、病虫、倒伏严重，为歉年。1987~1988年底墒不足，抗旱播种，冬轻旱，春雨正常属平年。1988~1989年底墒足，春季风调雨顺，旱原特大丰收年。三年不同气象条件对小麦生长发育、产量及品质的影响有很大差异。

2 结果与分析

2.1 高产优质同步提高的施氮量范围

2.1.1 不同施氮量对产量的效应 三年施氮饱和量试验结果表明：在一定施氮范围内，施氮量与产量呈正相关（1988年，京农84 $r=0.9716$ ，咸农68-3 $r=0.9789$ ；1989年前者 $r=0.9605$ ，后者 $r=0.9816$ ），产量随施氮量的增加而增加^[1]；当产量达到一定水

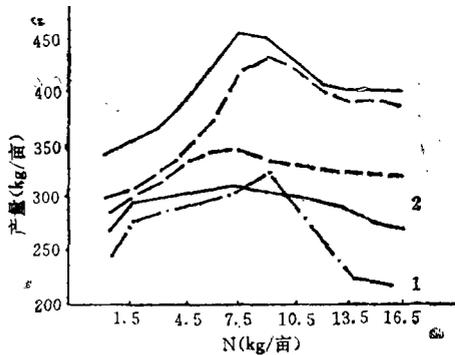


图1 不同施氮量对产量的影响

京农84； 咸农68-3； 80(6)3-8-2

1. 1986~1987年 2. 1987~1988年 3. 1988~1989年

平后（丰年450kg以上，歉年320kg左右），如施氮量继续提高，产量开始下降，歉年甚至呈负值。三年中不论年份丰歉，三个品种出现最高单产的施氮水平相对集中，均在亩施氮7.5~9 kg范围内。由此看来，旱肥地亩施氮7.5~9 kg已能满足现有品种生产潜力的发挥（图1）。

本试验结果与前人不同之处是每kg氮最大经济效益不是出现在施肥少时，而是出现在接近最高单产时的施肥量，即京农84出现在亩施氮6 kg，咸农68-3出现在7.5kg，各自出现最高单产的施氮量低一个等级（表1）。

表1 施氮量与籽粒产量、粗蛋白含量、产量及经济效益的关系

施氮量	籽粒产量		粗蛋白含量(%)		粗蛋白产量		经济效益(产量)	
	京农84	咸农68-3	京农84	咸农68-3	京农84	咸农68-3	京农84	咸农68-3
0	345.6	294.8	12.95	12.76	44.75	37.61	0	0
1.5	353.8	308.8	13.06	12.78	46.21	39.46	5.5	9.2
3.0	366.5	325.1	14.14	13.35	51.82	43.40	6.9	10.2
4.5	397.0	347.8	14.43	13.90	57.29	48.34	11.4	11.8
6.0	436.7	392.4	14.44	14.48	63.05	56.81	15.2	16.4
7.5	454.2	403.8	14.72	14.60	66.76	59.35	14.5	16.6
9.0	452.7	437.1	14.71	14.68	66.53	64.16	11.9	15.8
10.5	433.4	415.5	14.81	14.68	64.18	60.99	8.4	13.4
12.0	422.0	407.3	14.82	14.61	62.54	59.50	6.2	9.4
13.5	414.1	393.1	14.94	14.51	61.86	57.03	5.2	7.4
15.0	409.4	391.8	14.95	14.63	61.20	57.32	4.4	6.4
16.5	406.1	385.6	15.20	14.70	61.72	56.68	3.8	5.6

注：产量、施氮量单位均为kg/亩

2.1.2 不同施氮量对品质的效应 试验表明：旱地增施氮肥能显著提高蛋白质、赖氨酸与湿面筋含量，无论年份丰歉，三年趋势一致。以1988~1989年为例，参试两个品种，当施氮量从对照不施提高到亩施9 kg时，京农84与咸农68-3的蛋白质含量分别从12.76%与12.95%提高到14.7%与14.6%，与施肥量呈正相关（ $r=0.9888$ $\hat{y}=12.61+0.2258x$ ）。每亩增施1 kg氮，粗蛋白含量平均增加0.2258%。当施氮量增加到16.5 kg时，蛋白质含量虽有增加，但不显著。三年试验结果，施氮量达9 kg时，蛋白质绝对含量可提高1.76%~3%（表1）。

