

# 旱作水稻稻茬小麦增产栽培技术研究

张义丰

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

王大生

(中国科学院农业项目办公室, 北京 100864)

刘 勇

(安徽省怀远县双桥集镇农技站, 蚌埠 233400)

**摘 要** 水稻稻茬小麦因水稻收获晚、适耕期短、整地困难、播种质量差等因素的影响, 很难适期播种, 加之水稻稻茬土壤板化, 理化性状差, 导致稻茬小麦的单产长期低而不稳, 在 200 kg 上下徘徊。为改变这一现状, 我们提出了以旱作水稻替代水稻, 并进行试验研究。结果表明, 旱作水稻比水稻早熟 10 天, 并能调整土壤理化性状, 旱作水稻稻茬小麦比水稻稻茬小麦增产 100 kg。

**关键词** 旱作水稻 稻茬小麦 增产栽培技术

淮河流域是我国重要商品粮基地, 种植业以水稻、小麦和玉米为主, 尤其是在沿淮地区, 小麦耕地面积约占耕地面积的 65% ~ 76%。其中相当一部分实行的是稻麦轮作。多年以来, 受自然因素的制约, 形成了晚稻必然晚麦的恶性循环, 对全年的粮食产量, 特别是对小麦产量影响较大。根据近几年小麦生产资料统计表明, 水稻茬小麦产量在 1 875 kg/ha ~ 2 625 kg/ha, 约占旱粮茬小麦产量的 50%, 品质表现为籽粒空瘪、容重低。其蛋白质、淀粉含量均远远低于旱粮茬小麦, 这就直接影响了农民的收入, 削弱了种粮积极性。为了充分发挥土地潜能, 提高产量、改善品质、增加效益, 在中国科学院农业项目办公室的大力扶持下, 由中科院地理所与水利部淮委、蚌埠市科委共同在淮河流域进行了麦稻模式高产研究。该项目以旱稻茬种植小麦为突破口配合良种、技术等农业措施来达到增产增收的目的。

## 1 试验种植概况

### 1.1 降水量

试验区常年降水量一般在 800 mm ~ 1 100 mm, 小麦生育期降水量为 400 mm ~ 450 mm, 约占全年降水量的 50% 左右, 近年来由于自然或人为因素的影响, 降水量呈明显的下降趋势 (表 1)。

### 1.2 前茬及土壤肥力

试验区为砂姜黑土, 其特点是: 旱、涝、瘦、僵, 耕作困难, 肥力低下, 种植旱粮产量低而不稳。从增加产量、挖掘潜力、优化配置水土资源出发, 实行麦稻轮作。科学地改善土壤理化性状, 增加土壤肥力是高产稳产的先决条件 (表 2)。

表 1 降水资料统计表

Tab. 1 Precipitations

年 份	年降水量	小麦生育期降
	(mm)	水量 (mm)
1990 ~ 1995	854.1	441.1
1996	975.5	445.6
1997	683.3	375.8
1998 (1 ~ 7)	918.0	403.5

表 2 土壤养分变化

Tab. 2 Changes of nutriments in soil

项 目	1984	1990	1996
有机质 (%)	1.19	1.21	1.5
全 N (%)	0.074	0.085	0.093
速效磷 (ppm)	7.0	19.4	16.9
速效钾 (ppm)	101	107	96

表 2 得知, 土壤中有有机质、全氮、速效磷含量均有一定程度的提高, 而速效钾的含量有所下降。

### 1.3 肥料运筹

据测算, 砂姜黑土一般每生产 100 kg 小麦平均需要吸收纯氮 2.73 kg、五氧化二磷 1.16 kg、氧化钾 1.92 kg。尿素的当季利用率为 30% ~ 57.3%, 平均为 44.2%, 磷酸二铵的当季利用率为 21.9% ~ 33.1%, 平均为 26.9%。根据上述特点进行了合理的肥料匹配(表 3)。

