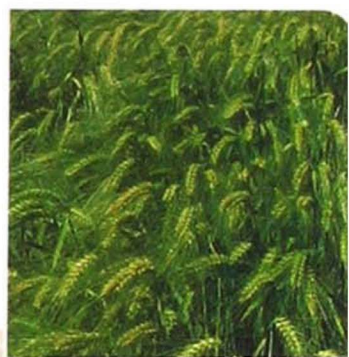


大麦 生理生化生态及 遗传育种栽培研究与应用

DA MAI SHENG LI SHENG HUA SHENG TAI JI YI CHUAN
YV ZHONG ZAI PEI YAN JIU YV YING YONG

曹连莆 齐军仓 等◎著



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

大麦生理生化生态及遗传 育种栽培研究与应用

曹连莆 齐军仓 等著

经济管理出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大麦生理生化生态及遗传育种栽培研究与应用/曹连莆, 齐军仓等著. —北京: 经济管理出版社, 2012. 5

ISBN 978 - 7 - 5096 - 1967 - 4

I. ①大… II. ①曹… ②齐… III. ①大麦—生理生化特性—研究 ②大麦—植物生态学—研究 ③大麦—遗传育种—研究 ④大麦—栽培技术—研究 IV. ①S512.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012) 第 107930 号

组稿编辑: 曹 靖

责任编辑: 张 马

责任印制: 杨国强

责任校对: 陈 颖

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 三河市延风印装厂

经 销: 新华书店

开 本: 787mm × 1092mm/16

印 张: 26.25

字 数: 655 千字

版 次: 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 1967 - 4

定 价: 50.00 元

• 版权所有 翻印必究 •

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

大麦生理生化生态及遗传育种栽培研究与应用

主 编: 曹连莆 (石河子大学农学院)
齐军仓 (石河子大学农学院)

副主编: 闫 洁 (石河子大学生命科学学院)
张 莉 (石河子大学农学院)
石培春 (石河子大学农学院)

作 者: (按姓名拼音字母顺序排名)

艾尼瓦尔	曹连莆	靳正忠	李 诚	李培玲	李守明
李尉霞	李召锋	梁 维	孟宝民	聂石辉	齐军仓
石培春	王佩玲	王荣栋	王 仙	王祥军	魏凌基
闫 洁	俞天胜	张 莉			

大麦是人类栽培的最古老的作物之一。无论在全世界或在我国,大麦的生产分布都十分广泛,其播种面积和总产量都居禾谷类作物第四位。由于大麦具有食用、饲用、酿造用及医药用等多种用途,而且有早熟、抗逆性强等特点,所以大麦生产在国民经济中具有特殊的意义。

大麦是我国原产作物之一,在我国至少有 5000 多年的栽培历史。新中国成立后,我国在大麦研究领域虽取得了重大成就,但由于相对其他发达国家起步较晚,在国内也远滞后于其他禾谷类作物的研究。特别是面临我国啤酒产业迅猛发展、国产啤酒大麦原料严重缺口的局面,大麦科技工作者更要抓住机遇,认真应对严峻的挑战。

新疆栽培大麦的历史也很悠久。在新疆适于发展啤酒大麦生产地区的气候条件十分有利于优良酿造品质的形成,这些地区的水土资源也较丰富,所以新疆有着发展啤酒大麦生产的巨大潜力。虽然新疆大麦研究工作起步又落后于全国,但通过近 30 年的努力,新疆大麦的研究已取得长足的进展,在全国大麦的科技舞台上拥有一席之地。

自 20 世纪 80 年代后期以来,石河子大学麦类作物研究所曹连莆教授带领他的科研团队一直坚持大麦研究,并在 90 年代后期育成了新疆第一个自育的啤酒大麦品种。近 10 年来,该团队的教师和研究生们,除继续开展大麦新品种的选育外,还特别加强了关于大麦应用基础理论的研究、例如关于大麦抗逆性状的研究、大麦光合性状的研究、大麦生化物质基因型与环境效应的研究、大麦群体产量源库特性及栽培技术的研究等。

