

不同降水年型冬小麦氮肥增产效益的研究

李象山 张廷珠 王方云 张衍华

(山东省农业气象试验研究中心,泰安 271000)

提 要

为发挥施肥的经济效益,对不同降水年型下旱作冬小麦氮肥增产效益进行了试验研究。试验采用小区和盆栽相结合的方法。结果表明,不同降水年型下施用氮肥的增产效益明显不同。

关键词: 降水年型 冬小麦 氮肥增产效益

引 言

土壤水分影响土壤养分的溶解、转化和移动,以及作物吸收利用养分的能力。在一定范围内,肥效随土壤含水量的增加而提高。当降水过多,水分过剩时,则引起养分淋失,并造成土壤通气状况不良,不利于作物吸收养分。因此,水分与肥料合理配合,是提高肥效、提高水分利用率的重要途径。

本文根据在泰安两年土壤水分与氮肥肥效关系的试验资料,分析了不同降水年型下氮肥增加的效益,施肥成本与利润之间的关系及其变化。所得结论对旱作麦田的科学施肥具有重要的现实意义。

1 试验研究方法

1.1 小区试验

试验小区设在山东农业大学农场,利用大型活动防雨棚遮挡自然降水,各小区之间从地面到 2m 土层设有隔离层,防止水分水平交换。小麦播种前测定土壤基础肥力为:碱解氮 61.6ppm,速效磷 17.0ppm,速效钾 81.0ppm。施适量的有机肥。根据历年 7—9 月和 10 月上旬—6 月上旬两个时期的降水情况,确定欠水年、一般年和丰水年土壤水分状况。

防雨棚内分 3 个组,分别模拟欠水年型、一般年型和丰水年型的土壤水分状况,它们在 1m 深土层的平均土壤相对湿度分别为 30%—50%,50%—70%,70%—90%。未进入试验期以前,全部小区均模拟一般年型培

情,试验期内分别按不同年型管理。每组又分为 5 个小区,分别折合亩施纯氮 0(对照)、5、10、15、20kg,于播种和第二年起身期各施 1/2。

1.2 盆栽试验

每盆装风干土 15kg,基本苗 32 株,氮肥处理增加纯氮 $25\text{kg} \cdot \text{亩}^{-1}$ 的处理,其它同小区试验。土壤相对湿度同样分 30%—50%,50%—70%,70%—90% 三个等级,重复 3 次,共 54 盆,放在自然条件网室内。

每旬测定土壤水分,计算所需水量,采用人工灌溉方法供水,灌水量用水表测定。阴雨天用活动防雨棚遮盖。盆栽试验每天用称重法补足所需水分。作物观测根据农业气象观测规范进行。

2 不同降水年型氮肥肥效

2.1 欠水年型

土壤相对湿度 30%—50%,纯氮用量在 $5-20\text{kg} \cdot \text{亩}^{-1}$ 范围内都略有增产效果,证明水分不足条件下,氮肥有向较深土层调水的作用。氮肥效应曲线呈抛物线型:

$$y = 328.1269 + 3.3252z - 0.0861z^2 \quad (1)$$

式中 y 为产量, z 为纯氮用量/ $\text{kg} \cdot \text{亩}^{-1}$ 。经检验, $F = 75.90 \gg F_{0.01} = 10.92$, 相关系数 $r = 0.981$ 。其拟合曲线见图 1。

经计算,当亩施纯氮 19.31kg 时,亩产最高为 360.23kg 。这是欠水年型旱作冬小麦施氮肥量之上限,此时每 kg 纯氮增产小麦 $1.66\text{kg} \cdot \text{亩}^{-1}$ 。

实际生产中必须考虑施肥的经济效益。按目前市场价格,1kg 纯氮价格 2.50 元,1kg 小麦粒价格 0.80 元计,每亩施纯氮 1.16kg,亩产小麦 331.87kg,即每 kg 纯氮亩增产小麦 3.22kg。此用量为欠水年型下最佳经济施肥量。

欠水年型土壤水分不足,限制了小麦对氮肥的吸收利用,降低了氮肥的有效性。从小区和盆栽试验均可看到,随着施肥量的增加,产量增加不多,每 kg 纯氮增产数值差别也不大(见图 2)。