表 3 施肥情况表

Tab. 3 Situation of applying fertilizers

项 目	有机肥		纯氮 (kg)	五氧化二磷 (kg)	氧化钾 (kg)
	土杂肥	饼肥			
理论施肥量	2 500 ~ 3000	15	12.5 ~ 15	7.0 ~ 8.0	5.0 ~ 7.5
实际施肥量	1 500 ~ 2000	10	12.1	7.2	8.7

在实际施肥量抽查中发现有机肥偏低, 纯氮、五氧化二磷基本接近要求, 氧化钾施入量远高于要求施入量。这对于土壤中缺钾具有当季缓解的作用。

### 1.4 小麦试验品种及试验情况

在发展“二高一优”农业前提下, 引进北农系列原种, 与茬口配套, 来改变稻茬小麦历来产量低、品质差、效益低的局面。全试验区示范品种为: 北农 6 号、北农 8 号、北农 9 号、京试 518, 亩播量为 8 kg ~ 10 kg, 全部实行机械化半精量播种。由于当时的干旱原因, 播种较往年相比推迟十天左右。

## 2 生育动态及田间管理

### 2.1 生育期记载

1997 年秋播季节干旱, 半冬性系列品种比正常播种期推迟 7 ~ 12 天, 成熟期推迟 2 天, 表 4 为各时期记载。

表 4 生育期记载表

Tab. 4 Stages of developing

年 度	播种期	出苗期	拔节期	抽穗期	成熟期
1996 ~ 1997	10/15	10/23	3/14	4/20	6/4
1997 ~ 1998	10/22	10/31	3/15	4/22	6/6

## 2.2 群体动态

由于播种偏晚, 播后干旱导致出苗率低, 冬前分蘖少, 通过定点调查结果, 出现三个不足, 即: 基本苗不足, 越冬苗不足, 穗数不足, 见表 5。

表 5 生育动态表 (单位: 万苗/667 m<sup>2</sup>)

Tab. 5 Trends of developing

播期	基本苗	冬前苗	返青苗	拔节苗	穗数	备注
10/22	10.09	34.92	42.66	66.17	34.82	北农 6 号
10/31	11.05	28.20	36.28	56.12	30.26	北农 6 号
10/1	12.48	27.82	31.10	54.28	28.08	北农 6 号

## 2.3 田管措施

**2.3.1 化学除草。**示范区杂草种类多, 数量大, 3 月上旬亩用 10% 的苯黄隆 10 g, 兑水喷雾, 效果较好, 结合人工拔草, 控制了草害, 减少了养分的损耗。

**2.3.2 病害的防治。**由于春季阴雨连绵, 喷药时间难以掌握, 防治纹枯病只能在 3 月中、下旬进行一次, 亩用 15% 粉锈宁 25 g 兑水喷雾, 灌浆初期用 5% 甲基托布津防治赤霉病一次。

**2.3.3 追肥和叶面喷肥。**小麦根部追肥和叶面追肥增产效果显著, 但因气候因素和农民认识程度的差异, 只有部分农户在拔节期亩用 5 kg 尿素追肥一次, 在灌浆前期亩用磷酸二氢钾 250 g, 结合生产类激素叶面喷肥一次, 收获后产量调查发现, 两者相差 15 kg ~ 25 kg (表 6)。

表 6 田管综合情况表

Tab. 6 Field managements

田管措施	时期	品名	亩用量	田管措施	时期	品名	亩用量
化学除草	三月上旬	10% 苯黄隆	10 g	追施拔节肥	三月中旬	尿素	5 kg
防治纹枯病	三月中下旬	15% 粉锈宁	35 g	叶面喷肥	五月中旬	磷酸二氧钾	5 两
防治赤霉病	五月中旬	5% 甲基托布津	1 两				

## 3 主要性状

### 3.1 抗寒性

本区处于冷暖过渡地带, 气温变化大, 特别是早春寒潮对小麦生产影响较大, 突发的寒潮使得气温变幅达 10 ~ 13 , 这导致小麦原生质来不及向细胞间隙渗水, 造成细胞内结冰, 大田表现为叶色暗绿, 叶片象开水烫过一样, 由叶尖逐渐枯黄, 尤其是稻茬晚播麦, 苗弱叶嫩, 抗寒性 (突发性寒潮) 更差, 因此示范选用抗寒性强的品种, 适期播种提高作物本身耐寒性已成为当务之急。在今年的小麦生产中, 发生了强寒潮, 据冻害调查, 当地主栽品种 (以皖宿 8802 为代表) 一般冻害等级在二级以上, 引进的北农系列 (以北农 6 号为代表) 只发生轻微的叶尖损伤, 对小麦后期生长及产量几乎没有影响, 这充分说明该系列品种在耐低温、抗寒方面表现极强, 是一个高抗突发性低温的优良品种。

