

# 漫话农作物(一)

## ——小麦、玉米、水稻、小黑麦、黑麦

王艳杰 常旭虹 王德梅 杨玉双 赵广才

(中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

### 1 小麦

春风送暖起微澜,

万顷麦浪艳阳天。

回首田园无限意,

丰收沃野尽开颜。 扫码欣赏配乐诗朗诵



**1.1 小麦的起源与分布** 小麦是小麦属植物的统称,代表种是普通小麦(学名: *Triticum aestivum* L.),属于禾本科作物。小麦是世界最古老的粮食作物之一,其栽培历史可追溯到大约 12000 年前,在两河流域即底格里斯河与幼发拉底河的中下游地区,人类就开始种植小麦,只不过当时种植的是一粒系小麦。后来从一粒系小麦进化为二粒系小麦,又从二粒系小麦进化为现在的普通小麦。小麦是小麦属植物的统称。小麦属中又分为若干不同的种。根据小麦染色体数的不同,小麦属中可分为二倍体小麦、四倍体小麦、六倍体小麦和八倍体小麦。常见的普通小麦只是小麦属中的一个种,而普通小麦为六倍体小麦。在世界小麦生产中,以普通小麦种植最为广泛,占全世界小麦总面积的 90% 以上;硬粒小麦的播种面积为总面积的 6%~7%。



图 1 不同类型的麦穗

小麦因其适应性强而广泛分布于世界各地,从内陆到海滨,从盆地到高原,均有小麦种植。但因其喜冷凉和湿润气候,主要在 67° N 到 45° S,尤其在北半球的欧亚大陆和北美洲最多,其种植面积占世界小麦总面积的 90% 左右。年降水量小于 230mm 的地区和过于湿润的赤道附近种植较少。在世界小麦总面积中,冬小麦占 75% 左右,其余为春小麦。春小麦主要集中在俄罗斯、美国和加拿大等国,占世界春小麦总面积的 90% 左右。小麦种植面积较大的国家主要有中国、美国、印度、俄罗斯、哈萨克斯坦、加拿大、澳大利亚、土耳其和巴基斯坦等国,单产较高的国家主要集中在西欧。

小麦在我国有悠久的栽培历史,有考古资料证明,7000 多年以前中国已经有小麦种植。中国小麦分布地域辽阔,南界海南岛,北止漠河,西起新疆,东至海滨及台湾岛,遍及全国各地。从盆地到丘陵,从海拔 10m 以下低平原至海拔 4000m 以上的西藏高原,从 53° N 的严寒地带,到 18° N 的热带区域,都有小麦种植。由于各地自然条件、种植制度、品种类型和生产水平的差异,形成了明显的种植区域。我国幅员辽阔,既能种植冬小麦又能种植春小麦。由于各地自然条件的差异,小麦的播种期和成熟期不尽相同。生育期最短在 80d 左右,最长的达到 350d 以上。春(播)小麦多在 3 月上旬至 4 月中旬播种,也有 5 月播种的,个别还有推迟到 6 月上旬播种的。冬(秋播)小麦播种最早的在 8 月中下旬,最晚可迟至 12 月下旬。广东、云南等地小麦成熟最早,有的在 3 月初收获,随之由南向北陆续收获到 7 月、8 月,但主产麦区冬小麦多数在 5~6 月成熟,而西藏高原林芝地区可延迟至 9 月上旬,是中国小麦成熟最晚的地区,其秋播小麦从种到收有近一年时间。台湾省小麦一般在 10 月中下旬播种,翌年 3 月收获,所

用品种为冬(秋)播春性小麦品种。因此,一年之中每个季节都有小麦在不同地区播种或收获。中国栽培的小麦以冬小麦(秋、冬播)为主,目前种植面积和总产量均占全国常年小麦总面积和总产的90%以上,其余为春(播)小麦,冬小麦平均单产高于春小麦。2019年,中国小麦播种面积3.6亿亩左右,产量1.34亿t左右。中国小麦主产区主要种植冬小麦,种植面积依次为河南、山东、安徽、江苏、河北、四川、湖北、陕西、新疆、山西和甘肃11个省(区),约占全国冬小麦总面积的95%。栽培春小麦的主要有内蒙古、新疆、甘肃、青海、黑龙江、宁夏、河北和西藏等省(区)。



