

小麦产量形成 的栽培技术原理

梁振兴 刘兴海 主编

S512.104

第1版

北京农业大学出版社

小麦产量形成的栽培 技术原理

梁振兴 刘兴海 主编

S512.104
3

Study on the Principle of Agrotechnique of Yield and Quality of Winter Wheat

Chief Editors Liang Zhenxing
 Liu Xinghai

Beijing Agricultural University Press

(京)新登字164号

图书在版编目(CIP)数据

小麦产量形成的栽培技术原理/梁振兴,刘兴海主编.
—北京:北京农业大学出版社,1994.11
ISBN 7-81002-688-7

I. 小… II. ①梁…②刘… III. 小麦-栽培
IV. S512.101

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第12472号

北京农业大学出版社出版发行
(北京市海淀区圆明园西路2号)
北京市海丰印刷厂印刷 新华书店经销
1994年11月第1版 1994年11月第1次印刷
开本:850×1168毫米1/32 303千字
印张:11.75 印数:0~1050册
定价:9.80元

主 编 梁振兴 刘兴海

副主编 谭 林 马兴林

主 审 梅 楠

编 委（按姓氏笔划排列）

马兴林 刘兴海 杜刚毅 宋奎奇

郭秉晨 梁振兴 蒋 涛 谭 林

责任编辑 赵玉琴

封面设计 郑 川

版式设计 李惠珍

内 容 提 要

本书从小麦生长发育特性、产量和营养品质形成过程、氮素施肥与氮素利用、碳氮代谢与干物质积累、单位面积穗数及穗粒发育的激素调节、小麦生长发育的计算机模拟与调控系统、灌溉决策系统等方面，论述了小麦产量和品质形成的栽培技术原理，并提出了高产、优质、高效栽培的配套技术体系。可供从事麦作科学研究人员、大专院校师生及科技推广工作者参考。

Content Summary

Focusing on the characteristics of wheat growth and development, the formation Process of yield and quality, the hormone regulation on spike number per unit of area and spike and grain development, the system of computer simulation and regulation on wheat growth and development and the system of irrigation scheduling, this book deals with the cultivation principle and technology of wheat yield and quality, provide a complete set of cultivation technology system of high yield, quality and efficiency. The researchers, professors and students of universities and colleges and technicians involved or interested in wheat sciences will find much useful information in the book.

前 言

《小麦产量形成的栽培技术原理》汇集了编者及其同事们近10年来在麦作研究方面的部分论文。这部分研究论文是在执行“七五”、“八五”国家科委和农业部下达的重点研究课题的过程中完成的，论文的内容主要从小麦的生长发育规律、产量和营养品质形成过程、氮素施肥与氮素利用、碳氮代谢与干物质积累、单位面积穗数及穗粒发育的激素调节、小麦生长发育的计算机模拟与调控系统、灌溉决策系统等方面，论述了小麦产量和品质形成的栽培技术原理，并提出了高产、优质、高效栽培的配套技术体系。

本书的出版目的在于和从事麦作研究、教学和推广的同行们切磋研究思路，并获得小麦界前辈们的指教。

在课题研究和论文撰写过程中曾得到梅楠教授、王树安教授、刘广田教授、黄铁城教授、何钟佩教授、黄金龙教授等的指导，论文中的英文提要得到詹英贤教授的斧正，在此一并表示感谢。

编 者

1994年9月于北京

目 录

冬小麦抗逆栽培技术原理的研究	1
I. 打破犁底层对小麦根系发育和抗逆性的影响	1
II. 不同生育期重施氮肥对冬小麦生育和抗逆性的影响	14
III. 中后期重施氮肥对小麦灌浆过程的影响	27
IV. 春季灌水次数、灌水量对冬小麦生育和抗逆性的影响	38
冬小麦的氮素利用与物质生产	54
I. 小麦的氮素施肥与植株的氮素吸收	54
II. 氮在小麦植株体内的运转与分配	67
III. 小麦的氮素吸收与物质生产	76
碳氮代谢对春小麦籽粒淀粉及蛋白质积累的影响	91
I. 春小麦小穗内不同粒位籽粒氮素和干物质积累	91
II. 春小麦碳素代谢与籽粒淀粉和蛋白质积累	101
III. 春小麦氮素代谢对籽粒蛋白质累积的影响	111
IV. 碳氮代谢的互作效应对春小麦籽粒淀粉及蛋白质累积 的影响	118
氮磷钾肥对冬小麦籽粒产量和营养品质的影响	129
I. 氮肥施用量和施用时期对小麦产量和营养品质的影响	129
II. 氮磷钾肥对籽粒蛋白质含量和氨基酸组成的影响	141
III. 小麦籽粒蛋白质的积累及蛋白质含量变化原因分析	149
冬小麦分蘖发生过程中内源激素作用的研究	161
冬小麦分蘖衰亡过程中内源激素作用的研究	170
生长调节剂对冬小麦分蘖发生和衰亡的影响及其对内源 激素的调节	183
叶面喷施MET和植物激素对小麦生长和籽粒发育的 影响	194
小麦栽培化控工程	
——兼谈小麦高产的新途径	204

