

xiaomai chaogaochan yanjiu

xiaomai

小麦 超高产研究

傅兆麟 编著



08
1

中国矿业大学出版社

小麦超高产研究

傅兆麟 编著

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书从小麦超高产研究问题提出的背景、小麦产量形成的生理基础、小麦产量形成的系统分析、超高产基因型产量因素的结构特点、超高产小麦品种的类型问题、超高产基因型的株型与冠层结构研究和小麦超高产问题讨论共七个方面,较系统地介绍了小麦超高产的有关问题。该书可供农业院校师生、农业科技工作者和小麦生产者参考。

图书在版编目(CIP)数据

小麦超高产研究/傅兆麟编著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2003. 7

ISBN 7 - 81070 - 729 - 9

I. 小... II. 傅... III. 小麦—栽培—研究
IV. S512.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 055431 号

书 名 小麦超高产研究

编 著 傅兆麟

责任编辑 孙 浩

责任校对 张海平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 中国矿业大学印刷厂

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 6 字数 155 千字

版次/印次 2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1~1000 册

定 价 18.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序 言

随着全球人口数量的不断增加,粮食危机一直成为人们关心的热点问题。中国作为世界人口第一的国家,这一问题更为突出。美国世界观察所所长莱斯特·布朗(Lester R. Brown)博士 1994 年多次撰文提出“未来谁来养活中国人”,虽然他所提问题带有片面性,但我们不能不对此高度重视。正因为如此,我国政府在“九五”期间加强了粮食生产,并提出了明确的生产目标——即“九五”期末年粮食生产达到 5 000 亿 kg。为此,1995 年 10 月 29 日至 11 月 1 日中国农学会与农业部农业司、综合计划司联合在江苏省锡山市召开了“全国 5 000 亿 kg 粮食讨论会”,来自全国的农业专家针对我国农业,特别是粮食生产的历史、现状与未来进行了科学的分析和讨论,提出了解决问题的许多好建议。在我国政府、科技工作者和生产者的共同努力下,这一目标已经实现,人民生活温饱问题也已基本得到解决。但是,随着人们生活水平的进一步提高,需要数量更多、质量更优的粮食和副食品。要达到这一目的,就要对现行种植业进行调整,而产业结构调整的结果是压缩粮田面积。要使粮食作物种植面积降低而总产量保持稳中有增,就必须进一步提高单位面积的产量。小麦作为中国的主要粮食作物在粮食生产中具有重要作用,同时它也是限制我国粮食生产的“瓶颈”。不断地提高小麦产量,解决上述矛盾是摆在广大小麦科技工作者和生产者面前的重要任务。

近年来小麦超高产研究已经引起人们的广泛关注,并进行了大量的研究。作者根据多年研究资料,同时吸收国内外一些最新研

究成果,整理成此书。以此抛砖引玉,推动我国的小麦超高产研究。

在本书编著过程中,作者引用了国内外有关研究者的研究资料,对此表示衷心地谢忱。本书能够顺利出版,还得到安徽省教委自然科学基金重点项目《小麦超产基因型株型结构的研究》、淮北市重大科技攻关项目《专业型小麦新品种的选育研究与开发》和淮北煤炭师范学院学术著作出版基金的资助。

由于作者水平和编写时间所限,书中肯定会有疏漏之处,恳望读者批评指正。

作 者

2003 年 5 月

目 录

序言.....	1
第一章 小麦超高产研究问题提出的背景.....	1
第一节 社会发展的需要.....	1
一、人口生存与发展的需要	1
二、国家粮食安全的需要	2
(一)小麦在我国粮食安全中的战略地位.....	2
(二)我国是小麦进口大国	3
(三)近年我国小麦需求预测	4
(四)我国小麦生产中的问题	5
第二节 小麦生产与科研发展的需要.....	5
一、小麦产量发展与相应栽培技术的研究应用	6
二、小麦育种与小麦超高产育种研究	9
第二章 小麦产量形成的生理基础	14
第一节 光合产物的形成、积累与调节.....	14
一、光合作用是小麦产量形成的生理基础	14
二、改善光合性能是小麦实现超高产的根本途径	15
三、协调小麦群体与个体的矛盾是改善 光合性能的基础	16
第二节 源、库关系与小麦超高产.....	17
一、小麦植株与群体的源、库、流理论	17