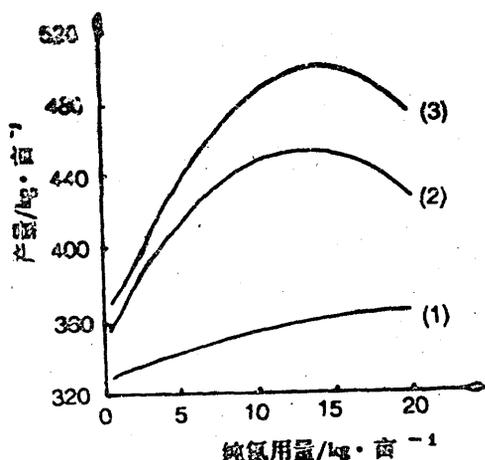


图 1 氮肥用量与小麦产量的关系
(1)(2)(3)分别是欠水年、一般年和丰水年

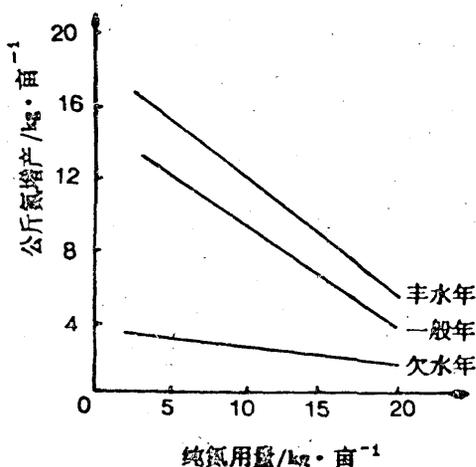


图 2 氮肥用量与 1kg 纯氮小麦增产的关系
2.2 一般年型

土壤相对湿度为 50%—70%,氮肥效应方程为:

$$y = 353.9132 + 14.8113z - 0.5593z^2 \quad (2)$$

$F = 143.91 \gg F_{0.01} = 10.92, r = 0.990$ 。计算得出亩施纯氮 13.24kg,亩产小麦最高为 451.97kg,每 kg 纯氮增产小麦 7.41kg。计算还表明,经济最佳施氮量为 10.45kg,亩产小麦 447.6kg,每 kg 纯氮亩增产小麦 8.97kg。

一般年型土壤水分条件有了改善,小区和盆栽试验不同施肥量之间的产量相差较明显(见图 1),每 kg 纯氮增产数值提高(见图 2)。

2.3 丰水年型

土壤相对湿度 70%—90%,各氮肥处理均有较高的增产效果,氮肥效应方程为:

$$y = 368.4000 + 18.5403z - 0.6652z^2 \quad (3)$$

$F = 113.77 \gg F_{0.01} = 10.92, r = 0.987$ 。计算得出, $z = 13.94 \text{kg} \cdot \text{亩}^{-1}$,最高亩产为 497.59kg,每亩增产 9.27kg $\cdot \text{亩}^{-1}$ 。计算还表明,经济最佳施肥量 11.59kg $\cdot \text{亩}^{-1}$,亩产为 493.93kg,每 kg 纯氮每亩可增产 10.83kg。

丰水年型有利于作物吸收和利用养分,各氮肥处理的产量和每 kg 纯氮增产的数值均达到更高的水平(见图 1、图 2)。

3 不同降水年型的施肥量和利润

3.1 欠水年型

由附表可见,欠水年随着施氮量的增加,产量虽有提高但提高不多。而氮肥成本的增长远远超过产值的增长,在经济最佳施氮量(1.16kg $\cdot \text{亩}^{-1}$)条件下,每亩总利润比不施肥仅增加 0.09 元。因而欠水年型施氮肥是得不偿失,由此可见,在现有的种植水平,欠水年施氮无经济效益。

3.2 一般年型

一般年型随施氮量增加亩产增加较快,亩施纯氮 13.24kg 时亩产最高为 451.97kg,每亩增加总利润为 45.35 元;在经济最佳施氮量(10.45kg $\cdot \text{亩}^{-1}$)条件下,每亩增加总利润为 48.85 元。

3.3 丰水年型

丰水年随施氮量增加,亩产增加很快,亩施纯氮 13.94kg 时亩产最高为 497.59kg,每亩增加总利润为 68.50 元,在经济最佳施氮量(11.59kg $\cdot \text{亩}^{-1}$)条件下,每亩增加总利润最高为 71.44 元。

4.1 降水年型及出现概率

我们将小麦自然供水量分为两部分,即小麦播种时底墒(以7—9月降水量的1/3计算)所提供的水分 W ;生育期间有效降水量 R 。两者之和即为小麦自然供水量。

用泰安40年降水资料,以降水量距平百分率作为分级指标。早年7—9月降水量距平百分率 $\leq -20\%$, $W_1 \leq 115.7\text{mm}$;正常年距平百分率在 $-20\% - 20\%$ 之间, W_2 在 $115.8 - 173.5\text{mm}$ 之间(平均值 144.7mm);湿年距平百分率 $\geq 20\%$, $W_3 \geq 173.6\text{mm}$ 。