### 3.2 抗病性及抗虫性

自然因素的异常致使示范区今年同期降水量是去年的一倍, 由于雨水的冲刷, 今年示范区麦田害虫发生量较往年少得多, 一般对产量没有影响, 但同时过多的降水, 必然导致空气湿度与土壤湿度的升高, 这就给一些病害的流行创造了不利的环境条件, 甚至一些不常见的、以前零星发生的病害也大面积流行。小麦纹枯病历来就是示范区小麦的主要病害, 而今年表现特点为: 发生面积广, 持续时间长, 100%的田块均不同程度的发生, 前后持续时间长达二个月, 小麦赤霉病后期发展较快, 几乎所有的田块都发生, 这也是造成千粒重下降的主要原因(表7)。北农系列纹枯病的发生, 只在茎秆表皮有病斑, 而皖宿 8802 已深入茎秆内部, 对赤霉病, 北农 6 号最高不超过 2 级, 而皖宿 8802 的病穗最高为 4 级。

表 7 抗病显示处理

程 度	北农 6 号	皖宿 8802
纹枯病 (受害等级)	1~2	3
赤霉病	79.16	48.83

### 3.3 抗倒伏性

示范区水稻茬口晚播期迟、苗弱、成株后秆细节长, 最近几年的调查发现, 当地主栽品种(皖宿 8802)一般株高都在 95 cm ~ 110 cm, 极易倒伏。实行旱稻与小麦轮作后, 由于土壤易耕性强, 播种适时, 因而苗壮根深, 成熟期早。同时北农系列的引进, 更是克服了当地品种株高易倒, 高产但不稳产的缺陷。北农系列品种一般株高低于 85 cm, 第二、三节间较皖宿 8802 短 7 cm ~ 13 cm, 充分发挥旱稻茬的优势。今年 4 月下旬, 示范区在连阴雨的情况下又遭遇大风暴, 其结果是五分之一的田块发生不同程度的倒伏, 调查结果发现, 当地主栽品种皖宿 8802 倒伏最严重, 倒伏面积约占其种植面积的 81%, 鉴定其倒伏程度为“倒”, 北农系列只有在个别肥力较高的田块中有倾斜现象, 其余均生长正常, 这与其特性秆秆强壮、根系强大、高抗纹枯病有很大关系。

异常的天气灾害是鉴定一个品种特性的最好方法, 北农系列品种在异常自然条件下的大田表现, 尤其是在旱稻茬口上的一系列抗性表现, 证明了其生育优点, 从而为大面积推广提供事实依据和科学数据。

## 4 产量及影响产量因素分析

示范区北农 6 号种植面积 100 亩, 亩穗数为 29.43 万穗, 穗粒数 22.13 粒, 千粒重 39.05 g, 亩产 254.4 kg, 比去年减产近 40%。减产因素分析为亩穗数少, 穗粒数少, 千粒重低。

### 4.1 气候因素

气候条件是造成 1998 年小麦产量低的主要因素, 特别是 1997 年秋种时干旱, 1998 年春季多雨直接和间接造成穗、穗粒的减少和粒重的降低。

#### 4.1.1 秋播季节干旱

旱作水稻 10 月 6 日 ~ 7 日收割, 半冬性小麦可以在最佳播期 10 月 15 日 ~ 20 日播种, 而去年 9 月 ~ 10 月仅降水 20.5 mm, 是怀远县自有气象资料记载以来最干旱的两个月, 比常年同期降水 136.4 mm 少 115.9 mm, 减少 85.3%, 比 1996 年同期降水 93 mm 减少 72.5 mm, 减少 78%。

