

黑色食品作物种植与加工丛书

HEISE SHIPIN ZUOWU ZHONGZHI YU JIAGONG CONGSHU

黑粒高营养小麦 种植与加工利用

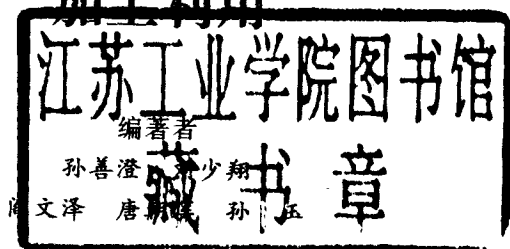
孙善澄等 编著

HEILI GAOYINGYANG XIAOMAI
ZHONGZHI YU JIAGONG LIYONG

金盾出版社

黑色食品作物种植与加工丛书

黑粒高营养小麦种植与
加工利用



金盾出版社

内 容 提 要

本书由山西省农业科学院作物遗传研究所孙善澄研究员等编著,是一部系统研究黑粒小麦的论著。内容包括:黑粒小麦的营养与保健功用,黑粒小麦的遗传育种和良种繁育,黑粒小麦新品种和植物新品种保护,黑粒小麦的栽培与管理,黑粒小麦主要病虫害防治以及黑粒小麦食品的制作方法等。内容丰富,通俗易懂,实用性强,可供广大农民、农业技术人员、乡镇企业从业人员、食品加工人员和农业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黑粒高营养小麦种植与加工利用/孙善澄等编著. —北京:金盾出版社,2003.3

(黑色食品作物种植与加工丛书)

ISBN 7-5082-2279-2

I. 黑… I. 孙… III. ①黑麦-栽培②黑麦-食品加工③黑麦-综合利用 IV. S512.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 103672 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

彩色印刷:北京精美彩印有限公司

黑白印刷:北京瑞兴印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:9.75 彩页:16 字数:205 千字

2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—15000 册 定价:12.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序(一)

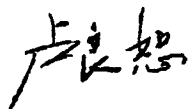
《黑粒高营养小麦种植与加工利用》一书,是我国小麦与中间偃麦草远缘杂交育种家孙善澄研究员等集多年工作之大成而就的新著。本书以黑粒小麦种植和黑粒小麦食品制作为主轴,系统分析了黑粒小麦的营养与保健功用,对黑粒小麦的遗传育种和良种繁育进行了回顾和展望,并对新形势下黑粒小麦新品种和植物新品种保护作了较完整的介绍,是一本既有一定理论深度又富有实践经验的力作。

20 世纪 80 年代中期,国内食品消费者中间掀起了黑色食品热潮。从 1978 年开始,孙善澄研究员就注意研究黑粒小麦,他在采取亚远缘杂交育种的基础上,应用生物工程技术,用六倍体小偃麦蓝粒异代换系、四倍体紫皮小麦进行复合杂交,辅以杂种幼胚离体培养技术,利用南北气候差异进行加速选育,最后培育成适应性广,抗病、抗逆性强,对日照反应迟钝,丰产性和稳产性均好的优良黑粒小麦品种。由于黑粒小麦具有高的蛋白质含量、高的矿物营养元素含量及其利用率、高戊聚糖含量和高的生物黄酮含量,使得该项成果成为小麦营养品质育种的一项重大进展,充分展示了异源基因资源利用的重大作用及对人类营养与保健带来的价值,是具有很好创新意义的特种用途小麦新品种。

随着加入 WTO 和全面建设小康社会的需要,我国农产品结构要进行战略性调整。具有中国自主知识产权和中国特色的黑粒小麦,具有很大的产业化发展前途,应进一步加大开

发力度,不断拓展市场,使黑粒小麦在农产品结构调整方面做出积极的贡献。同时积极拓展黑粒小麦食品制作的领域,改善人们的饮食结构,促进全民族体质的增强。

中 国 工 程 院 院 士
国家食物与营养咨询委员会主任



2002 年 12 月

序(二)

我与孙善澄教授结缘在于黑粒小麦。孙教授一篇有关黑粒小麦的英文版学术论文,引起了我的注意,我经过仔细研究,认定它体现了小麦遗传改良方面的重要成果。这就促成了我们 1996 年在太原市的首次会面。

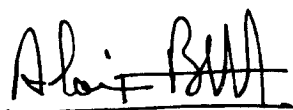
孙教授是一位具有世界影响的小麦遗传育种家和小麦远缘杂交专家。早在 20 世纪 50 年代初,他用中间偃麦草与普通小麦远缘杂交,培育出多抗优质的中字系列小偃麦遗传材料,再将此材料与普通小麦亚远缘杂交获得深蓝粒小麦。并将它和四倍体紫皮小麦杂交经多年系谱选择,20 世纪 90 年代选育出世界上第一个黑粒小麦品种。黑粒小麦在营养成分上有别于白粒小麦,它有高的蛋白质、钙、硒、铁、锌含量,同时与预防结肠癌有密切关系的戊聚糖含量也很高,所具有抗氧化性的黑色素能清除人体内自由基,为身体提供良好的保护作用。