图2 小麦田间长势

**1.2 小麦的特征特性** 小麦属于禾本科小麦属,董玉琛院士根据前人提出的小麦属内分系的方法,将形态分类与染色体组分类相结合,提出小麦属可分为5系22个种。但在我国栽培的小麦只有6个种,即普通小麦、硬粒小麦、圆锥小麦、密穗小麦、东方小麦和波兰小麦。目前生产中应用面积最大的是普通小麦。

普通小麦。又叫软粒小麦,是我国分布最广、经济价值最高的一个种。其根系发达,入土较深,分蘖力强,生产上应用的品种株高多在70~100cm。穗状花序,每小穗有3~9朵花,一般结实2~5粒,全穗结实可达20~50粒,个别品种在适宜条件下每穗可结实100粒以上,但是其单位面积的穗数明显减少。生产中有秋(冬)播和春播之分,秋(冬)播的称冬小麦,春播的称春小麦。在生育特性上有冬性、半冬性和春性之分。

硬粒小麦。植株较高,茎秆上部充实有髓。穗大,芒长(一般在10cm以上)。籽粒多为长椭圆形,角质透明,千粒重较高,不易落粒。抗条锈病、叶锈病和黑穗病能力较强。在我国生产上主要为春播型。品质较好,适宜做通心粉和意大利面条。

圆锥小麦。一般植株高大,抽穗前植株呈蓝绿色,茎秆上部充实有髓。穗大而厚,有分枝和不分枝两种类型。籽粒较大,多呈圆形或卵圆形,顶端呈截断状,粉质。一般晚熟,春性强,抗寒能力弱,抗条锈病能力强。

密穗小麦。密穗小麦茎秆矮而粗壮,不易倒伏。穗呈棍棒或橄榄状,侧面宽于正面,小穗排列紧密,与穗轴呈直角着生。在形态上和生态上都具有多样性。株高多在70~170cm,单株有效分蘖较多,多数表现为穗粒数较多,千粒重较低。有的材料较早熟和耐低温,有的蛋白质含量高,品质较好。在我国甘肃河西走廊、新疆、青海、陕西、云南和西藏曾有种植,有冬性、弱冬性和春性之分。在我国河西走廊种植的品种抗干旱能力强。

东方小麦。在形态和生态上与硬粒小麦相似,但其小穗较长而排列较稀。每小穗3~5花,结实3~4粒。护颖和内外稃长形。植株较高,一般株高100~130cm,穗轴坚韧不易折断。籽粒长形,较大。面粉做通心粉品质好,烘焙品质也较好。一般为春性或弱冬性,抗寒性和抗旱性较弱。

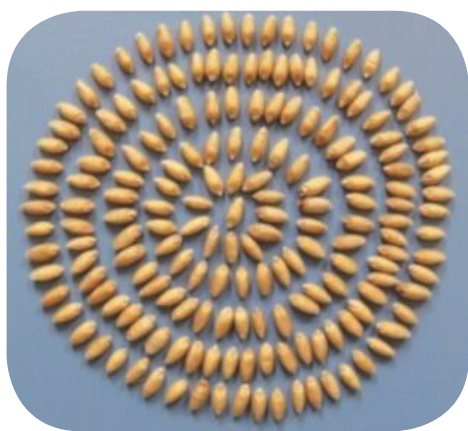


图3 小麦籽粒

波兰小麦。茎秆高大,株高120~160cm,茎秆上部充实有髓。幼苗直立,分蘖较少,叶色绿或浅绿,叶片长而披垂。大部分品种具细长软芒,但中国新疆的诺羌古麦为特有的无芒类型。穗较长,小穗排列松