(一) 源、库、流的概念	17
(二) 源、库、流间的关系	18
二、小麦源、库对产量形成的影响	19
三、源、库、流关系的研究在小麦超高产中的应用	20
第三节 延缓小麦衰老是改善小麦生育后期光合性能 提高粒重的有效途径	22
第三章 小麦产量形成的系统分析	24
第一节 产量形成影响因子系统分析	24
一、产量形成因子的层次结构	24
二、产量构成因素间的制约关系	27
(一) 产量构成因素间的单向制约关系	27
(二) 产量构成因素受制因素分析	29
第二节 产量构成因素在产量提高过程中的作用分析	33
一、单位面积穗数	33
二、穗粒数	34
三、粒重	35
四、产量构成三因素对产量作用的次序分析	36
(一) 从小麦个体生长发育过程看群体的 产量形成	36
(二) 从产量提高的历史过程看产量因素的 作用次序	37
(三) 产量构成因素的协调问题	38
第三节 影响小麦产量的栽培因子分析	39
一、超高产麦田的土壤背景值分析	39
(一) 超高产对土壤营养状况的要求	39
(二) 超高产小麦对氮、磷、钾的吸收量、需要量 和施肥量	41

(三) 超高产对土壤结构和耕作层的要求	42
二、超高产麦田的管理技术	43
(一) 培肥土壤地力	43
(二) 超高产小麦的种植密度问题	45
(三) 超高产小麦的行距配置问题	52
(四) 超高产麦田的氮、磷、钾及微量元素 配施问题	54
(五) 超高产麦田的氮肥后移问题	56
第四章 超高产基因型的产量因素结构特点	61
第一节 研究材料和方法	62
一、研究材料	62
二、分析项目和方法	62
第二节 研究结果与分析	63
一、超高产基因型的产量潜力分析	63
二、超高产基因型产量因素结构特征分析	63
(一) 不同产量水平下产量因素结构特征的比较	63
(二) 不同类型超高产基因型间的产量因素 构成特征	77
三、超高产基因型产量因素构成的优化与模拟	81
第五章 超高产小麦的品种类型问题	83
第一节 超高产小麦品种类型及特点	84
一、大穗型、中间型和多穗型品种	84
二、根据分蘖成穗类型划分	85
第二节 大穗型小麦品种の利用问题	88
一、进一步加强大穗型小麦品种生长发育基础 的研究	88

二、进一步加强大穗型小麦品种相应栽培技术的研究	89
第六章 超高产基因型的株型与冠层结构研究	90
第一节 株型的研究	90
一、研究材料和方法	92
(一) 株型结构研究方法	92
(二) 基因型的缓冲力指数研究方法	92
二、研究结果分析	93
(一) 超高产基因型的株高构成	93
(二) 超高产基因型的叶片组成分析	98
(三) 不同器官的干物质积累与分配特点	107
(四) 各节间单位茎长重量与单位茎粗比重 指数分析	110
(五) 各叶片的比叶重构成	112
(六) 穗叶比和粒叶比构成特点	114
(七) 单株生产能力构成特点	115
(八) 超高产基因型的缓冲力指数	116
第二节 小麦超高产基因型冠层结构的研究	119
一、研究材料和方法	119
二、研究结果与分析	121
(一) 超高产基因型产量性状表现的一般特点	121
(二) 超高产基因型冠层性状表现的特点	122
(三) 超高产基因型冠层结构的生理性状特征	129
(四) 冠层结构形态和生理性状与产量性状 的相关性	134
三、超高产基因型冠层结构的生产能力分析	139
四、株型与冠层结构的关系	141

第三节 株型和冠层结构研究是超高产育种的	
重要基础·····	142
第七章 小麦超高产问题讨论·····	144
第一节 超高产基因型主要性状的改良问题·····	144
一、产量与产量因素结构的遗传改良·····	144
(一) 超高产基因型的产量因素构成特点·····	144
(二) 超高产基因型产量性状改良的主攻方向·····	145
二、株型与冠层性状的改良·····	146
(一) 株型性状·····	146
(二) 冠层结构·····	150
三、育种途径与方法·····	151
(一) 亲本利用与种质资源创新·····	151
(二) 传统育种技术与现代育种技术相结合·····	152
(三) 加强超高产育种基地建设及其鉴定方法	
的改进·····	153
第二节 超高产的生态与栽培环境问题·····	153
一、超高产小麦的生态条件·····	153
二、超高产小麦的栽培措施问题·····	154
(一) 小麦超高产栽培的基本原则·····	154
(二) 小麦超高产栽培的技术要点·····	154
参考文献·····	158

