

中國燕麥

杨海鹏 孙泽民 等 编

农业出版社



中 国 燕 麦

杨海鹏 孙泽民 等编

农 业 出 版 社

编写人员（以姓氏笔划为序）：

王耀清 叶福钧 孙泽民 陆大彪 李成雄 杨海鹏
张志华 屠丽珠

审稿人员：

胡文绣 史锁达 高崇林 王之初

绘图：

门 宜

中 国 燕 麦

杨海鹏 孙泽民 等编

• • •
责任编辑 张兴瓚

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行 通县向阳印刷厂印刷

850×1168mm32开本 8.625印张 20²千字

1989年12月第1版 1989年12月北京第1次印刷

印数 1—464 册 定价 5.40 元

ISBN 7-109-00937-8/S·712

燕麥是我國古老的農
作物，發展燕麥生產對改
變高寒山區面貌加
強民族團結，增強人民健
康具有重要意義。

金善寶 題

前 言

燕麦是我国华北、西北、西南高寒地区的古老农作物之一，也是重要的饲草、饲料作物。我国是裸燕麦的起源地，拥有裸粒、抗旱、耐瘠、早熟、高脂肪等特性的种质资源与极为丰富的耕作栽培经验。建国以来，华北地区农业科研单位、高等院校，在新品种选育及丰产栽培、基础理论研究等方面做了大量工作，促进了燕麦生产的发展，取得了较明显的经济效益。为之对我国燕麦科研、生产状况作一次全面的回顾与系统的总结，使之更好地面向生产、服务于生产，1931年开始酝酿编写《中国燕麦》一书，几年来，认真地进行准备、收集资料、分工撰写。1982—1985年先后在内蒙古、山西、江苏、北京进行了四次审稿、修改、补充，于1986年底完稿。

《中国燕麦》是迄今为止我国第一本较为系统完整地介绍燕麦的书籍，包括燕麦的植物学特征、生物学特性、燕麦分类、品种资源、燕麦的遗传、裸燕麦新品种选育、良种繁育、裸燕麦栽培技术、主要病虫害及其防治、田间试验方法等。重点介绍裸燕麦。

在本书编写过程中，承蒙中国农业科学院、内蒙古农业科学院、山西省农业科学院高寒区作物研究所等单位的大力支持，特此一并致谢。

由于编者掌握资料有限，编写水平不高，谬误之处，敬请读者不吝指正。

编 者

目 录

概论.....	1
第一章 裸燕麦植物学特征	15
第一节 裸燕麦的形态与解剖.....	15
第二节 裸燕麦的幼穗分化.....	31
第二章 裸燕麦生物学特性.....	39
第一节 裸燕麦的生长与发育.....	39
第二节 裸燕麦的生长发育与环境条件.....	47
第三节 关于裸燕麦不孕小穗的问题.....	56
第四节 裸燕麦的胚胎发育.....	60
第三章 燕麦的分类	75
第一节 燕麦分类系统.....	75
第二节 燕麦分类的简史.....	76
第三节 国内燕麦属下分类.....	79
第四节 国外燕麦分类概况.....	80
第四章 燕麦的品种资源	81
第一节 燕麦的种植历史与起源的探讨.....	81
第二节 中国燕麦品种资源的特点.....	88
第三节 裸燕麦优良品种介绍.....	92
第四节 燕麦品种资源的研究.....	104
第五章 燕麦的遗传	108
第一节 燕麦形态性状遗传.....	108
第二节 品质性状遗传.....	127
第三节 抗逆性遗传.....	133

第四节 熟性遗传	141
第六章 裸燕麦新品种选育	144
第一节 育种目标	145
第二节 引种	149
第三节 系统选育	150
第四节 有性杂交	152
第五节 辐射育种	165
第六节 品种区域试验	168
第七章 裸燕麦良种繁育	170
第一节 良种繁育的方针任务	170
第二节 良种混杂、退化的原因及其提纯复壮的措施	175
第三节 健全良种繁育体系	176
第四节 种子检验技术	177
第八章 裸燕麦的栽培技术	180
第一节 土壤耕作	181
第二节 施肥	189
第三节 轮作换茬	201
第四节 合理密植	205
第五节 播种技术	214
第六节 选用良种	219
第七节 田间管理	223
第八节 及时收获	227
第九章 裸燕麦主要病虫害及其防治	229
第一节 裸燕麦的病害	230
第二节 裸燕麦的虫害	245
第十章 田间试验任务、方法与结果的统计分析	256
第一节 田间试验的基本概念	256
第二节 田间试验的原则	259
第三节 田间试验结果的整理与分析	268