散,穗轴坚韧。小穗基部具明显颖托。颖壳(稃)多为白色。籽粒长形,较大,硬质,蛋白质含量较高,春性强。

目前世界上小麦品种大约有 25000 种。

**1.3 小麦的经济价值** 小麦是世界上第一大粮食作物,是人们最主要的食物来源。小麦的颖果是人类最重要的主食。我国是世界第一小麦生产大国和消费大国,小麦目前在我国是仅次于玉米和水稻的第三大粮食作物,是最重要的口粮作物之一。小麦生产对我国粮食安全和国民经济发展具有举足轻重的作用。随着社会的发展和科学的进步,在国家一系列重大科技政策支持和惠农政策的激励下,我国小麦科学研究取得了重要进展,技术水平有了很大提高,小麦生产取得了令人瞩目的成绩。



图4 丰收的麦田

小麦对人类生活有重要的经济价值。小麦籽粒磨成面粉后可制作面包、馒头、面条、方便面、饼干、糕点、油条、油饼、火烧、大饼、煎饼、水饺、包子、馄饨以及西方人喜食的披萨饼等各种各样的食品;而硬粒小麦的面粉可以制作西方国家人民喜爱的硬粒小麦面条和通心粉等食品。浮小麦(未成熟的籽粒)还可以作为中医药的材料,小麦苗汁还是近年来流行的健康食品之一。小麦籽粒磨粉后的副产品麦麸可以作为家禽、家畜的精饲料。小麦还可以作为酒、酱油、食醋、麦芽糖、麦曲(酒曲的一种)等产品的原料。小麦籽粒中含有丰富的碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素和多种对人体有益的矿质元素,易加工、耐储运,不仅是世界多数国家各种主食和副食的加工原料,还是各国的主要储备粮食及世界粮食贸易的主要粮食品种。小麦的加工产品几乎全作食用,

仅有很少的一部分作为饲料。

## 2 玉米

玉米丰收饱饭牛,

农稼乐事更无愁。

喜逢春光无限美,

再迎秋色尽优游。扫码欣赏配乐诗朗诵



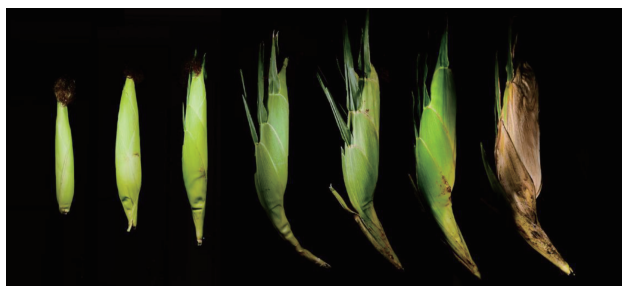
**2.1 玉米的起源与分布** 玉米(学名: *Zea mays* L.) 是禾本科的一年生草本植物,又名苞谷、苞米、棒子、玉蜀黍、珍珠米等,原产于拉丁美洲的墨西哥和秘鲁一带。玉米同其他主要禾谷类作物一样,也是一种驯化作物。人类栽培玉米的历史大约有 7000 多年,从野生状态改造成栽培类型经过了四五千年。1492 年哥伦布到达美洲时,发现印第安人以玉米作为食物,随后把玉米带回欧洲,逐渐在世界范围内传播和种植。玉米的生长对于自然条件的要求不严格,能够适应大多数的环境,一定程度上喜热。玉米是世界上分布最广的作物之一,从 58° N 到 40° S 的地区均有大量栽培,广泛分布在热带和温带地区。世界玉米的种植面积仅次于小麦、水稻,居第 3 位。种植面积最大、总产量最多的国家依次是美国、中国、巴西、阿根廷、乌克兰、墨西哥和俄罗斯等。