第一章 小麦超高产研究问题提出的背景

第一节 社会发展的需要

一、人口生存与发展的需要

随着全球人口数量的不断增加,粮食危机一直成为人们关心的热点问题。中国作为世界人口第一大国,粮食问题更为突出。美国世界观察所所长莱斯特·布朗(Lester R. Brown)博士1994年多次撰文提出“未来谁来养活中国人”,虽然所提问题带有片面性,但我们不能不对此高度重视。正因为如此,我国政府在“九五”期间加强了粮食生产,并提出了明确的生产目标——即“九五”期末年粮食生产达到5 000亿kg。为此,1995年10月29日至11月1日中国农学会与农业部农业司、综合计划司联合在江苏省锡山市召开了“全国5 000亿kg粮食讨论会”,来自全国的农业专家针对我国农业,特别是粮食生产的历史、现状与未来进行了科学的分析和讨论,提出了解决问题的许多好建议。在我国政府、科技工作者和生产者的共同努力下,这一目标已经实现,人民生活温饱问题也已基本得到解决。但是,随着人们生活水平的进一步提高,需要更多更优的粮食。要达到这一目的,就要对现行种植业进行调整,而产业结构调整的结果是压缩粮田面积,要使粮食作物种植面积降低而总产值保持稳中有增,就必须进一步提高单位面积的产量。尽管近年来对粮食作物的品质要求越来越高,但产量也一定不能忽视。

二、国家粮食安全的需要

(一) 小麦在我国粮食安全中的战略地位

小麦作为世界和我国最主要粮食作物之一,在粮食生产中具有举足轻重的作用。肖世和博士(1998)认为解决中国粮食生产问题的“瓶颈”是努力提高小麦产量。

我国是世界上小麦第一生产大国。据统计资料表明(郭天财, 2002), 1999 年中国小麦种植面积约占世界小麦面积的 13%, 总产量占世界小麦总产量的 20% 左右, 平均单产比世界平均值高 $1\,260\text{ kg/hm}^2$, 比美国高 $1\,080\text{ kg/hm}^2$, 比加拿大高 $1\,365\text{ kg/hm}^2$, 比澳大利亚高 $2\,040\text{ kg/hm}^2$, 但比德国和法国分别低 $3\,210\text{ kg/hm}^2$ 和 $3\,150\text{ kg/hm}^2$ 。在我国商品粮构成中, 小麦占有重要地位。根据我国商业部门统计, 1988~1992 年间, 小麦的收购量占全国粮食平均收购量的 28.7%; 年均销售量占粮食销售量的 30.3%; 年均库存数量占粮食库存总量的 34.5%。20 世纪 90 年代, 全国每年收购小麦占收购粮食的 30% 左右, 库存占 35% 左右。由此可见, 小麦是我国最主要的商品粮品种。见表 1-1。

表 1-1 1999 年世界、中国小麦生产情况及
小麦在中国粮食生产中的地位

项目	世界	中国	中国世界(%)	占中国粮食(%)
种植面积(千 hm^2)	214 199	29 770	13.9	26
总产量(kt)	578 337	113 880	19.7	22
单产(kg/hm^2)	2 700	3 960	146.7	

资料引自《试论中国的小麦生产与国家粮食安全》(郭天财, 2002)

目前, 我国小麦总量中的 70% 用于农民的口粮和种子, 其余 30% 左右作为城市居民消费或用于食品加工等。我国每年消费小麦的总量约在 $11\,000 \times 10^4\text{ t}$ 以上。从消费结构上来看, 食用消费

占总消费量的 86.2% (其中口粮消费占 69.7%, 饲料粮消费占 16.5%); 种子用量占 5.2%; 损失占 8.4%; 出口占 0.2%。自 1986 年以来, 全国人均小麦消费约在 90 kg 以上, 消费总量呈缓慢递增的趋势。

(二) 我国是小麦进口大国

小麦是世界贸易量最大的最重要的粮食作物。据统计, 全世界每年的小麦进出口额各为 1 亿多吨, 我国过去年进口小麦常年在 $1\,000 \times 10^4$ t 左右, 1979~1990 年我国共进口小麦 $13\,478 \times 10^4$ t, 年平均进口 $1\,123.1 \times 10^4$ t, 占粮食进口量的 86.3%。另据联合国粮农组织(FAO)提供的资料, 1983~1985 年中国从世界市场年均进口小麦 $1\,080 \times 10^4$ t, 占同期世界小麦进口总量 $10\,030 \times 10^4$ t 的 10.8%; 其后的 1986~1988 年进口小麦分别为 760×10^4 t、 970×10^4 t、 $1\,600 \times 10^4$ t, 分别占同期世界小麦进口总量的 9.1%、10.8% 和 15.5%。进入 20 世纪 90 年代以后, 由于我国小麦连年丰收, 总产量不断增加, 进口量有较大幅度下降, 其中 1997 年和 1998 年的净进口量分别只有 195.4×10^4 t 和 148.4×10^4 t。根据 1999 年中美签署的《农业合作协议》, 我国加入 WTO 后, 小麦进口量将从目前的不到 200×10^4 t 增加到 2004 年的 930×10^4 t。见表 1-2。