小麦穗粒发育过程的内源激素调控 (综述)	222
冬小麦的氮素营养与氮素施肥	238
京郊晚播小麦播期、密度效应研究	249
冬小麦计算机模拟与调控系统的研究	259
I. 冬小麦调控决策系统的设计	259
II. 冬小麦温光发育动态模型的研究	269
III. 冬小麦群体生长动态模型的研究	280
IV. 冬小麦生长综合评判模型研究	295
V. 冬小麦调控措施决策的研究	304
京郊平原区冬小麦喷灌灌溉决策系统研究	318
I. 冬小麦喷灌灌溉决策系统总体设计	318
II. 用于灌溉决策的降水时间序列生成	333
III. 冬小麦土壤水分含量动态预报模型研究	339
IV. 冬小麦喷灌灌溉综合决策模型	349

Contents

The Studies on the Principles of Stress Resistance Techniques of Winter Wheat Cultivation 1

I. The effect of breaking plough pan on the root growth
and stress resistance in wheat plant 1

II. The effect of heavy application of N-fertilizer in the
different growth stages on the growth and stress resistance
of winter wheat.....14

III. The effect of heavy application of N-fertilizer on the
process of the grain filling in the middle and late growth
stage.....27

IV. Effect of the times and quantity of irrigation on gro-
wth and resistance to stress in winter wheat38

Research on Nitrogen Utilization and Matter Production in Winter Wheat54

I. Nitrogen application and plant absorption of winter
wheat.....54

II. The transportation and distribution of nitrogen in
wheat plant.....67

III. Nitrogen absorption and matter production in wheat
plant.....76

The Effects of Carbon and Nitrogen Metabolism on the Starch and Protein Accumulation in the Grains of Spring Wheat91

I. Nitrogen and dry matter accumulation in the grain
of different grain position in the spikelet of spring wheat...91

II. Carbon metabolism and starch and protein accumu-
lation in the grain of spring wheat101

III. The effect of nitrogen metabolism on protein accu-

mulation in the grain of spring wheat	111
IV. The interaction effect of nitrogen metabolism on protein accumulation in the grain of spring wheat	118
The Effects of Nitrogen, Phosphate and Potassium Fertilizer on Grain Yield and Nutritional Quality of Winter Wheat	129
I. The effects of the application quantity and time of nitrogen fertilizer on grain yield and nutritional quality of winter wheat	129
II. The effects of nitrogen, phosphate and potassium fertilizer on the protein content and amino acid composition in the grain	141
III. Analyze on the cause of protein accumulation and variation of protein content in the grain of wheat.....	149
Research on the Role of Endogenous Hormones in Tiller Development Process of Winter Wheat	161
Study on the Effects of Endogeneous Hormone in the Process of the Tiller Wither Away of Winter Wheat	170
Study on the Effect of Growth Regulator on Tiller Generation and Wither Away of Winter Wheat and Its Regulation on Endogeneous Hormone	183
The Effects of Leaf Surface Sprinkling MET and Phytohormone on Wheat Growth and Grain Development.....	194
The Chemical Control Engineering of Wheat Cultivation —A New Way for High Yield of Wheat	204
Regulation and Control of Endogenous Hormones in the Process of Wheat Spike and Grain Development.....	222
Nitrogen Nutrition and Nitrogen Fertilizer Application of Winter Wheat.....	238

Study on the Effect of Sowing Time and Density on	
Later Sowed Winter Wheat in the Suburb of Beijing	249
The Study on Computer Simulation and Regulating-	
Controlling System of Winter Wheat.....	259
I. The design of the regulating-controlling system	
of winter wheat	259
II. Study of temperature and photoperiod development	
model of winter wheat	269
III. Study on the dynamic model of population	
development of winter wheat	289
IV. Study on the comprehensive judging Fuzzy model	
of winter wheat growth.....	295
V. Study on the decision making of regulating-	
controlling measure in winter wheat	304
Study on the Sprinkling Irrigation Scheduling System	
of Winter Wheat in the Suburb Plan of Beijing	318
I. Overall design of sprinkling irrigation scheduling	
system of winter wheat.....	318
II. The precipitation time series generation for	
irrigation scheduling system	333
III. The forecast model of soil water content dynamic of	
winter wheat in the suburb of Beijing.....	339
IV. Comprehensive sprinkling irrigation scheduling	
model of winter wheat	349