玉米传入中国已有 500 多年历史,是中国第一大粮食作物,2019 年种植面积为 6.2 亿亩,产量为 2.6 亿 t,面积和产量均居三大粮食作物之首。我国玉米主要产区在东北、华北和西南地区。播种面积较大的省(区)依次是黑龙江、吉林、山东、河南、内蒙古、河北、辽宁等地。我国还将玉米分为 6 个种植区:即北方春播玉米区、黄淮海平原夏播玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区、青藏高原玉米区。北方春播玉米区以东北 3 省、内蒙古、宁夏为主,总产量占全国的 40% 左右;黄淮海平原夏播玉米区以山东、河南全省,河北中南部,江苏和安徽的北部,以及山西运城、陕西关中地区为主,总产量占全国的 34% 左右;西南山地玉米区以四川、云南、贵州为主,总产量占全国的 18% 左右;南方丘陵玉米区以广东、福建、台湾、浙江、江西为主,总产量占全国的 5% 左右;西北灌溉玉米区以新疆、甘肃为主,总产量占全国的 3% 左右;青藏高原玉米区以青海、西藏为主,总产量不足全国的 1%。

**2.2 玉米的特征特性** 玉米是一年生雌雄同株异花授粉的植物,植株高大,一般可达1~4m,茎秆强壮,直立,通常不分枝,基部茎节具有多层气生根,起到吸收养分水分和支撑作用。玉米籽粒由种皮、胚乳和胚3部分组成。成熟籽粒胚乳的颜色一般是黄色或白色,种皮和糊粉层没有颜色,呈透明状。根据籽粒的颜色不同,主要分为黄玉米、白玉米,还有一些黑色、红色及混合色等玉米。按植株高度分为高秆型(植株高于2.5m)、中秆型(株高2~2.5m)和矮秆型(株高2m以下)3种,根据玉米籽粒形态、硬度及不同用途,玉米分为普通玉米(硬粒型、中间型、马齿型)和特用玉米(甜玉

米、糯玉米、高赖氨酸玉米、爆裂玉米、高油玉米)2种。

玉米起源于热带,适应性非常强,属喜温作物,生长阶段的最适日均温为20~26℃,低于20℃时玉米的产量会严重下降。玉米是短日照作物,最适日照为12~15h,一般需求为8~12h。晚熟品种一般比早熟品种对光照长度更加敏感,南方培育的品种比北方培育的品种更为敏感。如果将偏南地区的品种种植在北方,伴随日照加长、气温降低,玉米的生育期也会延长,玉米植株随之充分生长(并在秋季低温前成熟),最终产量也会得到较大提升;反之,则会降低玉米产量。



带苞叶的玉米果穗



玉米果穗



玉米果穗断面

图5 玉米果穗(明博供图)

**2.3 玉米的经济价值** 玉米不但是人类的粮食,也是优质饲料。它的籽粒、茎秆、穗轴、苞叶和花丝等也是轻工、化工和医药工业的重要原料,加工增值的效益显著。玉米籽粒具有很高的营养价值,含有脂肪、蛋白质、碳水化合物、维生素、纤维素、钙、铁、磷、尼克酸和核黄素等多种成分。普通玉米主要作为粮食和饲料。玉米可以磨成玉米面粉,做成窝头、烤饼、玉米面包子、玉米面粥,又可以磨成玉米糝,做玉米糝粥食用。经过深加工,还可以制成粉条、粉丝、膨化食品和各种糕点等,不仅香甜适口,而且提高了消化吸收率,具有较高的营养价值。经过工

业深加工可以制成玉米淀粉、异构糖、食用油和酒精等多种工业原料。目前我国生产的普通玉米主要用作饲料,有力地促进了我国畜牧业的发展。

玉米胚乳中淀粉的纯度高达99.5%,颗粒紧密,是500多种工业品的原料,如用于制造有机酸、醇、葡萄糖、青霉素、土霉素、赖氨酸、维生素C、味精和柠檬酸等。相关研究发现,用玉米籽粒生产淀粉可使玉米的经济效益提高20%。

玉米淀粉可生产异构糖,其甜度与蔗糖相似,糖分组成与蜂蜜接近,被誉为“人造蜂蜜”,营养丰富,易被人体吸收,广泛应用于面包、糕点等食品





图6 玉米田(马兴林供图)