表 1-2 未来中国小麦供需平衡状况 (单位: 10^4 t)

年份	小麦 总产量	小麦 净进口	小麦 库存量	小麦总 供应量	小麦总 需求量	小麦年 剩余量
1995	10 196	1 162.6	4 707	16 065.6	10 749	5 316.6
1996	11 057	833	6 156.1	18 046.1	10 933	7 113.1
1997	12 329	195.4	8 531	21 055.4	11 251	9 804.4
1998	10 860	148.4	9 254.1	20 262.5	11 461	8 801.5
1999	11 388					
2000	10 679					

(三) 近年我国小麦需求预测

目前,人均占有粮食在一般低收入的发展中国家为 350 kg 左右,中等收入国家为 400~700 kg,发达国家为 800 kg 以上,而我国仅为 393 kg,介于低收入国家和中等收入国家的人均占有量之间,有些地区还生活在贫困线以下。因此,粮食安全问题始终是我国社会经济发展中一个带有根本性的战略问题。根据科学家预测,2005 年、2015 年和 2030 年我国人口将分别增加到 13.5 亿、14.5 亿和 16 亿。目前,我国粮食等主要农产品虽然已经实现供需基本平衡,但到 21 世纪 30 年代,我国人口将增加近 4 亿,居民生活将更加富裕,农村人口将继续向城镇转移,加之退耕还林、还草、还牧等改善生态环境和城市、工程建设等因素,届时人均耕地将减少近 30%,人均水资源将减少 25% 左右,而粮食单产要增加 40% 左右才能满足社会经济发展的基本需求。小麦作为我国最主要的粮食作物之一,随着社会经济发展和人民生活水平的不断提高,我国小麦的消费量呈现出刚性的增长态势,即小麦的人均需求量和总需求量不断增加(见表 1-3),因此,应努力提高我国小麦的产量水平。

表 1-3 2005~2030 年中国人口总数和粮食、小麦需求量预测

年份	2005	2015	2030
人口增长率/%	11.0	7.3	6.5
人口总数(万人)	135 024	145 210	160 269
粮食总需求量(10^4 t)	53 098	58 355	65 974
人均需求量(kg/人)	393.2	401.9	411.6
小麦总需求量(10^4 t)	12 318	14 051	17 364
小麦占粮食(%)	23.2	24.1	26.3
人均需求量(kg/人)	91.2	96.8	108.3

(四) 我国小麦生产中的问题

随着我国新时期农业产业结构的调整,粮食作物种植面积比例下调,尤其是小麦种植面积下调幅度过大,将严重影响到小麦的生产能力。据有关统计资料可知,2000 年全国小麦收获面积为 0.23 亿 hm^2 ,比上年度减少 200 104 hm^2 ,其中冀、鲁、豫等小麦生产地的调减幅度约占全国调减幅度总量的一半左右,总产量比常年需求量 1 150 亿 kg 有所降低,2000 年全国秋播面积在此基础上又减少了 226 104 hm^2 ,比上年减少了 9.7%。又据国家统计局统计资料结果表明,2001 年粮食作物种植面积约为 1.07 亿 hm^2 ,比上年度减少 1.7%,再次低于 1.1 亿 hm^2 的粮食作物面积警戒线,其中,小麦种植面积就减少 4.9%,占粮食种植面积的比重较上年度下降 0.8%。中国作为世界第一人口大国,粮食安全问题不仅是一个经济问题,也是一个政治问题。前面已提到,到 2030 年我国人口将增加到 16 亿,全国小麦的总需求量应达到 1.7 亿 t 以上,我国的小麦生产任务十分艰巨。因此,在稳定播种面积的同时,努力提高小麦单产就成为小麦科技工作者面临的重要任务。

第二节 小麦生产与科研发展的需要

建国五十多年来,我国小麦生产有了很大的发展,单产从建国初期的不足 750 kg/hm^2 增长到现在的 3 750 kg/hm^2 ,增长了 4 倍。在小麦生产的发展中,栽培技术与改良品种的推广利用起了重要作用。据有关研究结果可知,栽培技术的改进和品种的改良在小麦生产发展过程中的贡献大约各占 50%,小麦产量水平的提高伴随小麦科学研究水平的提高同步发展。