作者们在系统总结和提炼自己研究成果的基础上,借鉴相近领域的国内外研究文献,合著了《大麦生理生化生态及遗传育种栽培研究与应用》一书。书中有关大麦抗旱性的生理生化机制、大麦光合性状的数量遗传、大麦籽粒酚酸及生育酚的基因型差异和环境变异等国内外研究的前沿内容,均有显著创新与发展;关于在新疆特殊生态条件下大麦的生育特点及高产优质栽培技术的研究,地域特色鲜明。全书具有较高的学术水平。相信本书的出版,对促进大麦的研发和生产,特别对充分开发新疆大麦生产的巨大潜力将发挥积极作用。

中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员

前中国作物学会大麦专业委员会第一、二、三届主任委员

国际大麦遗传学大会第四、五、六、七届理事会理事

邵隆全

2012 年 4 月于北京

大麦无论是在世界上还是在我国,都是种植地域最广泛的作物之一。大麦的用途很多,在近代食用大麦相对减少,酿造用啤酒大麦和饲料加工用的饲用大麦越来越受重视,生产和研究都发展很快。

我国大麦种植历史十分悠久,但近 100 年来,我国大麦种植面积总体上是在波动起伏中逐渐下降。当今,我国作为世界啤酒生产第一大国,啤酒大麦原料严重依靠进口的局面必须扭转,大麦科技工作者为此也要担当重大的责任。

石河子大学麦类作物研究所的前身系石河子大学麦类作物育种课题组,是在 20 世纪 80 年代后期才开始大麦引育工作的,于 1997 年育成并通过审定新疆第一个自育的啤酒大麦品种——新啤 1 号。课题组除大力开展大麦品种的遗传改良外,还结合研究生学位论文的完成开展了大麦应用基础理论的研究,其中部分领域属国内外研究前沿的内容。这些研究为本书多数章节的撰写奠定了良好基础。

本书除绪言外共分 12 章。第一章为干旱胁迫下大麦生理特性的研究,第二章为盐胁迫对大麦种子萌发及幼苗生理生化特性的影响,第三章为大麦光合性状变化动态及其数量遗传分析,第四章为大麦遗传多样性研究,第五章为大麦磷高效种质筛选及其生理特性研究,第六章为大麦籽粒蛋白质及其组分含量的基因型和环境效应研究,第七章为啤酒大麦籽粒醇溶蛋白组分和麦芽品质的基因型和环境变异研究,第八章为大麦籽粒酚酸的基因型差异及环境效应研究,第九章为大麦籽粒生育酚含量的基因型和环境变异,第十章为不同生态条件下大麦群体产量的源库特性,第十一章为新疆大麦生长发育特点及优质高产栽培技术,第十二章为新疆大麦病虫害的防治。

本书是一部集体撰写的科技专著,作者以石河子大学教师为主,还有一部分为在各地工作的从石河子大学毕业的硕士及博士,还有两位新疆农科院奇台试验场从事大麦研发的科技人员。曹连莆、齐军仓、石培春三位同志对各位作者按统一要求分别撰写的初稿进行了统稿,力求全书内容与格式的协调一致。本书的主要内容都是各位作者在总结提炼自身研究成果的基础上撰写的,不过分强调全书内容的完整性和系统性,而是根据作者研究所涉及的领域进行的总结与论述。由于作者在各领域研究的广度和深度有限,因此各章节撰写中都不同程度地引用了他人的研究文献,个别章节以引用他人的研究文献为主。本书主要面向农学类科技、教育、推广、管理人员及研究生和本科生。

本书所涉及的研究成果主要来自石河子大学麦类作物研究所承担的各类关于大麦的科研项目,这些项目先后得到国家 948 项目、国家自然科学基金、农业部公益性行业科研专项、农业部大麦产业化技术体系建设资金和新疆生产建设兵团及石河子大学等单位多项科研基金的资助。新疆生产建设兵团绿洲