增施氮肥也可提高湿面筋和赖氨酸含量，两者呈正相关（前者 $r=0.8799$ ，后者 $r=0.8760$ ）。当亩施氮量达到13.5 kg与7.5~9 kg时，湿面筋和赖氨酸分别达到最高，为35.18%和0.3846%，达到了国家一级优质小麦标准（湿面筋>35%）；超过上述施氮量，两者含量又有所下降（图2）。统计分析，不同施氮量与CK相比，湿面筋含量除亩施氮1.5 kg的提高不显著外，其余处理均达极显著水平；赖氨酸含量只有亩施7.5~9 kg时达极显著，6 kg与10.5 kg达显著，其它处理均不显著。

由此可见，增施氮肥对提高赖氨酸的作用不及对产量、蛋白质和湿面筋含量那样明显，调节效应较迟钝；衡量品质诸因素中，除蛋白质外，湿面筋与赖氨酸含量的高低，虽与施氮量呈正相关，但这种相关具有局限性，当施氮量>13.5 kg与9 kg时，两者含量下降，而蛋白质含量仍有所增加，这种不一致性，是否由于施氮量达到一定程度后，对蛋白质组分产生影响有待研究。

2.1.3 不同施氮量对蛋白质产量的效应 蛋白质产量是衡量籽粒产量与品质的综合指标，作者认为只有按蛋白质产量来判断栽培措施的适宜与否，才是合理的。

由表1看出：试验的两个品种，最高单产和蛋白质产量出现的施肥范围完全吻合，京农84为7.5 kg，咸农68-3为9 kg。

综上所述，，选用高产优质品种，不论年份丰歉，亩施氮素7.5~9 kg，辅以良好的栽培管理，就能促使小麦产量从现有的200~250 kg提高到300~450 kg；蛋白质含量从11%~12%提高到14%~15%；湿面筋从26%提高到35%；赖氨酸从0.2646%提高到0.3815%以上，达到产量与品质同步增长，实现小麦高产优质的目标。

2.2 等量化肥氮作基肥与返青肥经济效益比较

旱地小麦历来重视施用基肥，它是培肥地力保证增产的有效措施。近年提倡“一炮轰”施肥方式，只是为了简化种植，预防冬春干旱的一种应变措施，并不完全反映小麦的吸肥需肥和高产规律。最近北农大用 ^{15}N 追踪方法^[2]，对冬小麦吸氮规律的研究指出：化肥氮作基肥利用率为22%，作追肥为43%~48%。结合新成果的应用，我们作了基、追肥经济效益的比较（表2），结果表明：化肥氮不论作基肥或追肥，在0~16.5 kg施量范围内，产量呈抛物线状变化，这是共同规律。两者不同之处为用

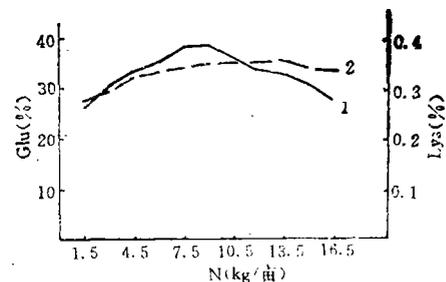


图2 不同施N量对湿面筋与赖氨酸含量的效应
1. 赖氨酸； 2. 湿面筋

氮量较少时(京农84 < 9 kg, 咸农68-3 < 7.5 kg), 追肥 > 基肥, 施氮量超过上述数量时, 基肥 > 追肥。可见, 春施追肥, 可提高肥料的经济效益, 但施肥量不能太多, 否则春蘖太多, 倒伏、病虫加重而减产。另一差异为在上述施氮量范围内, 每 kg 氮增产小麦的趋势: 基肥为少 → 多 → 少, 追肥为多 → 少。其原因是基肥施用量少时, 虽能增加苗期茎数, 但后期由于养分不足, 增产幅度小; 春追氮肥的激发效应, 提高了成穗数和土壤氮的利用率, 增产幅度大。因此, 旱原如逢春季墒好年份, 追施适量氮肥, 比作基肥效果更好。化肥氮用作基肥或返青肥对品质影响不大。

表2 等量氮肥作底肥与返青肥的经济效益比较

施氮量 (kg/亩)	京农84				咸农68-3			
	产量(kg/亩)		1kg氮增产小麦kg数		产量(kg/亩)		1kg氮增产小麦kg数	
	基肥	追肥	基肥	追肥	基肥	追肥	基肥	追肥
0	345.6	346.6			294.5	310.1		
1.5	353.8	376.8	5.47	20.2	308.8	340.7	9.5	20.40
3.0	366.5	406.9	6.97	20.2	325.1	268.7	10.2	19.50
4.5	397.0	417.2	11.42	19.7	347.8	392.9	11.8	18.41
6.0	436.7	452.7	15.18	17.7	374.3	417.2	13.3	17.85
7.5	454.9	467.1	14.57	16.0	403.8	421.0	14.6	14.79
9.0	452.7	453.1	11.90	11.91	437.1	400.5	15.9	10.04
10.5	433.4	429.6	8.36	7.90	435.5	397.9	13.2	8.36
12.0	422.9	397.6	6.44	4.20	407.3	391.2	9.4	6.76
13.5	414.1	392.3	5.07	3.40	393.1	386.4	7.3	5.65
15.0	409.4	343.5	4.25	-0.20	391.8	376.4	6.5	4.42
16.5	406.1	307.9	3.66	-2.40	385.6	370.5	5.5	3.66