对小麦生育期降水量,同样以上述降水距平率指标分级。由泰安40年小麦生育期间降水资料得出:早年 $R_1 \leq 157.4\text{mm}$;正常年 R_2 在 $157.5 - 236.1\text{mm}$ 之间(平均值为 196.8mm);湿年 $R_3 \geq 236.2\text{mm}$ 。

上述两个时段的3个分级,可组合成9种情况,并可归纳为5种气候组合型(表2)。

表1 不同降水年型氮肥的产量效应和利润

降水年型	施肥量/kg·亩 ⁻¹	亩产/kg	氮肥成本/元·亩 ⁻¹	总增产值/元·亩 ⁻¹	总增利润/元·亩 ⁻¹
欠水年	0	328.13			
	5	342.60	12.5	11.58	-0.92
	10	352.77	25.0	19.71	-5.29
	15	385.63	37.5	24.40	-13.10
	20	360.19	50.0	25.65	-24.35
	19.31	360.23	48.28	25.68	-22.60
	1.16	331.87	2.90	2.99	0.09
一般年	0	353.91			
	5	413.99	12.5	48.06	35.56
	10	446.10	25.0	73.75	48.75
	15	450.24	37.5	77.06	39.56
	20	426.42	50.0	58.01	8.01
	13.24	451.97	33.10	78.45	45.35
	10.45	447.61	36.13	74.96	48.83
丰水年	0	368.40			
	5	444.47	12.5	60.86	48.36
	10	487.28	25.0	95.10	70.10
	15	496.83	37.5	102.74	65.24
	20	473.13	50.0	83.78	33.78
	13.94	497.59	34.85	103.35	68.50
	11.59	493.93	28.98	100.42	71.44

4 泰安各降水年型出现概率及评述

表2 泰安冬小麦自然供水量的组合型及出现概率

气候组合型	早年		正常偏旱年		正常年		正常偏湿年		湿年
	W_1+R_1	W_2+R_1	W_1+R_2	W_3+R_1	W_2+R_2	W_1+R_3	W_3+R_2	W_2+R_3	W_3+R_3
供水量/mm	<273	302	313	331	342	352	370	381	≥410
概率/%	14	14	14	12	14	7	12	7	6

4.2 评述

本试验每个降水年型均有5个氮肥处理等级。欠水年型各处理平均亩产348kg,平均耗水量310mm;一般年型平均亩产418kg,耗水量360mm;丰水年型平均亩产454kg,耗水量410mm。

4.2.1 泰安的气候组合型早年(W_1+R_1)和正常偏旱年(W_2+R_1, W_1+R_2),供水量在310mm或以下,低于或相当于欠水年型平均耗水量。泰安近40年中约有17年(概率42%)属于上述组合型,施氮肥无经济效益。

4.2.2 气候组合型正常年($W_3+R_1, W_2+R_2, W_1+R_3$)和正常偏湿年(W_3+R_2, W_2+R_3),平均供水量为359mm,与一般年型平均耗水量360mm相当。泰安近40年中约有21年(概率52%)。一般年型施氮肥平均总利润32.97元·亩⁻¹,即40年中约有一半的年份可获得这样的经济效益。

4.2.3 气候组合型湿年(W_3+R_3)平均供水量 $\geq 410\text{mm}$,与丰水年型耗水量相等。出现概

率较低,仅6%。这类年份施氮肥平均总利润为54.37元·亩⁻¹。

5 结语

5.1 欠水年型自然供水不足,降低了氮肥的有效性;一般年型作物对养分吸收和利用能力有明显提高,产量和每kg纯氮增产达到较高水平;丰水年型则达更高水平。

5.2 泰安近40年来旱作冬小麦施氮肥无经济效益的概率为42%;有中等效益的概率为52%;有高效益的概率为6%。夏秋季(7—9月)降水量超过常年值20%以上的年份(即 W_3 的年份),施氮肥有中等以上经济效益为100%,这与多年的生产实践经验一致。

5.3 冬小麦播种前应根据7—9月降水量调配氮肥供应。目前氮肥尚不能满足需要,所以应将有限的氮肥按需要比例,优先用在夏秋季降水多,增产效果更为显著的地区。春季追肥前,同样应考虑夏秋季和冬季降水量及长期预报,把氮肥用在经济效益最佳的地区。