生态农业重点实验室为上述科研项目的实施提供了良好的研究条件。中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员、前中国作物学会大麦专业委员会第一、二、三届主任委员、国际大麦遗传学大会第四、五、六、七届理事会理事邵启全先生热情为本书作序。中国农科院马得泉和张京两位研究员对绪言的撰写提出了宝贵意见。本书的出版得到石河子大学211工程建设资金及作物学国家级教学团队建设资金资助,并得到经济管理出版社的鼎力支持,在此一并表示最诚挚的谢意。

由于作者研究水平及写作能力有限,书中不妥及疏漏之处在所难免,恳请同行专家及广大读者批评指正。

曹连莆

2012年3月于石河子

目 录

绪言	1
一、大麦概述	1
二、世界大麦生产与研究的发展	4
三、中国大麦生产与研究的发展	7
四、新疆大麦生产与研究的发展	14
第一章 干旱胁迫下大麦生理特性的研究	19
第一节 干旱胁迫下大麦生理特性研究概况与进展	19
一、土壤水分胁迫下大麦碳、氮代谢的生理反应	19
二、土壤水分胁迫下内源激素与同化物的转化、运输、 积累之间的关系	20
三、作物对干旱胁迫的生理响应机制	20
四、本研究的目的及意义	21
第二节 土壤水分胁迫对大麦籽粒形成期氮碳代谢及其互作的影响	21
一、土壤水分胁迫降低大麦籽粒淀粉沉积的内在生理反应	21
二、土壤水分胁迫提高大麦籽粒蛋白质贮积的内在生理反应	24
三、土壤水分胁迫对大麦生育后期氮碳代谢互作的影响	26
第三节 土壤水分胁迫对大麦旗叶碳素、氮素代谢的影响及其与 内源激素含量变化的关系	26
一、土壤水分胁迫对大麦旗叶（及芒）叶绿素（Chl）含量的影响 ...	27
二、土壤水分胁迫对大麦旗叶（及芒）中硝酸还原酶活性（NRA） 的影响	30
三、土壤水分胁迫对大麦旗叶碳水化合物及全氮含量的影响	32
四、土壤水分胁迫对旗叶蛋白质代谢的影响	33
五、土壤水分胁迫对旗叶内源激素的影响	35
第四节 土壤水分胁迫下籽粒内源激素变化与灌浆特性之间的关系	36
一、土壤水分胁迫对籽粒内源激素与籽粒发育关系的影响	37
二、土壤水分胁迫对籽粒内源激素与同化物运输、转化、分配 之间关系的影响	43

三、合理适时化控, 提高抗旱能力	46
第五节 土壤水分胁迫对大麦产量及蛋白质含量的影响	47
一、土壤水分胁迫对产量及产量构成因素的影响	47
二、土壤水分胁迫造成减产的原因与机制	49
三、土壤水分胁迫对籽粒蛋白质含量的影响	50
四、减少土壤干旱危害的农业措施	51
第六节 模拟干旱胁迫对大麦幼苗生理特性的影响	52
一、PEG6000 模拟干旱胁迫对不同基因型大麦幼苗抗氧化 防御系统的影响	52
二、PEG6000 模拟干旱胁迫对大麦幼苗地上部分与根系中 抗氧化防御系统的影响	58
三、PEG6000 模拟干旱胁迫对大麦幼苗地上部分与根系 渗透调节系统的影响	63
四、PEG6000 模拟干旱胁迫对大麦幼苗相对含水量 (RWC)、质膜 透性及叶绿素 (Chl) 含量的影响	67
第七节 大麦品种抗旱性的综合评价	70
一、生理生化指标综合分析	70
二、抗旱性综合评价	71
三、隶属函数法对不同大麦品种的抗旱性评价	72
第二章 盐胁迫对大麦种子萌发及幼苗生理生化特性的影响	73
第一节 盐胁迫对大麦种子萌发的影响及萌发期耐盐性鉴定	73
一、盐胁迫对种子萌发的影响	73
二、不同大麦品种种子萌发期耐盐性的鉴定	75
第二节 盐胁迫对大麦叶片膜脂过氧化及保护酶活性的影响	80
一、盐胁迫对大麦幼苗叶片丙二醛 (MDA) 含量的影响	80
二、盐胁迫对大麦幼苗叶片细胞质膜透性和超氧化物歧化酶 (SOD) 活性的影响	81
三、盐胁迫对大麦幼苗叶片过氧化氢酶 (CAT) 和过氧化物酶 (POD) 活性的影响	82
第三节 盐胁迫对大麦幼苗生长及苗期耐盐性的鉴定	83
一、盐胁迫对大麦幼苗生长及叶绿素含量的影响	84
二、不同大麦品种幼苗期耐盐性鉴定	86
第三章 大麦光合性状变化动态及其数量遗传分析	95
第一节 大麦株型性状分析	95
一、不同株型品种各生育时期光化学效率 (Fv/Fm) 的差异	96
二、不同株型品种各生育时期量子产量 (Y) 的差异	97
三、不同株型亲本及杂交 F ₁ 代的 Fv/Fm 及 Y 的表现	97
四、不同株型春大麦品种的株型性状、叶绿素荧光参数、 产量的遗传相关	98