冬小麦抗逆栽培技术原理的研究

I. 打破犁底层对小麦根系发育和抗逆性的影响

王树安 刘兴海 金连胜

提要 三年的研究表明,绝大多数耕作土壤中,都具有较坚实的犁底层,此层一般位于地表下20cm左右,其坚实度为耕作层的几倍至几十倍,比心土层的坚实度也高一至数倍,其厚度约为5~10cm。采用打破犁底层的措施,可明显地降低土壤的坚实度和容重,增强土壤的蓄水保水能力,改善根系生长的生态条件,促进根系生长。打破犁底层以后,小麦的水平根($0\sim30^\circ$)的比例减少,斜下根($30\sim60^\circ$)和直下根($60\sim90^\circ$)增多,各层土壤中的根量分布也有明显下移的趋势,而且提高了小麦生长后期的根系活力和抗逆性,增强了籽粒灌浆强度,有明显提高千粒重的增产效果。同时,打破犁底层后的第二季或第二年的作物也有增产后效,有的胜于当季,如打破犁底层同时结合深施磷肥或复合肥则效果更佳。

关键词 冬小麦 根 抗逆性

前人的研究证明,小麦籽粒产量的绝大部分来自抽穗后的光合产物,而华北地区此时正值高温、多风、干燥季节,不利于小麦籽粒灌浆,为要充分发挥小麦的增产潜力,必须设法提高小麦后期的抗逆性,以保证正常灌浆和成熟。根系发育的好坏,尤其是后期根系的活力大小,均直接影响着小麦灌浆的优劣与产量的高低^[1,2,3,8,9]。根据我们大量的考查证明,绝大部分耕作土壤

都有紧实的犁底层存在，它们明显地阻碍着根系的发育。虽然前人对改善土壤环境与作物产量的关系做过研究^[4,6,7,9]，但主要侧重在地上部的研究。本研究就是试图通过打破犁底层来改变土壤环境，并着重研究打破犁底层后对根系发育状况及其后期活力的影响，为促进根系发育、提高小麦抗逆性提供理论依据。

1 试验设计与研究方法

试验于1983至1985年在河北省吴桥县进行，试验地按不同土质、地力固定在四个地方，即范家洼(粘土，地力中上等)、范屯林场(壤土，中下等地力)、徐庄(轻壤土，中等地力)、八里韩(轻壤土，中上等地力)。每一类型设置两个处理和一个对照。①打破犁底层；②打破犁底层结合深施磷肥或复合肥；③对照(不打破犁底层)。并在重点田块上进行打破犁底层的后效观察。打破犁底层的方法分为“犁沟套耕”和“人工分层翻土”两种。一般小区试验采用“人工分层翻土”(小区面积 20m^2 ，重复3次)；大区试验采用牲畜“犁沟套耕”(面积 $0.067\sim 0.134\text{ha}$)。

观察和测定的内容有：小麦各生育阶段的次生根数量，后期次生根的分布方向和各层次土壤中根量的垂直分布比例、灌浆期根系的伤流量、叶片的含水率及叶片衰亡速度等。同时，对土壤的容量、坚实度和含水量进行调查。最后对植株性状进行全面考种和小区测产。

根系分布方向测定：用 $30\times 50\times 5(\text{cm})$ 规格的带齿根盘(钉齿间距 3cm ，交错排列，见图1)，于小麦生育后期以植株为中心垂直打入土中，取出土体后，在水中浸泡一夜，用喷雾器冲洗，然后以植株为中心线，按根生长方向与地表的夹角大小分为水平根($0\sim 30^\circ$)，斜下根($30\sim 60^\circ$)和直下根($60\sim 90^\circ$)三种，并计算出各种根所占的比例。