中,对糖尿病、肝炎、肥胖症等患者都很适用。

玉米胚芽的含油量高达47%。一般每100kg玉米可出胚芽9kg,每100kg胚芽可榨油15~20kg。胚芽榨油后,还可得到胚芽粉或胚芽分离蛋白产品。玉米胚芽粉为奶油色,蛋白质含量25%,可作食品的营养增强剂或饲料。玉米油含有维生素E、酶和大量不饱和亚油酸,在心脑血管疾病的防治以及抗衰老等方面具有一定功效,被称为“健康营养油”。

玉米蛋白的主要存在形式有玉米醇溶蛋白、玉米谷蛋白2种,它们都是水不溶性蛋白。玉米醇溶蛋白湿润性、黏结性、持水力和成膜性良好,可以作为药片的包衣,隐藏药片本身的气味,也能够使药片的坚硬程度增强一倍,还有防潮、防静电、保鲜、抗氧化和一定的抑菌作用,在食品、药品和生物降解行业具有良好的发展潜力。

我国用玉米酿制酒的历史悠久。玉米不但可以酿造白酒,还可酿造黄酒、啤酒和高纯度的酒精。玉米淀粉适合于酿造淡爽型啤酒和高辅料的啤酒,由于脂肪和蛋白质含量很低,可延长啤酒的储藏期,提高啤酒气味的稳定性。

普通玉米以外的类型即为特用玉米,具有较高的经济价值、营养价值或加工利用价值。尤以甜玉米和糯玉米较为常见。甜玉米又称水果玉米,可分为普甜玉米、加强甜玉米和超甜玉米3类。甜玉米蔗糖含量是普通玉米的2~10倍,既可以煮熟后直接食用,又可以制成各种风味的罐头、加工食品和冷冻食品。甜玉米在发达国家销量较大。糯玉米又称黏玉米,具有较高的黏滞性及适口性,可以鲜食、制罐头和做糕点等,由于食用消化率高,还可用于饲料。此外,还有赖氨酸含量在0.4%以上的高赖氨酸玉米(普通玉米0.2%),也称优质蛋

白玉米,营养价值很高,相当于脱脂奶。高赖氨酸玉米用于养猪,猪的日增重较饲喂缺乏赖氨酸的饲料提高50%~110%。爆裂玉米可以制成爆米花,是人们喜爱的零食。高油玉米由于籽粒胚芽中脂肪含量较高,提取玉米油的生产效率较高,在玉米制油方面价值较大。

### 3 水稻

十里稻花香满天,

小桥流水美田园。

明朝又作江南客,

佳肴美酒伴米酣。扫码欣赏配乐诗朗诵



**3.1 水稻的起源与分布** 水稻通常特指原产于亚洲的栽培稻(*Oryza sativa* L.),已被种植在除南极洲外的所有大陆,为世界一半以上人口提供主要食物,是目前世界上最重要的粮食作物之一。稻属包含21个野生种及2个栽培种,栽培种分别为亚洲栽培稻(*Oryza sativa* L.)和非洲栽培稻(*Oryza glaberrima* Steud.).亚洲栽培稻也称普通栽培稻,起源于野生稻,起源中心位于中国,现分布在世界各地,占水稻栽培面积的99%以上。非洲栽培稻又名光稃栽培稻,起源于非洲的短舌野生稻,起源中心位于非洲尼日尔河三角洲,现仅分布于西非,占水稻栽培面积不足1%,丰产性差,但耐贫瘠。

关于水稻的起源,一直是各国学者争论的焦点,曾有起源于中国、印度等不同说法。1993年中美联合考古队在道县玉蟾岩发现了世界最早的古栽培水稻。水稻的栽培历史可追溯到公元前16000年至公元前12000年的中国湖南。考古学家也相继发现水稻遗存的遗址包括江西省的仙人洞遗址和吊桶环遗址以及浙江省的上山遗址,均距今约1万年。2011年中美科学家通过对水稻基因组进行大规模的重测序(gene resequencing)发现,水稻起源于中国,可能最早出现在8200~13500年前的中国长江流域,从而推翻了驯化水稻可能有2个起源——印度和中国的多源论观点,更证实了水稻起源于中国的说法。因此,我们的祖先早在1万多年以前已经开始驯化和栽培野生稻,而在距今7000多年以前,水稻生产技术已达到相当高的水平,史记中记载大禹时期曾广泛种植水稻。水稻在中国广为栽种后,逐渐向西传播到印度,中世纪传入欧洲南部。