第二节 大麦光合生理性状分析	100
一、不同株型品种叶绿素 (Chl) 含量的比较	100
二、叶绿素 (Chl) 含量与光合速率 (Pn)、叶绿素 荧光参数的遗传相关	101
第三节 大麦叶绿素荧光参数的动态变化分析	103
一、旗叶叶绿素荧光参数的日变化分析	103
二、倒二叶叶绿素荧光参数的日变化分析	105
三、旗叶与倒二叶叶绿素荧光参数的比较分析	108
四、不同生育时期旗叶叶绿素荧光参数的变化	110
五、不同亲本、不同组合旗叶叶绿素荧光参数的差异	112
六、不同生育时期叶绿素荧光参数与产量的相关分析	113
第四节 大麦光合性状的主成分分析与典型相关分析	114
一、主成分分析	115
二、典型相关分析	115
第五节 大麦光合性状的数量遗传分析	117
一、配合力分析	117
二、配合力效应分析	118
三、遗传参数分析	120
四、 F_1 代杂种优势分析	121
第四章 大麦遗传多样性研究	124
第一节 大麦遗传多样性研究概况	124
一、大麦农艺性状及籽粒蛋白遗传多样性的研究	124
二、大麦醇溶蛋白多态性的研究	125
三、利用 SSR 分子标记分析大麦遗传多样性	125
四、近缘野生大麦遗传多样性的研究	126
五、本研究背景、目的及意义	126
第二节 大麦农艺性状及籽粒蛋白含量的遗传多样性分析	126
一、农艺性状及籽粒蛋白含量的遗传多样性分析	128
二、各性状相关分析	129
三、农艺性状的聚类分析	130
四、大麦种质资源在育种上的意义	130
第三节 大麦醇溶蛋白的遗传多样性分析	132
一、醇溶蛋白的多态性	132
二、醇溶蛋白聚类分析	133
第四节 利用 SSR 标记技术分析大麦遗传多样性	135
一、SSR 多态性分析	135
二、供试材料的 SSR 引物聚类分析	138
三、SSR 标记与农艺性状和醇溶蛋白聚类的分析比较	138