概 论

燕麦是禾本科燕麦属(*Avena*)的草本植物,是重要的饲草、饲料作物,也是古老的农作物。一般分为带稃型和裸粒型两大类。世界各国的栽培燕麦以带稃型为主,其中最主要的是栽培燕麦(*Avena sativa*),其次是东方燕麦(*A. orientalis*)、地中海燕麦(*A. byzantina*),绝大多数用于饲养家畜家禽。中国栽培的燕麦以裸粒型为主,常称裸燕麦(*A. nuda*),其子实几乎全部食用。

裸燕麦别名较多,华北称之为“莠麦”,西北称之为“玉麦”,西南称之为“燕麦”,也称“莠麦”,东北称之为“铃铛麦”。据《中国农业遗产选集》记载,历史上中国燕麦的异名更多,《尔雅·释草》(公元前476—221年)称“藨”即“燕麦”,《穆天子传》称之为“莠草”,《黄帝内经》(春秋战国)称之为“迦师”或“阿师”,《史记》(公元前104—96年)称之为“藨”,《广志》称之为“柝草”,《唐·本草》称之为“草藨麦”,《庶物异名疏》称之为“错麦”,《植物名实图考》及晚清以后的地方志上称之为“油麦”。莠麦一词始见于1830年的《瑟榭丛谈》。

我国燕麦的种植历史,据《史记》记载,《司马相如列传》在追述战国轶事中提到的“藨”,按孟康(三国广宗人,魏明帝时任弘农守)的注释:“藨,禾也,似燕麦”。因为“藨”属于禾的范畴,故与

稻、秫、菰、粱一样,同属于大宗栽培作物。由此可见,我国裸燕麦的种植历史至少已有2100年之久。据罗马史学家普林尼(Pliny The Elder公元23—79年)记载,欧洲种植燕麦的可靠历史是公元前一世纪。因此,中国燕麦的栽培史略早于世界其他国家。

关于裸燕麦的起源,至今虽无出土文物的考证,但世界不少学者认为起源于中国。例如,瓦维洛夫(Н. И. Вавилов)在世《界栽培作物起源八大中心》中指出:“裸粒型燕麦起源于中国”。斯坦顿(A. R. Stanton)在《燕麦与燕麦改良》一书中也提到大粒裸粒型燕麦起源于中国。茹考夫斯基(П. М. Жуковский)在《育种的世界植物基因资源》中进一步叙述:“裸粒类型燕麦是地理特有类型,在中国与蒙古的接壤地带由突变产生。因此,这个发源地可以认为是裸燕麦的初生基因中心”。近年来,我国燕麦工作者通过对农家品种及野生种的染色体和同工酶的表型30条酶带的鉴定及其迁移率的差异,可以认为上述结论是有一定的可靠性的。