一、小麦产量发展与相应栽培技术的研究应用

1. 小麦产量提高的过程

提高产量是小麦栽培技术应用的最基本目标。小麦产量实现的过程是一个系统的、复杂的生物与环境共同作用的过程,小麦栽培技术就是解决小麦基因型与种植环境关系的矛盾问题。任何事物的发展都具有阶段性,在小麦产量不断提高的过程中可分为几个不同的发展阶段,而各个发展阶段矛盾及矛盾的主要方面是不同的。解决好这些矛盾也就是协调好小麦基因型与环境之间的关系,从而使其达到相对较高的产量水平。于振文等(1999)把小麦生产过程中的矛盾归纳为三大类:基因型与环境的矛盾;群体与个体的矛盾;个体内部的矛盾。这三类矛盾在小麦生长过程中,在小麦单产各个发展过程中,在各种各样的情况下都存在。

小麦单产发展的阶段划分可因不同的时期和研究角度不同而异,不同时期各发展阶段产量水平的含义也不同。20世纪80年代王靖宇等(1979)认为当时小麦生产水平阶段性的划分有两种意见:一是667 m²生产400 kg以下为低产阶段,667 m²生产400 kg以上为高产阶段;二是把小麦生产水平划分为低产变中产、中产变高产、高产更高产三个阶段。而他们通过对不同品种的100多个样点分析认为,穗数、穗重与产量的关系存在着明显的阶段性,增穗的增产作用主要分布在667 m²生产400 kg以下;667 m²生产400 kg以上的地块,虽有增穗增产的效果,但就大多数品种和地块来看,对产量起主导作用的,已由穗数转为穗重。据此,他们以穗数、穗重与产量的关系为依据,把小麦生产划分为两个阶段:增穗增产阶段,即低产阶段;增穗重增产阶段,即高产阶段。这样划分,他们认为目标明确,便于按照阶段的主要矛盾采取相应的栽培措施。

于振文教授等(1999)通过总结群众经验和进行试验研究分析,认为小麦单位面积产量的发展可以划分为三个阶段:即低产变

中产阶段,中产变高产阶段和高产更高产阶段。他们根据当时山东省的小麦生产水平,把在 667 m^2 单产低于 200 kg 以下划为低产阶段; $200\text{ kg}\sim 400\text{ kg}$ 为中产阶段; $400\text{ kg}\sim 600\text{ kg}$ 为高产阶段, 667 m^2 生产 600 kg 以上为高产更高产阶段,也称为超高产阶段。他们认为影响第一阶段低产变中产的主要矛盾是小麦个体生长发育与水、肥、土为主的生产条件的矛盾;第二阶段中产变高产的主要矛盾是处理好群体与个体之间的矛盾;第三阶段高产更高产的主要矛盾是植株个体内部的矛盾。

由此看出,我国小麦产量的发展经历了:低产→中产、中产→高产、高产→高产更高产三个阶段,各阶段大体时间为 1949~1980 年、1980~1995 年、1995 至今。目前,我国部分地区开始由高产阶段转向更高的产量水平阶段发展,即向超高产阶段发展。

2. 小麦各发展阶段产量提高的途径与措施

(1) 低产阶段产量提高的途径与措施

在低产阶段,麦田的土、肥、水条件不能满足小麦植株良好发育的要求,个体生长发育不良,群体不够发达,绿色面积小,有机养料制造和积累少,穗少、穗小,产量就低。因而,低产阶段向中产阶段发展需要解决的主要矛盾是,解决影响小麦植株生长与土、肥、水等生产条件的不足问题。要解决这个问题,就需要大搞以土、肥、水为中心的农田水利基本建设:发展灌溉,改良土壤,提高土壤肥力,并在此基础上实行科学种田,采用一系列经济有效的技术措施,这些技术措施主要有深耕深翻、平整土地、围筑地堰和蓄墒增墒;扩大水浇地面积,建立旱涝保收高产稳产农田;广辟肥源,增施有机肥料,实行秸秆还田,贯彻以农家肥为主、以化肥为辅的施肥方针,培养土壤肥力;精细整地,施足底肥,增施磷肥,氮磷配合,配方施肥;选用良种,适期播种,合理密植,培育壮苗,建立低消耗、高产出的群体结构;节约用水,松土保墒;开挖深沟,降低地下水位,洗盐压碱,控制返盐;防治好病虫害;实行机械化,等等。