第五章 大麦磷高效种质筛选及其生理特性研究	141
第一节 大麦磷利用现状及其生理特性研究概况	141
一、磷利用现状	141
二、不同基因型对磷胁迫反应的差异	141
三、作物在低磷胁迫下的适应性反应	142
第二节 大麦磷高效种质资源的筛选	144
一、磷营养对不同大麦品种生物量、根冠比、磷含量和 磷利用效率的影响	144
二、不同大麦品种对施磷和不施磷的反应	146
三、磷高效基因型大麦的筛选	147
第三节 磷利用效率不同的大麦基因型的生理生化特性差异	147
一、磷胁迫下不同基因型大麦丙二醛 (MDA) 含量变化	147
二、磷胁迫下不同基因型大麦超氧化物歧化酶 (SOD) 活性变化	149
三、磷胁迫下不同基因型大麦过氧化物酶 (POD) 活性变化	150
四、磷胁迫下不同基因型大麦过氧化氢酶 (CAT) 活性变化	150
五、磷胁迫下不同基因型大麦叶绿素 (Chl) 含量变化	152
六、磷胁迫下不同基因型大麦根系变化	153
第四节 不同磷利用效率的大麦基因型各生育时期磷营养特征	156
一、缺磷胁迫下不同基因型大麦各生育时期干物重变化	156
二、缺磷胁迫下不同基因型大麦各生育时期植株磷含量变化	157
三、缺磷胁迫下不同大麦品种各生育时期植株磷积累量变化	159
四、磷胁迫下不同基因型大麦各生育时期植株磷利用效率 (PUE) 变化	162
第六章 大麦籽粒蛋白质及其组分含量的基因型和环境效应研究	164
第一节 大麦籽粒蛋白质及其组分含量研究概况	164
一、大麦籽粒蛋白质含量基因型与环境效应的研究现状	164
二、大麦籽粒蛋白质组分含量的研究现状	166
三、本研究背景、目的及意义	167
第二节 播期对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	168
一、不同播期下大麦籽粒蛋白质及其组分含量的差异显著性	168
二、播期试验中气象因子对籽粒蛋白质及其组分含量的影响	171
第三节 氮肥运筹对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	173
一、氮肥施用量对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	173
二、氮肥施用时期对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	175
第四节 灌水量对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	178
一、灌水量对大麦籽粒蛋白质含量的影响	178
二、灌水量对大麦籽粒盐溶蛋白含量的影响	180
三、灌水量对大麦籽粒醇溶蛋白含量的影响	180
四、灌水量对大麦籽粒谷蛋白含量的影响	180

第五节 大麦籽粒蛋白质及其组分含量的基因型和环境变异	181
一、多点种植条件对大麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响	181
二、在多点种植条件下气象因子对籽粒蛋白质及其组分含量的影响	184
三、大麦籽粒蛋白质及其组分含量的基因型变异	185
第七章 啤酒大麦籽粒醇溶蛋白组分和麦芽品质的基因型和环境变异研究	187
第一节 大麦籽粒蛋白质、醇溶蛋白与麦芽品质研究概况	187
第二节 氮素水平对大麦籽粒蛋白质和醇溶蛋白组分含量的影响及其与 β -淀粉酶的关系	189
一、氮素水平对籽粒蛋白质含量和粒重的影响	189
二、氮素处理对籽粒醇溶蛋白组分含量和 β -淀粉酶活性的影响	190
三、醇溶蛋白组分含量与籽粒 β -淀粉酶活性之间的关系	193
第三节 氮肥运筹对啤酒大麦籽粒蛋白质和醇溶蛋白组分含量的影响及其与 β -淀粉酶活性的关系	195
一、氮肥用量对籽粒蛋白质和醇溶蛋白组分含量的影响	195
二、氮肥用量对籽粒产量、千粒重和 β -淀粉酶活性的影响	197
三、氮肥施用时期对籽粒蛋白质含量及醇溶蛋白组分含量的影响	198
四、氮肥施用时期对籽粒产量、千粒重和 β -淀粉酶活性的影响	199
五、性状间的相关分析	201
第四节 播期对啤酒大麦籽粒蛋白质和醇溶蛋白组分含量的影响及其与麦芽品质的关系	202
一、播期对籽粒蛋白质含量和醇溶蛋白组分含量的影响	202
二、播期对 β -淀粉酶活性、浸出率和糖化力的影响	204
三、籽粒蛋白质含量、醇溶蛋白组分含量与麦芽品质之间的关系	205
第五节 啤酒大麦籽粒醇溶蛋白组分含量和主要麦芽品质性状的基因型和环境变异	206
一、籽粒蛋白质含量及醇溶蛋白组分含量的基因型和环境变异	207
二、籽粒蛋白质含量与醇溶蛋白组分含量之间的关系	209
三、麦芽品质性状的基因型和环境变异	210
四、麦芽品质性状之间的关系	214
五、籽粒蛋白质含量和醇溶蛋白组分含量与麦芽品质性状之间的关系	214
第八章 大麦籽粒酚酸的基因型差异及环境效应研究	216
第一节 大麦籽粒酚酸反相高效液相色谱测定方法的建立	217