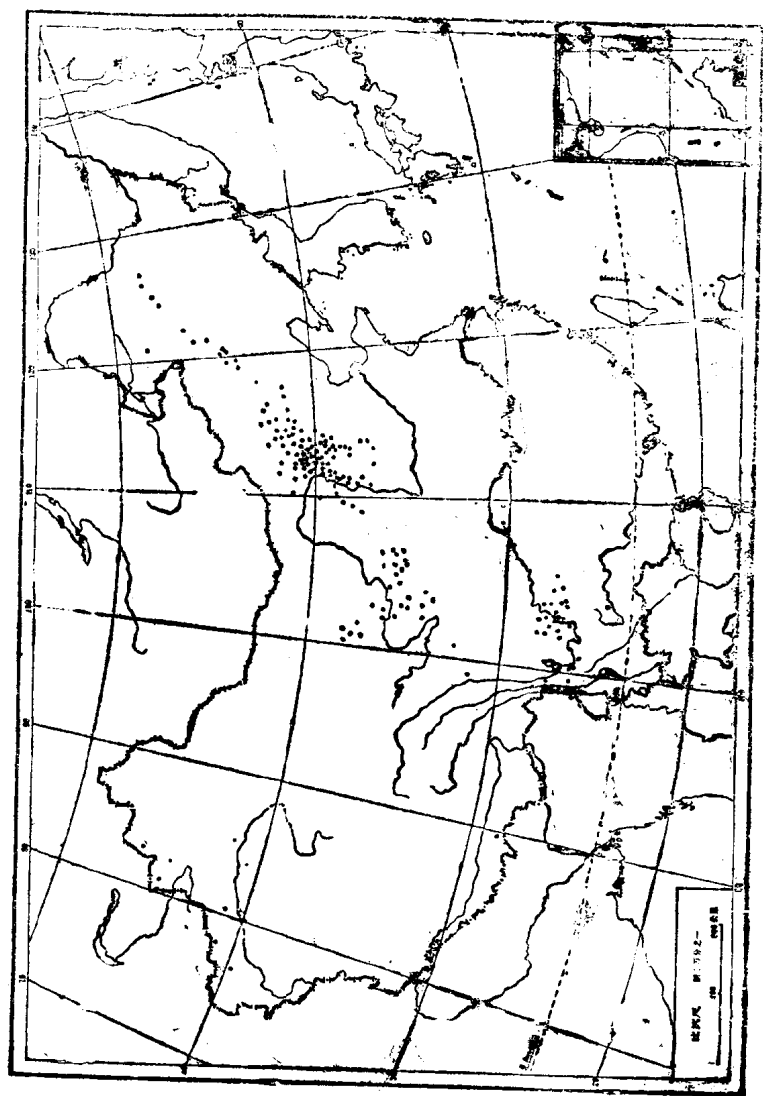
二

燕麦性喜凉爽、湿润,主要分布在北半球的温带地区。

燕麦在世界禾谷类作物中,总产量次于小麦、水稻、玉米、大麦、高粱,居第六位。据1984年联合国粮农组织统计,全世界燕麦总面积2552.6万公顷,总产量43355kt;其中,苏联1280.6公顷,产量15000kt,居第一位;美国328.7万公顷,产量6850kt,居第二位;加拿大、澳大利亚、波兰分别居第三、四、五位。1984年世界燕麦的平均产量为每公顷1698kg(折合每亩113.2kg),但同年,欧洲的燕麦高产国家,爱尔兰、英国、瑞士每公顷产量为5714.0kg、5183.0kg、5146kg,丹麦则达到6000kg。

燕麦在我国粮食作物播种面积中的比例很小,然而产区集

中。据1936年统计，当时全国燕麦总面积1600万亩，总产量 900 kt。1956年河北农业大学等六院校编著的《作物栽培学》记述



图布分燕麦国中

有：内蒙古自治区的种植面积占全国总播种面积的36.8%，河北20.7%、甘肃18.0%，山西14.7%，这四个省区共占90.2%。目前，我国燕麦历年种植面积约2000万亩左右，主要播种的省区是：内蒙古、河北、山西、甘肃、陕西、云南、四川、宁夏、贵州、青海等十个省区。此外，新疆、黑龙江、湖北、安徽、辽宁、吉林、西藏亦有零星种植，全国约有210个县种植燕麦，其中以内蒙古自治区的阴山南北，河北省的阴山、燕山地区，山西省的太行山区、吕梁山地区种植面积较大，历年保持在1400—1500万亩，约占全国燕麦面积的四分之三。陕、甘、宁、青四省区的六盘山、贺兰山、祁连山以及云、贵、川三省的大、小凉山的高海拔地带也有一定的种植面积，我国燕麦分布状况见附图。

我国裸燕麦产区集中的原因是多方面的：一是产区的自然条件符合燕麦生物学特性的要求，与其他作物相比较稳产多收。例如：内蒙古乌兰察布盟1949—1980年统计，平均裸燕麦每亩产量比小麦高0.29kg，而且裸燕麦田间管理比小麦省工，出粉率比小麦高10%左右；二是产区畜牧业占有较大比重，裸燕麦的秸秆是主要的饲草来源，保持燕麦的一定种植面积，对于畜牧业发展关系极大；三是裸燕麦对当地的自然条件的适应性强，种子萌发与幼苗阶段对低温反应不敏感，故对播种期的要求不严格，早播者可以在4月上、中旬，晚播者可以在6月中、下旬，有利于调节农事活动，减轻产区的春旱危害。