因旱情造墒, 播期推到 10 月 22 日 ~ 11 月 1 日, 季节紧张, 整地粗放, 出苗率只有 70% 左右。结果, 播种晚, 基本苗少, 冬产前茎蘖苗少, 最终导致亩穗不足(表 6)。从表 6 不

同播期群体动态分析, 亩穗数相当于冬前的总茎蘖苗数; 单株分蘖跟踪调查可看出: 一是冬前发生的分蘖才能成穗, 越冬期间发生的分蘖基本上不同成穗, 而返青后发生的分蘖都是无效分蘖; 二是拔节时有四张以上叶片的分蘖才能成穗, 三张以下叶片的分蘖都不同成穗, 三张叶片的分蘖为动摇分蘖; 三是晚播, 冬前总茎蘖数很少, 穗数不足, 晚播主茎叶片也减少, 北农六号小麦品种, 10月22日播种的主茎有12张叶片, 10月31日播种的, 只有11张叶片。叶片的减少影响穗粒数的增加(表8)。

表8 单株分蘖追踪

Tab. 8 Tracing for single plant's tillering

播期	12月31日		2月10日		3月15日		4月18日		抽算日期
	主茎	分蘖	主茎	分蘖	主茎	分蘖	主茎	分蘖	
10.22	4.8		6.4		8.4		12		4.20
		0.9		2.4		4.8		8	4.21
		0.2		1.7		4.1		7	4.21
				0.6		3.0		6	无效
		5.0		6.7		9.0		12	4.20
				2.7		5.1		8	4.21
				1.9		4.1		7	4.22
				0.1		2.4			无效
10.30	3.5		5.5		8.0		11		4.21
		0.1		1.8		4.0		7	4.23
				0.9		3.0		6	4.23
						2.1			无效
		3.6		5.6		8.0		11	4.21
				2.4		4.7		8	4.22
				1.9		4.2		7	4.23
				0.8		2.9		6	无效
						2.1			无效

#### 4.1.2 春季多雨

1998年3月~5月降水为267.2mm, 比历年同期降水210.7mm多56.5mm, 多降水26.8%, 比去年同期降水173.1mm多94.1mm, 多降水54.4%, 尤其是从小麦抽穗到成熟, 降水157.5mm, 比常年同期降水107.1mm多50.4mm, 多降水32.1%, 比去年同期67.1mm多90.4mm, 多降水54.7%(表9)。

雨水少导致土地湿度和空气温度增加, 不但纹枯病大大发生, 而且原来是长江以南的小麦主要病害——赤霉病, 在示范区也严重发生, 造成实粒数减少, 粒重减轻。

表9 小麦主要生育季节降水量

Tab. 9 Precipitations in the main developing stages of wheat

时间	3月~5月	4.20日~5.30日	
降水量 (mm)	1998年	26.72	157.5
	常年	210.7	107.1
	1997年	173.5	67.1
1998年 比常年	(+ -) (%)	+ 56.5 + 211%	+ 50.4 + 32.1%
1998年比 1997年	(+ -) (%)	+ 94.1 + 35.2%	+ 90.4 + 57.4%

## 4.2 栽培因素

主要是当地农民种植粗放, 小麦肥一次性底施, 不施返青拔节肥, 造成后期脱肥早衰, 穗粒数不足, 粒重降低, 对北农系列大粒型品种影响更大。据调查, 拔节期亩追尿素 10 斤, 千粒重达 37.2 g, 比不追肥的千粒重 32.4 g 增加 4.8 g; 在叶面喷肥上, 客观上抽穗后阴天多, 给叶面喷施带来种种困难, 主观上, 后期管理放松。据调查, 亩喷磷酸二氢钾 25 mg、绿风 95 50 ml, 千粒重达 37.8 g, 比不喷的千粒重 31.2 g 增加 6.6 g。