一、材料与方法	217
二、优化测定方法的建立	217
第二节 不同类型大麦籽粒中酚酸组分与含量的差异	222
一、大麦籽粒酚酸的组成成分	222
二、大麦籽粒酚酸含量的品种间变异	222
三、不同类型大麦品种籽粒酚酸含量的差异	226
第三节 大麦籽粒酚酸含量的基因型与环境互作	228
一、多点试验中酚酸含量的聚类分析	229
二、羟基苯甲酸衍生物类酚酸含量的基因型与环境互作	229
三、羟基肉桂酸衍生物类酚酸含量的基因型与环境互作	236
四、大麦籽粒 THBA/THCA 的基因型与环境互作	237
五、大麦籽粒 TPA 的基因型与环境互作	239
第四节 氮素对大麦籽粒酚酸含量的影响及其与蛋白质含量的 关系	241
一、氮素浓度对粒重的影响	242
二、氮素浓度对籽粒酚酸含量的影响	242
三、氮素浓度对籽粒蛋白质及其组分含量的影响	248
四、籽粒酚酸含量与粒重、蛋白质及其组分含量之间的关系	250
第五节 氮肥用量对大麦籽粒酚酸含量的影响	251
一、酚酸含量的聚类分析	252
二、氮肥用量对羟基苯甲酸衍生物含量的影响	252
三、氮肥用量对羟基肉桂酸衍生物含量的影响	257
四、氮肥用量对大麦籽粒 THBA/THCA 的影响	259
五、氮肥用量对大麦籽粒 TPA 的影响	260
第六节 氮肥施用时期对大麦籽粒酚酸含量的影响	261
一、氮肥施用时期试验中酚酸含量的聚类分析	262
二、氮肥施用时期对大麦籽粒羟基苯甲酸衍生物含量的影响	263
三、氮肥施用时期对大麦籽粒羟基肉桂酸衍生物含量的影响	269
四、氮肥施用时期对大麦籽粒 THBA/THCA 的影响	273
五、氮肥施用时期对大麦籽粒 TPA 的影响	274
第九章 大麦籽粒生育酚含量的基因型和环境变异	276
第一节 大麦籽粒生育酚含量的研究概况	276
一、生育酚的结构和理化性质	276
二、生育酚的主要功能	277
三、生育酚的生物合成途径	278
四、大麦籽粒生育酚研究进展	279
五、大麦籽粒生育酚含量的基因型与环境变异研究	279
第二节 大麦籽粒生育酚含量的提取和测定方法的建立	281
一、生育酚测定方法和条件的建立	281

二、生育酚提取方法的建立	283
三、生育酚含量的检测	284
第三节 大麦籽粒生育酚含量的基因型和环境变异	285
一、籽粒生育酚含量的方差分析	286
二、4种生育酚含量的基因型和环境变异	286
三、总生育酚含量的基因型和环境变异	289
第四节 栽培措施对大麦籽粒生育酚含量的影响	290
一、氮肥用量对籽粒生育酚含量的影响	291
二、氮肥施用时期对籽粒生育酚含量的影响	292
三、播期对籽粒生育酚含量的影响	294
四、灌水量对籽粒生育酚含量的影响	295
第五节 大麦籽粒生育酚含量的数量遗传分析	297
一、亲本及 F_1 的生育酚含量分析	297
二、生育酚含量的配合力分析	298
三、生育酚含量的遗传效应分析	300
四、生育酚含量的遗传相关分析	301
五、生育酚含量的遗传力和杂种优势分析	302
第十章 不同生态条件下大麦群体产量的源库特性	304
第一节 大麦群体产量源库特性研究的概况与意义	304
一、源库特征与作物产量	304
二、麦类作物源、库、流之间的关系及其对产量的影响	305
三、研究不同生态条件下大麦群体产量源库特性的意义	305
第二节 大麦群体产量形成的灌浆特性	306
一、大麦籽粒灌浆特性分析	306
二、大麦籽粒灌浆特性与生态环境的关系	308
三、灌浆速率与灌浆持续期对籽粒产量的影响	309
第三节 大麦产量形成的品种差异与生态环境的关系	310
一、大麦品种产量特性与收获指数	310
二、大麦品种不同生育时期干物质积累与群体生长速率	311
第四节 大麦旗叶光合生理特性与产量性状的关系	313
一、不同生态类型的大麦光合生理特性	313
二、大麦旗叶光合速率与作物产量的相关性分析	315
第十一章 新疆大麦生长发育特点及优质高产栽培技术	317
第一节 新疆大麦生长发育特点	317
一、大麦的阶段发育	317
二、新疆大麦根、茎、叶、蘖的形态及生长特点	318
三、新疆大麦干物质积累、分配和产量形成	320
四、新疆大麦幼穗分化进程	322
五、新疆大麦幼穗分化进程形态指标诊断	325