三

燕麦是营养价值极高的禾谷类作物之一。据中国医学科学院卫生研究所综合分析的结果（1981年《食物成分表》第三版），我国裸燕麦粉（俗称莜麦面）中，含蛋白质15%，分别比面粉、

大米高一倍以上。裸燕麦粉中脂肪含量为8.5%，分别比面粉、大米高4—6倍。两者含量都超过小米面、玉米面、高粱及高粱面、荞麦粉、黄米面、大麦粉等食粮。裸燕麦的释热量以及磷、铁、钙等含量，与上述8种粮食相比，几乎都占首位。此外，据国内外的资料记述，带稃型、裸粒型燕麦中都含有维生素B₁、B₂及较多的维生素E。我国古代有关燕麦营养价值的记载，如《唐·本草》即以“催乳录之”。至今我国西南地区的少数民族依然保留着妇女产期、哺乳期喝燕麦汤的习惯。

裸燕麦粉中蛋白质的氨基酸组成比较全面，人体不能自行合成但又必需的氨基酸含量比较多，据中国医学科学院分析，每100g中，赖氨酸0.68g，缬氨酸0.96g，苏氨酸0.61g，亮氨酸1.34g，蛋氨酸0.23g，异亮氨酸0.50g，色氨酸0.21g，苯丙氨酸0.86g；而面粉中的赖氨酸只有0.26g，玉米0.31g，大米0.26g，高粱粉0.23g，裸燕麦粉中赖氨酸含量比面粉高0.418%，比玉米粉高0.372%，比大米高0.425%，比高粱面粉高0.448%。

近三十年来，国内外对谷物子实中的赖氨酸含量相当重视，一般认为提高粮食营养价值的办法是增加赖氨酸，如果赖氨酸增加0.2—0.3%，可使营养价值提高70—80%，达到动物性食物的标准。据《中国粮油科技》（1981年）报道，我国谷物每年消耗量约 1.2×10^4 kt，如果赖氨酸增加0.2—0.3%，就相当于增加40kt蛋或240kt肉中的蛋白质，但从裸燕麦中赖氨酸的含量可见其营养价值之高。

裸燕麦的脂肪中富含亚油酸。据中国农业科学院综合分析室等单位的分析结果：裸燕麦亚油酸含量占脂肪酸含量的38.1—52.0%，即占子粒重量的2.0—3.0%。1981—1985年，中国农业科学院与北京市第二医院、海淀医院、公安部医院、邮电部医院、北京市心肺血管病防治研究中心等单位协作，对680例患者

进行临床观察统计，并进行了四轮动物试验，结果是服用燕麦片3个月的高血脂患者（日服量100g），胆固醇、 β 脂蛋白、甘油三脂、体重都明显降低，疗效与冠心病无显著性差异，且无任何副作用，对于因肝、肾病变，糖尿病，脂肪肝等引起的继发性高血脂血症也有同样明显的疗效。

据澳大利亚奥肯福尔（D.G.Oakenfull）1979年试验，谷物中只有燕麦含有皂甙，微量的皂甙与植物纤维结合，可使纤维具有吸附胆汁酸的性能，促使肝脏中的胆固醇转变为胆汁，随粪便排出体外，以此来解释燕麦降低胆固醇的机理。

燕麦茎叶秸秆多汁、柔嫩，适口性好。其蛋白质、脂肪、可消化纤维高于小麦、大麦、黑麦、谷子、玉米，而难以消化的粗纤维较少。据《家畜饲养学》（1979年8月，农业出版社）记载，裸燕麦秸秆中粗蛋白含量5.2%、粗脂肪2.2%、无氮抽出物44.6%；粟秸（谷草）分别为3.6%、1.4%和34.7%；玉米秸中分别为6.3%、1.2%和23.2%；小麦秸中分别为3.2%、1.5%和34.6%，难以消化的粗纤维燕麦中为28.2%，小麦秸中39.1%，玉米秸中33.1%，粟秸（谷草）中44.6%。