综上所述, 一次性施肥, 不进行适期追肥, 是栽培上影响产量提高不可忽视的因素(表 10、表 11)。

## 5 发展优势及意义

### 5.1 理化性状好, 易耕性强

旱作水稻稻茬充分利用自然降水资源, 结合适量的人工灌溉, 同时足施有机肥, 巧施化肥, 达到以水改土, 以肥改土, 改善了土壤团粒结构及微生物群态, 增强了保水透气性。耕层加深、土质松软、耕作简易, 对小麦根系生长极为有利。

### 5.2 播期早, 出苗率高

适期播种的旱作水稻收获在 10 月 10 日以前, 淮北地区秋种时节降水普遍偏少, 多数为抗旱播种, 这样就推迟了播种时间, 影响了播种质量, 旱作水稻稻茬由于在收获前 5 天~7 天普浇一次为下茬播种作准备的秋种水, 因而收获后即可耕作播种, 且土壤湿润, 含水量较高。小麦播种质量高, 出苗率及出苗速度都高于后喷水播种的田块。

### 5.3 生育正常, 抗性强

小麦适期播种, 其生育期生理指标符合高产要求, 前期苗齐苗壮, 冬前分蘖高、抗寒性强, 后期根深杆壮, 穗大粒重, 成熟早, 光泽好, 抗旱衰性好, 同时对小麦常发病虫害抵抗性能也较显著, 对自然灾害(冻害、倒伏穗发芽)也表现较好抗性。

### 5.4 产量高、品质好

旱作水稻稻茬小麦生育期拉长, 产量较高, 一般亩产在 350 kg~450 kg, 产量结构千粒重 48.6 kg~53.7 kg, 蛋白质含量达 14.%, 容重达 740 g/L, 新品种的选育及在旱作水稻茬上的推广, 更使小麦无论是质还是量上都有很大飞跃, 这种茬品与品种间的相互协调, 为农业带来一个强有力的生产模式。

### 5.5 科技含量高, 经济效益显著

随着科技在农业上的普及与这种新的农业生产模式的创立, 完全改变了麦稻轮作区水稻高产, 小麦低产的局面, 为亩产细粮双超千斤提供了理论基础和科学依据。据测小麦的收益率一般为 147.0%, 而本模式小麦收益率达到 230%, 这一结果极大地提高了农民的积

表 10 拔节期追肥对粒重的影响

Tab. 10 Affecting of topdressing on the weight of grains of wheat in jointing stage

追肥数量	千粒重(mg)	追肥比对照增加(mg)
尿素 12 斤	37.2	6.6
对照	32.4	

表 11 叶面喷肥对粒重的影响

Tab. 11 Affecting of applying fertilizer to the surface of crop on the weight of wheat's grains

喷肥处理	千粒重(mg)	喷肥比对照增加(mg)
氮酸二氢钾 25mg + 绿风 95 50ml	37.8	6.6
对照	31.2	

极性, 也无形中改变了农民的种植观念, 加快了科技在农村推广的进程, 其意义深远。

## STUDY ON CULTIVATION TECHNIQUES OF INCREASING PRODUCTION IN WHEAT GROWN AFTER DRY RICE HARVESTS

Zhang Yifeng

(*Institute of Geography, Chinese Academic of Sciences, Beijing 100101*)

Wang Dasheng

(*The Office of Agricultural Project, CAS, Beijing 100864*)

Liu Yong

(*Agricultural Technology Station of Shuangqiao, Huaiyuan Anhui, Bangbu 233400*)

### Abstract

Wheat grown after the rice harvest is very difficult to sow in time, because rice is harvested too late. In addition, the soil after rice harvests is hardened and impervious, not good in functions of physics and chemistry, so the production of wheat grown after rice harvests is low and unstable. To change the situation, we advance a test of replacement of rice by dry rice. The result displays that wheat grown after dry rice harvest has increased by 100 kg, because dry rice ripens 10 day earlier than wheat grown after rice and the function of soil can be regulated in physics and chemistry features.

**Key words**    dryrice, wheat developing, crop cultivation

### 作者简介

张义丰, 男, 1954年生。1977年毕业于北京大学地理系, 现为中国科学院地理所研究员。近年主要从事黄河、淮河的研究工作, 主编有《淮河地理环境》、《淮河环境与治理》等专著, 已发表论文数十篇。