基于孙教授黑粒小麦的突出特点以及他所率领团队的敬业拼搏精神,我们双方从合作走向了合资,成立了山西利马格兰特种谷物研发有限公司。合资公司的目标是:①从事高营养小麦品种,尤其是黑粒小麦品种育种和改良;②为山西和中国中部地区培育优质的面包用小麦;③通过常规和远缘杂交方式,选育出具有抗病和抗逆等优良性状的小麦遗传材料。现在公司的各项工作正高效有序地进行,相信不久的将来,公司能够提供更多更好的农作物品种和种子,从而对山西省乃

至全中国和世界农业做出更大的贡献。

借《黑粒高营养小麦种植与加工利用》一书出版之机,希望中国以及世界各地的人们能够更多地认识 and 了解黑粒小麦,同时积极消费黑粒小麦食品,使黑粒小麦造福全人类。

世界小麦科学委员会委员
法国利马格兰种业集团
驻中国首席代表及总裁



阿兰·博让

2002年12月12日

Foreword

For a long time, as many wheat scientists around the world, I knew the famous elite "Zhong" series created in the 1950's by Prof. SUN Shancheng using distant hybridisation between the wild cereal, *Thinopyrum intermedium*, and the conventional bread wheat, *Triticum aestivum*, for their multiple disease resistances and innovative abiotic tolerance traits, which are at the origin of various well-known genetic stocks and varieties in China and abroad. However, I never met him before the 1990's.

In fact, our first meeting happened in Taiyuan by 1996 after I have noted in the English scientific review, "Plant Breeding Abstracts" a short paper written by Prof. SUN Shancheng and his collaborators where they indicated the release of the first black grain wheat by their team in Shanxi.

Interested for a long time by the plant nutritional properties, I knew the old Asian empirical reputation of black cereals, used as a delicacy and a special food in China from immemorial times. I had also learned from biochemistry that these crops show high contents in proteins, dietary fibers, vitamins and mineral elements, a point confirming the interest of this tradition. But I also knew that in the natural genetic

resources of bread wheat, no black grain genetic resource existed. So, this black grain wheat which was a real new Chinese invention, excited quickly my interest in introducing new genetic diversity into our programmes.

My first trip in Shanxi confirmed this invention born from recombinations of some Zhong progenies with coloured wheat stocks after many years of pedigree selection and we soon firmed a breeding agreement authorising Limagrain to test this specialty genetic material in Europe, where we have rapidly established its nutritional value with the cooperation of the French Institute of Human Nutrition.

Black grain wheat is not only different from other bread wheats by its original colour. It owns a superior nutritional value, due to its higher contents in proteins, calcium, selenium, iron and zinc. Moreover, its pentosan content is also very high, carrying a natural protection versus colon cancer, and its pigment content offers also anti-oxydant properties against free radicals, protecting the body.

After few years of agreement and of win-win exchanges, when we knew each other better and our teams too, we have suggested to our leaders to transform our cooperation in a joint-venture. Both parties agreed and by the end of 2002, we have enjoyed together the foundation of Shanxi Limagrain Special Crops R&D Co. Ltd. , which is still based

in Taiyuan, Shanxi.

This new company has three main R&D goals:

to pursue the breeding and the improvement of high nutritive wheats, and particularly, of course, of black grain wheat varieties in spring, alternative and winter types;

to breed high quality baking wheats for Shanxi and for other parts of China;

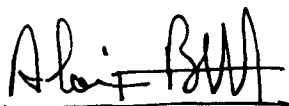
to pre-breed new wheat genetic stocks with innovative biological and technological traits by conventional and wide hybridisation methods, as well by biotechnologies.

Under the research management of Prof. SUN Shancheng, in the next years, I have no doubt that the joint-venture will develop new high yielding specialty wheat cultivars which will improve the revenue of Shanxi farmers and agroindustries.

With the example of the black grain wheat success and now that the book "Cultivation and processing of black grain wheat" is a reality, I am also sure that other breeders in China and in other parts of the world will more use "exotic" genotypes than in the past for creating in their programmes new outstanding wheat varieties, with improved food proper-

ties.

I also hope that several agro-industrialists and nutritionists in China and all over the world will take more attention to the exceptional black grain wheat nutritional value and will widely recommend its consumption for the benefit of Mankind.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Alain Bonjean', written over a horizontal line.