青饲燕麦可提高乳牛产奶量是世界养牛业所公认的。我国各奶牛场亦多种燕麦用于青饲，其子粒饲养种公畜或病弱畜，碎壳作饲料填充物可防止鸡雏营养不良引起的羽毛脱落。据加拿大畜家禽协会的巴尔纳夫（Balnave）1972年测定，饲料中掺入1%的亚油酸足以维持鸡的产蛋量及鲜蛋重量，并使卵粒增大。

燕麦片是欧、美各国的主要早餐、快餐食品，美国每年用8—10%的燕麦子粒做成麦片供应市场。在面粉中稍掺入燕麦粉即可增加柔性和清香味，尚可制成高级饼干、婴儿和儿童食品。我国京、津、沪等大城市有从裸燕麦产区调入燕麦制作高级糕点的传统习惯。燕麦秸秆是造纸的好原料，其纸张的拉力与光泽度可

与新闻纸媲美。另据国外报道，涂有燕麦粉的纸张包装乳制品具有防腐作用；燕麦青干草可用来提取叶绿素、胡萝卜素。燕麦稃壳中含有多缩戊醛，是制造糠醛的原料，用于石油化工业。

四

我国燕麦的自然区划、分布与特征

（一）我国燕麦的自然区划

我国燕麦主要分布在华北、西北、西南。产区之间自然、地理条件相差悬殊，栽培制度、品种类型以及生产中存在的问题都不相同，因而形成了明显的自然区域。70年代以来，通过全国燕麦生产、科研协作会议，组织区域性试验以及引种观察等等，进一步明确了我国燕麦的自然区划，经1981年全国第四次育种会议讨论，将我国燕麦的自然区域划分为两个主区、四个亚区，作为制订燕麦栽培措施的依据。

北方春性燕麦区，包括：华北早熟燕麦亚区；北方中、晚熟燕麦亚区。

南方弱冬性燕麦区，包括：西南高山晚熟燕麦亚区；西南平坝晚熟燕麦亚区。

（二）各区域的自然条件与生态型

北方春性燕麦区：

1. 华北早熟裸燕麦亚区 本区包括内蒙古的土默特平原、山西省的大同盆地、忻定盆地。这一地区据统计历年种植面积约100—150万亩，占全国燕麦总面积5—7%。本区地势平坦，海拔1000m左右；土壤类型为石灰性冲积土、栗钙土，肥力较高，年降水量300—400mm，7—8月份占全年降水量50%以上，年际间，月际间变动大；年平均温度4—6℃，7月份平均温度接近或

高于 23°C ，6—7月份绝对高温可达 35°C 。燕麦生育前期低温干旱，后期常遇到高温逼熟，对于子粒灌浆、成熟有一定影响。因此，这一地区的裸燕麦播种期一般在4月上、中旬，收获期在7月中、下旬，以便利用早春的返浆水达到出苗整齐的目的，利用夏季适温避免青枯早衰。这一类型的裸燕麦春性表现较强，分蘖力、抗寒、抗旱性均较强，植株较低，小穗与小花数量少，千粒重16—20g，生育期90天左右。代表品种为当地小裸燕麦（俗称夏莪麦），近年来的推广品种是永492、华北2号。

2. 北方中、晚熟燕麦亚区 本区包括：新疆的中西部；甘肃省的贺兰山、六盘山南麓的定西、临夏地区；青海省的湟水、黄河流域的山区；陕西省秦岭北麓，榆林、延安地区；宁夏的固原地区（六盘山北麓）；内蒙古的阴山南北；山西省的晋西北高原及太行山、吕梁山地区；河北省的坝上地区；北京市的燕山山区；黑龙江大小兴安岭南麓。据统计，本区燕麦种植面积1600万亩左右，占全国燕麦总播种面积80%。本区地形极为复杂，海拔500—1700m，土壤类型由森林黑钙土、草甸栗钙土至淡栗钙土，肥力差异极大。由于受大气环流的影响，夏秋雨季来自太平洋的季风到达本区已成强弩之末，冬春雨季又受蒙古高原气压的影响，故本区干旱、多风，春旱频繁。降水量为300—450mm，年际间、月际间变率更大，常年六、七、八3个月降水量占全年降水70%左右，此时气候湿润，与裸燕麦的需水盛期吻合。本区年平均温度 $2.5-6^{\circ}\text{C}$ ，4—9月份太阳辐射能 $334400-397100/\text{cm}^2$ ，全年日照时数2500—3000小时，大于、等于摄氏 10°C 的有效积温1500—2400 $^{\circ}\text{C}$ ，能满足裸燕麦对光、热、水的要求。这一亚区的燕麦又可细分为三种类型：