图7 水稻(韩龙植供图)

目前,水稻在我国分布范围很广,从热带地区的海南省到严寒带的黑龙江省都有水稻种植。主要产地有东北地区、长江流域和珠江流域,全国水稻每年播种总面积在4.5亿亩,除青海省外,其他省(自治区、直辖市)都有水稻种植,其中以湖南的种植面积最大,以下依次为黑龙江、江西、安徽、湖北、江苏、四川、广东、广西等。

除了栽培稻外,世界上还有21种野生稻。野生稻属于多年生水稻,国内野生稻可分为普通野生稻、药用野生稻和疣粒野生稻3类。据统计,目前全球已收集和保存的稻种资源约77万份,其中在我国作物种质库保存的稻种资源有8万余份,这些丰富的稻种资源将为世界水稻育种和粮食生产奠定坚实的物质基础。

**3.2 水稻的特征特性** 水稻是禾本科草本稻属一年生单子叶植物。茎秆直立,株高0.5~1.5m。叶片细长,花朵小不易发觉,开花时成拱形。稻叶在幼苗时,跟一些禾本科杂草非常相似,均为长扁型,农民根据稻叶特殊的叶耳与叶舌来区分。叶耳是稻叶叶环的两端长出耳状之物,叶舌则是稻叶叶环内长出的薄膜。稻叶的叶脉是平行的,中央有很明显的中脉,呈绿色,边缘或尖端有时也会有紫色色素。水稻的根是须根系,呈胡须状,细短而多。水稻为自花授粉作物,成熟后的种子多具细毛,称为稻芒。

水稻喜高温、多湿环境,开花最适温度30℃左右,低于20℃或高于40℃,授粉受到严重影响。相对湿度以50%~90%为宜。生育期短的不足100d,长的超过180d,其中幼穗分化至成熟一般60~70d,其余时间为营养生长期。所以,品种生育期长短的差异主要在于营养生长期的长短。种子由外而内分

别有稻壳(颖)、糠层(果皮、种皮、糊粉层的总称)、胚及胚乳等部分。种子伸出幼芽的时间仅需2~3d,幼芽抽出第1片叶子,只需要3d,因此在气候温和的地区,一年可种三季稻。农民选稻种时,多会将其泡在水中,轻而浮起的稻种会被淘汰,剩下的就会培育成稻苗。据统计,每形成1kg稻谷需水500~800kg,可见,水稻是需水量较大的作物。水稻所结子实即稻谷,稻谷脱去颖壳后称糙米,糙米碾去麸皮层即可得到大米。

水稻按稻谷类型可分为籼稻和粳稻,其中又可进一步分为早稻、晚稻、中晚稻,糯稻和非糯稻。籼稻含20%左右的直链淀粉,属于中黏性,种植于热带和亚热带地区,生长期短,在无霜期长的地方一年可多次成熟。去壳成为籼米后,外观细长、透明度低。有的品种表皮发红,如中国江西出产的红米,煮熟后米饭较干、松,通常用于萝卜糕、米粉、炒饭。粳稻的直链淀粉含量一般少于15%。种植于温带和寒带地区,生长期长,一般一年只能成熟一次。去壳成为粳米后,外观圆短、透明(部分品种米粒有局部白粉质)。煮食特性介于糯米与籼米之间,用途为一般食米。早、中、晚稻的根本区别在于对光照反应的不同。早、中稻对光照反应不敏感,在全年各个季节种植都能正常成熟,晚稻对短日照很敏感,严格要求在短日照条件下才能通过光照阶段,抽穗结实。