2.3 不同时期根外喷施氮肥对产量与品质的影响

旱地小麦根外喷氮, 拔节期喷施能提高成穗及穗粒数(比CK增穗2.8万/亩和1.02粒/穗), 比其它时期有显著的增产效果, 但对改善品质不明显^[3]。开花期喷施, 对品质改善有明显效果, 对产量提高也有一定作用^[4](表3)。

1986~1988年, 对旱地小麦开花期进行喷尿素液浓度试验表明, 在1%~4%的浓度范围内均为安全范围, 其中以3%的处理效果最佳, 超过4%, 喷后出现烧叶、芒、颖壳等现象, 浓度愈大, 危害愈重。

表3 不同时期喷尿素液对产量与品质的影响

生育期		产量(kg/亩)			粗蛋白%			赖氨酸%			湿面筋%		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
拔节	ck(喷水)	276.3	—	0	10.87	—	0	0.265	—	0	24.94	—	0
	喷肥*	317.9	41.6	15.05	11.67	0.80	7.4	0.260	-0.005	-1.9	25.98	1.04	4.2
孕穗	ck	280.2	—	0	10.07	—	0	0.272	—	0	23.75	—	0
	喷肥	296.7	16.5	5.8	11.70	1.63	16.2	0.267	-0.005	-1.8	26.57	2.82	11.9
开花	ck	273.7	—	0	10.17	—	0	0.252	—	0	24.57	—	0
	喷肥	293.9	20.2	7.3	12.44	2.27	22.3	0.264	0.012	4.7	29.27	4.70	19.2
灌浆	ck	278.7	—	0	10.76	—	0	0.279	—	0	23.79	—	0
	喷肥	292.7	14.0	5.0	11.62	0.86	8.0	0.280	0.001	0.4	26.51	2.72	11.4

注: (1) 绝对量; (2) 绝对量减CK; (3) 比CK ± %

*为1%, 2%, 3%均值; 品种: 咸农68-3

2.4 基施化肥氮、磷及氮磷比对产量与品质的效应

2.4.1 对产量的效应 旱肥地化肥氮磷采用单施或混施,对各种生态类型小麦品种产量的提高,都具有良好效果^[5]。通过方差分析,各种处理与CK相比,不论丰年(除磷外),平年或灾年,单产差异均达显著和极显著水平,尤以平年或灾年,增产幅度更大。三年试验平均增产幅度依次为 $N_2P > N_2 > N_1P > P > CK$ 。这里还应强调指出两点:其一,三年间单施磷肥的增产效果为灾年>平年>丰年,这与磷肥促进根系发育,提高抗旱能力有关。其二,不缺磷的地力上 N_2 与 N_2P 增产效果相似,为降低成本,可单施氮肥。

2.4.2 对品质的效应 旱肥地上增施氮肥,对小麦品质的改善也具明显效果,其总趋势为 $N_2 > N_2P > N_1P > P > CK$ (见表4)。经统计分析:凡含氮处理,籽粒中的粗蛋白、赖氨酸和湿面筋含量,不论年份丰歉,均比CK有明显提高,差异均达极显著水平,可提高蛋白质绝对含量2.47%~3.97%,赖氨酸0.088%~0.1035%,湿面筋7.41%~14.26%。由此说明当前在旱地上增施氮肥,是提高小麦品质最有效的栽培措施。单施磷肥不能明显改进品质。