丘陵山区旱地中晚熟种 这是最主要的类型。种植面积超过1200万亩，特点是苗期发育缓慢，分蘖力极强，在6月底或7月

初之前长期匍匐，拔节期不明显；7月上、中旬进入雨季或雨水较多时，迅速拔节，有“候雨习性”。这一类型植株高大，茎秆软弱，叶狭长而下垂，子粒较大，千粒重22—25g。其生育情况是在5月中、下旬（立夏至小满，或小满后）种植，8月下旬或9月上旬（处暑至白露，或白露后）收割。全生育期95—110天。代表品种当地大粒裸燕麦（俗称秋莜麦），推广品种是五寨三分三、华北一号。

丘陵山区旱地早熟种 这一类型常用作备荒品种。它的一般性状与前一类型相似，所差异是植株低矮，匍匐期长，灌浆期极其迅速，千粒重20g以下，生育期80—85天，代表品种是当地小粒裸燕麦，蒙燕1809。

滩川旱地中熟种 种植面积通常超过350万亩。由于种植在地下水位较高，土壤肥力较高的地带，其中一部分地区还可利用洪灌溉。因此，这一类型苗期半直立至直立，叶较短而宽，叶色黄绿或深绿色，植株较高大，茎秆较稳固，圆锥花序较大，结实性良好，耐水肥，抗倒伏能力稍强，这一类型通常在5月上、中旬（立夏前后）播种，8月中旬前（处暑前）收获，全生育期90—95天。代表品种是三分三，近年来的推广品种是578、雁红11号。

南方弱冬性燕麦：

1. 西南高山晚熟燕麦亚区 主要分布在云、贵、川的大、小凉山；川北的甘孜、阿坝；云南高黎贡山等。海拔为2000—3000m的高山地带，种植面积曾达150万亩左右，这一类型在生育期间经由三个不同的温度阶段：即从播种期之后，逐渐由高温走向低温；在幼苗阶段长期处于低温、短日照条件之下，最低温度一般可达-10℃；直至翌年初，温度急剧回升，昼夜温差不大，光照强度大。这一地区总的来说亦属冷凉地区，年平均温度5℃，年降水量1000mm左右，整个生育过程中光照严重不足。

第一年10月中、下旬种植，翌年6月中、下旬或7月初成熟，全生育期220—240天，因此，这一生态类型的特征是抗寒性强，抗旱性亦较强，抗倒伏能力差，抗落粒性较差。其特征是叶细长、淡绿，幼苗长期匍匐，分蘖力极强，植株高大而茎秆软弱，轮层多、铃多，小穗、小花发育相对较好，但因后期遇高温逼熟或光呼吸消耗大而千粒重较低，一般为15g左右，少者12—14g，个别不足10g。代表品种是托托燕麦与乌堵等。

2. 西南平坝晚熟燕麦亚区 本区包括云、贵、川大、小凉山的平坝地区，气候条件与高山晚熟亚区相近。由于土壤比较肥沃，耕作管理上较细致，改撒播为条播，水利条件较好，小气候也较湿润，种植面积100万亩左右，是西南燕麦的高产区。这一亚区的燕麦，主要是植株高大，茎秆较稳固，苗期发育较缓慢，但匍匐期较前者短，叶较宽大，叶色深绿，剑叶稍直立，圆锥花序较大，小穗小花结实性良好，灌浆期略长，千粒重17g左右。传统的种植是第一年10月中、下旬播种，翌年5月下旬或6月上旬成熟，全生育期200—220天，主要代表品种为云南大粒裸燕麦，近年，亦有春播秋收者。

五

建国前，我国燕麦生产无人问津，长期处于自生自灭的状态，科学研究工作既无专门机构，又无专职人员。建国后，燕麦生产及科研工作有了很大改观，主要表现在五个方面：

第一，科研队伍从无到有，从小到大得到了壮大。从50年代起，中国农业科学院作物研究所设专职人员，从事国内外燕麦品种资源的收集、整理、保存工作。华北地区科研单位也先后开展了当地农家品种的收集、整理。60年代初，内蒙古、河北、山西