第二节 新疆啤酒大麦优质高产栽培技术	328
一、选用良种	328
二、种子处理	329
三、土地选择	329
四、适期播种	330
五、提高播种质量	331
六、合理密植	332
七、合理施肥	333
八、水分调控	334
九、防止倒伏	335
十、防除杂草	336
十一、适时收获	338
十二、啤酒大麦的贮藏	338
第十二章 新疆大麦病虫害的防治	340
第一节 新疆大麦病害及其防治	340
一、大麦病害种类及发生特点	340
二、新疆大麦病害的综合防治	345
第二节 新疆大麦虫害及其防治	346
一、虫害种类及发生特点	346
二、新疆大麦虫害综合防治技术	352
附录 新疆啤酒大麦品种简介	355
参考文献	384

一、大麦概述

(一) 大麦的起源及栽培历史

大麦是禾本科大麦属作物的总称，学名 *Hordeum L.*，草本植物，一年生或多年生，在属内 29 个种中，栽培大麦只有一个普通大麦种 *H. vulgare L.*，二倍体， $2n=2x=14$ 。

根据野生大麦的分布及考古资料，世界上许多学者对大麦的起源提出多种学说。《中国大麦学》将栽培的地理起源中心归为三类：一为近东起源中心，即近东地区弧形地带的“新月沃地”；二为中国起源中心，主要指中国中西部青藏高原及邻近地区；三为非中心，根据 Harlan (1971) 提出的中心和非中心作物起源理论，将非洲东部及北部和南美洲大麦的起源中心纳入非中心学说范畴，分别称为非洲非中心及南美洲非中心。

关于大麦由野生到栽培的进化问题，一直存在争议：一种为二棱起源说，有学者认为栽培大麦起源于野生二棱大麦；另一种为六棱双源说，有学者认为栽培大麦的祖先应为六棱型，还有学者认为二棱型和六棱型各有其起源。

大麦是人类栽培的最古老的作物之一。世界各地考古发现，有不少公元前 5000 年前栽培大麦的遗物，甚至在 1984 年还报道在埃及阿斯旺地区发现了公元前 15000 年前的栽培大麦遗物。说明当人类从事农耕的早期就开始种植大麦了。古代栽培的大麦以六棱大麦为主，主要栽培在东亚和西亚古文明地区，以后分别向西方和东方传播扩散，主要由中东地区传入欧美，由中国传入朝鲜、日本。

(二) 大麦的类别

1. 大麦属的植物学分类

大麦在分类上属于禾本科、小麦族、大麦属，现知全世界约 29 个种，既有一年生的栽培和近缘野生种，又有多年生的野生种。

大麦属分布广泛、生态多样、类型庞杂，1753 年，Linnaeus《植物种志》(Sp. Pl.) 中首次报道了栽培大麦的 4 个种，后来对它的分类虽经两个多世纪众多学者努力研究，尚存在不少分歧。当前，就世界范围的分类系统来看，较全面的首推 R. von Bothmer 等的系统，简单明了，种间界限清楚，分组特征明确，能为多数人所接受。该系统将全世界大麦划为 4 个组（禾谷组、异颖组、弯软颖组、直刺颖组）、28 个种，只有一个栽培种。