Dr • Alain BONJEAN
Member of the International
Wheat Committee

前 言

小麦是全世界重要的粮食作物,在全球粮食贸易中占有十分显著的地位。近几十年来,世界小麦生产发展很快。小麦总产从 1949 年的近 1 600 亿千克到 1999 年的 5 780 亿千克[联合国粮农组织(FAO)统计数字],增加了 2 倍多,平均每年递增 2.6%。在我国,小麦是仅次于水稻的第二大主要粮食作物,其种植面积和总产量均占我国粮食作物的 1/4 左右。从 1983 年开始,中国小麦总产量一直居世界首位。新中国成立之初,中国的小麦生产明显低于世界平均水平;到 20 世纪 70 年代,已超过世界平均水平;进入 20 世纪八九十年代,先后超越原苏联和美国而跃居世界小麦生产第一大国。

在整个人类营养问题上,一方面,目前全世界约有 8 亿人口仍处于营养不良状态。据 FAO 权威机构的最新预测,至 2010 年世界谷物产量可望达到 23 亿吨,人均 325 千克,届时全球仍将有 6.4 亿人口处于饥饿和营养不良。因此,营养不良问题已令世界震惊。而另一方面,由于营养过剩和不平衡,心血管病、癌症、肥胖症等“富贵病”在发达国家和发展中国家的富裕地区及城市中正迅速扩大。据统计,全球每年死于心血管疾病的有 700 万~800 万人,死于癌症的有 500 多万人。针对这两大突出问题,作为世界主要粮食作物的小麦育种工作,有必要改变只高度重视产量和加工品质的做法,而在营养品质和保健功能上也应有所创新。

一般说的营养不良是指蛋白质的供给不足为主体的,而

必需矿质元素的缺乏带来的危害涉及的人群更大。1999 年的调查结果表明,老年人骨质疏松症发病率约为 30%。无论是发达国家还是发展中国家,人们的营养都严重缺锌。我国约 60% 儿童的锌水平低于正常值。而全世界铁的水平低于正常值的人数超过 20 亿。因严重缺乏某种元素采取短时间的高量补充是可行的,但长期的单项补充势必会造成一系列代谢不平衡。所以,从农作物育种上解决人体最易缺乏元素的整体提高,是一件极有意义的工作。

2001 年,世界粮食奖基金会在世界粮食日为培育出高蛋白玉米新品种 QPM 的两位科学家颁奖,以表彰他们对人类所做出的贡献,并强调其科研成就和受到的奖励,可以与诺贝尔奖相提并论。可见国际粮食专家对营养品质的重视程度。QPM 含蛋白质高达 12%,而一般玉米品种含蛋白质为 9%,相比提高了 33.3%。

小麦营养品质育种是一项较艰难的研究。这主要是由于人们在漫长的小麦栽培中,有意识地向高产方向筛选。特别是孟德尔定律的发现,百年来利用小麦种内品种与品种间杂交,更加促进了向高产和优良加工品质方向的发展。正因为如此,造成了大量优质基因的丢失,致使当今出现了在小麦种内通过常规育种获得高营养品质的品种极度困难的局面。

现在人类在自然界中已获得了多数农产品中的黑色资源。如黑大麦、黑玉米、黑谷子、黑豆、黑芝麻等。从这些黑色资源农产品的分析中,人们发现蛋白质、矿质元素、维生素等含量普遍高于白粒对照。以这些黑色农产品资源为原料,经科学加工而成的自然颜色相对较深、营养较丰富且结构较合理、具有一定调节人体生理功能的黑色食品,具有自然性、营养性、功能性和科学性四大特点。它使人类饮食从食饱、食味进

人到食疗的新阶段,即这些食品不仅可以解决人类的温饱和口福问题,而且具有特定的营养保健功能。但作为世界主要粮食作物的小麦,在自然界中还没有黑粒小麦,只存在不同于白粒、红粒的蓝粒和紫粒小麦。我们经过几十年的小麦远缘杂交研究,获得了小麦近缘种属许多优异的种质材料,又经过亚远缘杂交并结合采用生物技术手段,将蓝色基因和紫色基因组装在一起,使小麦的蛋白质、人体必需矿质元素、优质膳食纤维及生物黄酮的含量有了一次突破性的提高,培育出既能解决营养不良问题,又能防治“富贵病”,并使众多亚健康状态人群恢复到健康状态的黑粒小麦品种。该项成果是小麦营养品质育种的一项重大突破,充分展示了异源基因资源利用的重大作用及对人类营养与保健带来的重要价值。

黑粒小麦所显示的创新成果,主要体现在以下几个方面。

一是子粒颜色创新。自然界普通小麦除白粒、红粒外,还有少量的紫粒与蓝粒,但不存在紫蓝色黑粒小麦。它填补了小麦属中无黑粒(紫蓝粒)小麦的空白。

二是营养品质创新。主要表现在:

①蛋白质含量高。黑粒小麦蛋白质含量一般比白粒小麦对照高 50% 以上,而产量在一般年份同对照相等。因黑粒小麦抗逆性强,在气候条件特殊的年份比对照增产。

②矿物营养元素含量高。人体普遍最易缺乏的必需矿质元素是钙、铁、锌,较大地区性缺乏的元素是硒和碘。而目前在食盐中已加碘给予补充,所以钙、铁、锌和硒则全靠饮食获得。黑粒小麦所含钙和硒分别是白粒小麦对照的 4 倍,铁和锌的含量分别比对照高 62.9%~113% 和 19.5%~71.9%。在动物实验中表明,黑粒小麦含的铁和锌比对照的表观吸收率分别高 84% 和 62%。

③矿物营养元素利用率高。谷物食品中普遍含有较高的植酸,小麦中一般含植酸0.8%左右。植酸是影响钙、铁、锌等吸收利用的重要因子。但植酸酶则是专一水解植酸而提高钙、铁、锌等生物利用率的水解酶。将黑粒小麦和白粒小麦品种的植酸含量和植酸酶活性进行分析表明,黑粒小麦的植酸比植酸酶活性的比值最小。也就是说,黑粒小麦不仅必需矿质元素含量高,而且利用率也高。

三是保健品质创新。主要表现在:

①戊聚糖含量高。黑粒小麦的戊聚糖含量比白粒小麦高19.5%~59.3%。近期医学研究资料表明,总膳食纤维摄入量和预防结肠癌无关,而戊聚糖的摄入量和结肠癌的死亡率呈显著负相关。

②生物黄酮。黑粒小麦与白粒小麦相比,表观最大特征是具黑色素,它的主要成分是生物黄酮类化合物。生物黄酮具有很强的抗氧化和清除自由基作用。这是白粒小麦所不能比的对人体保健特殊性贡献之一。

黑粒小麦的这些特点表明,小麦高营养品质育种是完全可行的。黑粒小麦育种,是小麦高营养品质育种的重要内容。

因此,培育高营养优质黑粒小麦新品种,使广大农民掌握其耕作栽培技术,扩大种植面积,加大开发力度,是符合目前人类营养所需的,同时也是我国发展特色农业的重点项目。这一以人为本开拓市场的重大项目研究,对提高我国农业在国际市场上的竞争力及增加农民收入都有着重大的促进作用。

山西省人民政府发展计划委员会于2001年将黑粒小麦产业化项目定为山西省“十五”计划特色农业项目,并通过投标筛选了山西振东五和食品有限公司、山西绿是金实业有限公司和山西仙塔食品工业集团有限公司等五家企业,开发黑

粒小麦产品。目前这些企业已将产品打入市场。其中仙塔食品工业集团有限公司的黑粒小麦产品已进入德国市场。我们同享有国际盛誉的法国利马格兰种业集团从 1998 年开始合作,旨在培育适于亚洲、欧洲种植的高营养黑粒小麦品种,研制高营养优质黑面包、三明治等食品以及开发饲料黑粒小麦。目前,以合资方式成立了山西利马格兰特种谷物研发有限公司,从而使黑粒小麦从局部地区性育种向更适合的更大范围的国际上的科技运作发展。这样做也更能发挥知识产权的价值,使其在国际经济运行规则中有一个较好的运行和发展。

黑粒小麦面粉与普通白小麦面粉一样,可以制成各种各样、花色繁多的食品,且所制作的食品为功能性保健食品。我们希望这些黑粒小麦面粉食品能够进入寻常百姓家的日常餐桌,增强人民体质,为实现更高水平的小康社会和发展饮食文明打下良好的基础。

目 录

第一章 黑粒小麦的营养与保健功用	(1)
第一节 黑粒小麦的三大供能营养素	(1)
一、蛋白质	(2)
二、脂肪	(4)
三、碳水化合物	(5)
第二节 黑粒小麦的矿物营养	(7)
一、钙	(9)
二、锌	(11)
三、铁	(14)
四、硒	(18)
五、其他矿物元素	(21)
第三节 黑粒小麦的维生素	(24)
一、维生素 A	(24)
二、维生素 C	(25)
三、维生素 E	(26)
第四节 黑粒小麦的生物黄酮和廿八醇	(29)
一、生物黄酮	(29)
二、廿八醇	(29)
第五节 黑粒小麦的保健功用	(30)
一、传统中医的认识	(31)
二、黑粒小麦与益寿	(32)
三、黑粒小麦与肥胖症	(33)
第二章 黑粒小麦的遗传育种和良种繁育	(37)