表4 N、P单施及N、P比对产量与品质效应

年份	测定项目		CK	P	N_2	N_1P	N_2P
1986~	单产	1	260.2	308.1	319.5	—	323.3
		2	0	18.4*	22.8**	—	24.5**
1687	蛋白质	1	10.19	10.60	13.33	—	13.15
		2	0	4.2	30.8**	—	29.1**
(灾年)	赖氨酸	1	0.1940	0.2080	0.2688	—	0.2975
		2	0	7.2	38.56**	—	53.35**
	湿面筋	1	21.17	21.61	32.37	—	32.72
		2	0	2.0	52.9**	—	54.6**
1987~	单产	1	252.8	284.3	317.0	302.0	384.5
		2	0	12.9*	25.4**	19.5**	37.8**
1988	蛋白质	1	10.6	10.7	14.6	12.9	14.7
		2	0	0.9	37.4**	21.5**	38.3**
(平年)	赖氨酸	1	0.2786	0.2739	0.3666	0.3240	0.3613
		2	0	-1.7	31.6**	16.3*	29.6**
	湿面筋	1	23.1	24.8	35.6	30.5	37.3
		2	0	7.6	54.3**	32.1**	61.9**
1988~	单产	1	358.8	373.6	412.2	411.1	415.9
		2	0	4.1	14.8*	14.6*	15.9*
1989	蛋白质	1	12.8	12.7	15.3	14.0	14.9
		2	0	-0.9	19.3**	9.1	16.8**
(丰年)	赖氨酸	1	0.2256	0.2366	0.3175	0.3101	0.3262
		2	0	4.9	40.7**	37.5**	44.6**
	湿面筋	1	26.6	26.8	34.0	31.5	33.5
		2	0	1.1	27.9**	18.5*	26.0**

注:第一、二年为20个品种平均值,第三年为10个品种平均值

1. 单产(kg)或含量(%); 2. 比CK ± %

3 结 论

1) 在小麦亩产250 kg左右的旱肥地上,选用适宜品种,不论丰、平、歉年,在亩施基施化肥氮7.5~9 kg时,产量,蛋白质产量及经济效益均达最高水平。丰年亩产可达

400~450 kg;粗蛋白含量可达14%~15%;湿面筋含量可达35%左右。达到了国家规定的一级和二级优质小麦标准。

2)等量化肥氮作基肥与返青肥比较,在亩施0~16.5 kg范围内,产量均呈抛物线变化。不同之处为施氮量<7.5 kg时,返青肥效益>基肥,施氮量>7.5 kg时,基肥效益>返青肥。因而旱地小麦在总用肥量较少与春雨较丰富年份,要适量追肥夺丰收。

3)拔节初期至灌浆期喷尿素液,以拔节初喷施对增产最有利;开花期喷施对改善品质最有效,浓度以3%最佳。

4)基施化肥氮、磷或氮磷配合,对小麦增产均有良好效果,其中以氮或氮磷配合尤为突出;磷在干旱年份效果较好。对品质改善起主要作用的是氮,磷无明显作用。

5)旱地小麦要达高产优质的目的,从目前品种、地力看,施氮安排应以底肥为主;早春结合墒情、苗情适量追肥;开花期喷少量氮。施肥种类上,要坚持氮磷配合,干旱年重施磷肥,平丰年以氮肥为主。施肥数量上,现有品种,亩施氮不宜超过9 kg,关键是配合良好栽培措施,提高肥效。

阎世理、潘世禄、马长德同志在试验工作中给予大力协助,特致谢意。

参 考 文 献

- 1 Austin R B. The nitrogen economy of winter wheat. *J Agric*, 1977; (83), 159~167
- 2 梅楠. 小麦-土壤系统氮平衡及小麦氮素利用和物质生产. 北京农学院学报, 1988; 3 (2), 32~42
- 3 蒋纪芸, 阎世理, 潘世禄等品种、栽培条件对旱地小麦产量及其品质的影响. 北京农学院学报, 1988; 3(2), 149~151
- 4 杨根海, 张起纲, 陈佑良等. 用¹⁵N示踪研究小麦品质 I. 后期N肥对冬小麦产量和蛋白质含量的影响. 北京农业大学学报, 1986; 12 (4), 393~399
- 5 张立言. 氮磷化肥用量与对比对冬小麦籽粒产量和品质的影响. 北京农学院学报, 1988; 3 (2), 158~194

Studies on Fertilization of High-yield and Fine Quality Winter Wheat in Dry and Fertile Farmland

Jiang Jiyun Zhai Yunshi Yang Huixia

(Agronomy Department)

Abstract The trials were conducted of saturated N fertilization, single N and P fertilization, and N and P mixtured fertilization as well as spraying urea solution in different growing periods. The trial results showed that N application in synchronous increase in winter wheat yield and grain quality ranged from zero to nine kg/mu. When N application per mu was less than 7.5 kg as the fertilizer efficiency in the reviving growth (more than base fertilizer), increasing N application had a good effect upon wheat yield and quality. As a result, P fertilizer was favourable to the yields and had little effect on the quality. when in flowering stage, spraying of 3% of urea solution can best improve wheat quality on the basis of which the rational fertilizer application scheme for 400~450kg/mu and 1-2 fine quality classes of winter wheat is suggested in this paper.

Key words wheat, high-yield and fine quality wheat, synchronous increase, fertilizer application scheme