就中国范围的分类来看，以 1987 年蔡联炳等发表的大麦分类系统较为全面。该系统依据外部形态、叶表皮解剖及淀粉粒三方面性状，对中国大麦属各类群（包括引进种）进行

分类处理,划为3个组,以1986年发表的新种内蒙古大麦自成一新组双花组,将世界分类原隶属于弯软颖组和异颖组的一些类群归并到直刺组,保留了禾谷组。该系统包含15个种,其中9个种从国外引进,6个种为中国原产。

2. 栽培大麦植物学分类

1982年徐廷文教授依据现代细胞遗传学和生化遗传学的实验作为划分种的原则,采用种、亚种和变种的三级分类体系,将栽培大麦和近缘野生大麦同属 *H. vulgare* 一个种,种下包括二棱大麦、中间型大麦、多棱大麦、野生二棱大麦和野生六棱大麦5个亚种,亚种下再分若干变种。该分类系统得到了我国大麦界的认可和普遍采用。

我国学者将栽培大麦按照小穗着生位置和排列特征、侧小穗的结实习性和发育程度,分为多棱大麦、中间型大麦和二棱大麦三个亚种:①多棱大麦,指穗轴的每个节片上都有3个结实的小穗。根据侧小穗的排列位置,又分为两类。一类为每节片上的三个小穗围绕穗轴等距离着生,穗的断面呈六角形,故称六棱大麦;另一类为每节片上的中间小穗贴近穗轴,上下节片上的两侧小穗彼此靠近,甚至上下重叠,穗的横断面看起来像四角形,故称四棱大麦。②中间型大麦,指穗轴每个节片上中间小穗结实正常,侧小穗结实不一定正常。③二棱大麦,指穗轴每个节片仅中间小穗结实,侧小穗不育。

为了实践的需要,一般又把每一亚种按籽粒稃壳的粘连或分离情况划分成皮大麦和裸大麦2个变种群,这样就分成了6个变种群,即多棱皮大麦、多棱裸大麦、中间型皮大麦、中间型裸大麦、二棱皮大麦和二棱裸大麦。每一变种群再按小穗着生密度、护颖宽窄、芒形和芒性、穗和芒的颜色、籽粒颜色、侧小穗的缺失性和育性、侧小穗柄、毛颖、分枝型等鉴定标准划分为若干变种。自1953年至1991年,国外学者有效报道世界栽培大麦拥有3个亚种447个变种。我国学者在1959年至1998年期间有效报道国内栽培大麦拥有3个亚种826个变种,其中新变种691个,前人定名变种135个。

3. 近缘野生大麦的植物学分类

世界多数学者(Bowden, 1956; Bakhteyev, Takahashi, Harlan, 1969; Simods, 1974; Briggs, 1978; 徐廷文, 1982)主张把 *H. spontaneum*, *H. agriocrithon* 和 *H. lagunculiforme* 这些碎穗的近缘野生大麦归入 *H. vulgare* 种内,成为2个亚种:即野生二棱大麦亚种 *ssp. spontaneum* 和野生六棱大麦亚种 *ssp. agriocrithon*。世界近缘野生大麦有一个天然分布区,其范围是从北非至中国青藏高原一线,中心是近东和青藏高原。我国学者邵启全、徐廷文、马得泉等先后对其开展了分类研究,据马得泉《中国西藏大麦遗传资源》书中报道,我国3443份近缘野生大麦资源属于2个亚种428个变种。事实证明了青藏高原是世界近缘野生大麦最丰富的地区之一。

4. 其他实用的大麦类别

(1) 皮大麦与裸大麦。

凡颖果成熟时内外颖与籽粒粘合的类型称皮大麦,我国不同地区又分别称为草大麦,不露仁麦、谷麦等。与籽粒粘连的颖壳在制麦芽时保护麦芽鞘,在酿造啤酒时对麦芽汁有过滤作用。

凡颖果成熟时内外颖与籽粒分离的类型称裸大麦,我国不同地区又分别称为露仁麦、米麦、元麦、糖麦,藏族聚居地区称为青稞。

(2) 冬性大麦与春性大麦。