根量分布比例的测定：于收获前用 $20\times 50\times 10(\text{cm})$ 规格的取

• 参加该研究的还有吴桥县农业局郭俊英、科委李绪厚同志。此外，还有崔野韩等同志参加了部分工作。

根箱（见图2）取出原状土柱，然后以10cm一层分别取出，经浸泡冲洗和拣去杂物，最后烘干称重求出根量。

植株伤流液的测定：按金成忠等建议的重量法并稍加改进。另外，坚实度用坚实度计测定，容重用容重器测定。

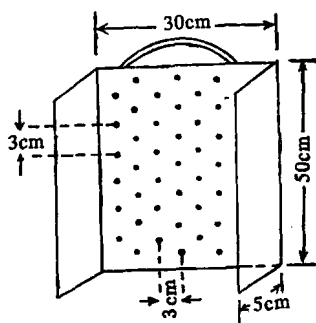


图 1 测定根分布方向的取根盘

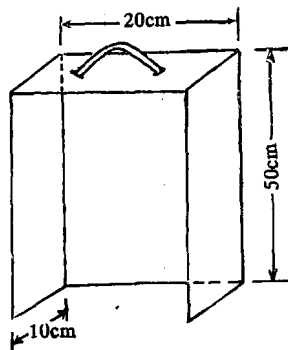


图 2 测定根量的取根箱

2 结果

2.1 犁底层的部位与坚实度 大多数耕作土壤，在耕作层与心土层之间都有一层容重和坚实度较大的犁底层，厚度为5~10cm，呈片状结构。它所在的部位与坚实度因土壤质地和过去的耕作方法不同而有差异。表1结果表明，犁底层的位置一般在地表以下20~30cm，它的坚实度通常是耕作层土壤的几倍至几十倍，比心土层也高一至数倍，而且犁底层的土壤容重也比耕作层和心土层要高（表2）。犁底层的这种物理性状，势必影响根系的下扎和生长。

2.2 打破犁底层对土壤物理性状的影响 三年试验结果表明：打破犁底层后，土壤的坚实度和容重明显减小，土壤渗水速度加快，这样就提高了耕作层以下土壤的蓄水量（表3）。下层土壤含水量的增加，有利于小麦充分利用有限的降雨量。

表 1 不同地块不同层次土壤坚实度与犁底层部位。

地名与土质	深 度 (cm)										测定时的状况
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
林 场(壤土)	18.34	10.74	6.20	5.20	31.94△	15.11	15.52	15.54	13.04	10.70	1983年小麦整地前 (9月)
林 场(壤土)	48.03	38.30	26.97	23.86	50.99△	35.63△	19.43	20.85	25.24	26.32	1984年夏玉米、大 豆整地前(6月)
蒋家峡(粘土)	3.21	16.28	15.44	27.31△	47.47△	14.59	17.46	17.65	16.79	17.46	1984年夏玉米播前 浇水后7天(6月)
郇 庄(粘壤土)	7.80	5.20	5.90	14.20△	11.90	14.00	9.00	16.60	17.50	12.70	1985年5月降雨后 4天(小麦收前)
徐 庄(轻壤土)	4.51	5.62	14.90	18.90△	14.50	12.70	11.40	9.10	7.60	—	1985年5月小麦收
八里韩(轻壤土)	0.49	0.75	1.06	2.78	23.70△	16.60	16.57	18.30	13.60	13.00	1984年小麦播前, 浇水3天

* 坚实度为 kg/cm^3 。△为犁底层部位。

表 2 不同层次土壤容重的变化。

地 点	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	土 质
林 场	1.25	1.25	1.29	1.47△	1.47△	1.32	壤 土
范 家 洼	1.28	1.25	1.47△	1.47△	1.47△	1.40	粘 壤 土

* 容量为 kg/cm^3 。△为犁底层部位。

表 3 打破犁底层对下层土壤含水量(%)的影响

处 理		深 度 (cm)				备 注
		20~30	30~40	40~50	50~60	
徐庄(壤土)	破复	11.6	12.6	14.1	14.6	雨前测定
	CK复	9.1	10.0	11.0	12.5	
	相差	2.5	2.6	3.1	2.1	
范家洼(粘土)	破	19.6	17.0	18.5	20.3	雨后6天测定(雨量40~50mm)
	CK	15.3	15.8	17.7	18.7	
	相差	4.3	1.2	0.8	1.6	

注：“复”指施复合肥料。

2.3 打破犁底层对根系垂直分布的影响 由于打破犁底层后,根系生长的土壤生态条件得到了改善,所以根系生长表现出下层根量有明显增加的趋势(表4),即20~50cm的下层土壤中,根量比对照要高1.47%~11.33%,其中结合施用磷肥和复合肥处理效果更好。在种前茬玉米前打破犁底层后,对后茬小麦仍有明显后效。

图3表明:打破犁底层后,不仅促进了根系的下扎,而且总根也有所增加,处理总根量为664mg/1000cm³较对照 527mg/1000cm³增加26%左右。

2.4 打破犁底层对次生根数目及其分布方向的影响 观察结果(表5)表明,凡打破犁底层的处理,次生根数目均增多,其中结合深施复合肥的处理比对照高30%左右,并可观察到一定的后效。另外,田间观察表明,打破犁底层后直下根增粗、分枝也增多。从根的分布方向来看,打破犁底层后,水平根减少2.7%~13.6%,直下根增多4.1%~7.6%,其中结合施复合肥的处理效果较佳,后季的效果也优于当季。