**3.3 水稻的经济价值** 水稻是世界三大粮食作物之一,目前我国第二大粮食作物,是口粮中最主要的消费品种。我国稻作面积约占世界稻作总面积的1/4,占全国粮食播种面积的1/3,而产量占世界稻谷总产量的37%,占全国粮食总产量的36%。水稻含有大量的淀粉,6.5%~9%的蛋白质,品质细腻,易消化且营养丰富,是人们喜欢的细粮,在西方更认为大米是一种美容食品。除可食用外,还可以作为酿酒、制糖的工业原料,稻壳、稻秆可以作为饲料,米糠可以榨油,也是优良的精饲料,稻草可用于编织、造纸等。

水稻不仅用途多,而且具有优良的生产特性,它是著名的高产作物,每667m<sup>2</sup>产量通常都能达到400kg及以上。而且,我国科学家袁隆平成功培育的杂交水稻,单产超过了1000kg/667m<sup>2</sup>,显著提高了水稻产量,不仅满足了人们的食用需求,而且提高了农民的经济效益。水稻也是改良盐碱地的先锋作





图8 丰富多样的水稻资源(韩龙植供图)

物,经济价值也较高,是增加收入、改善人民生活的重要手段。2019年,由袁隆平院士带领的青岛海水稻研发中心,成功培育了海水杂交稻品种,使其抗6‰海水浓度,产量在 $300\text{kg}/667\text{m}^2$ 以上。通过推广种植海水稻,让亿亩荒滩变粮仓,一直是袁隆平院士的一大期待。研发中心计划在10年之内发展耐盐碱水稻1亿亩,每年可以产300亿kg粮食,养活8000万人口。

#### 4 小黑麦

小麦黑麦做杂交,  
创造物种奇迹育。  
籽粒茎秆皆为宝,  
粮饲兼用两相邀。



扫码欣赏配乐诗朗诵

**4.1 小黑麦的起源与分布** 小黑麦是由小麦属(*Triticum*)和黑麦属(*Secale*)物种经属间有性杂交和杂种染色体数加倍而人工结合成的新物种。其英文名称是由小麦属名的字头和黑麦属名的字尾组合而成,1935年起已成为国际上的通用名称。中国对小黑麦的育种研究始于1951年,当时鲍文奎、严育瑞认为人工合成的八倍体小黑麦如通过常规杂交育种来改进其性状品质,缺乏足够数量的杂交组合,而用易与黑麦杂交的小麦品种“中国春”作为桥梁与各种普通小麦品种杂交,再以杂种第1代或第2代作母本与黑麦杂交,不但克服了属间杂交的障碍,而且可使获得的每粒杂交种子经染色体加倍后都成为潜在的小黑麦原始品系,从而极大地丰富了小黑麦的人

工资源和可能配组的杂交组合。1964年,从八倍体小黑麦杂交组合后代中已能选出结实率达80%左右、种子饱满度达3级水平的选系。1973年选育的小黑麦2号、3号等试种成功,首次将育成的八倍体小黑麦应用于生产实践,既表现出小麦的丰产性和优良品质,又保持了黑麦抗逆性强和赖氨酸含量高的特点,且能适应不同的气候和环境条件,是一种很有前途的粮食、饲料兼用作物。目前小黑麦在欧洲、美洲、亚洲都有种植,主要在波兰、爱沙尼亚、独联体国家和加拿大种植。中国西南山区、西北地区、华北地区、东北地区、青藏高原和黄土高原也有种植。



图9 小黑麦的麦穗

**4.2 小黑麦的特征特性** 小黑麦外部形态介于双亲之间,而偏于小麦。须根系和分蘖节较小麦发达,增强了植株的耐旱耐瘠能力。一般植株高于小麦,粮饲兼用型或饲用型的小黑麦株高可达1.5m以上。分蘖节成球状体,贮藏营养物质多,分化健壮新器官的潜力也比小麦强;各节长度和直径一般大于小麦。叶片较小麦长而厚,叶色较深。麦穗和颖果均比小麦大,籽粒红色或白色。果皮和种皮较厚,因而休眠期长于小麦,一般遇雨不易在穗上发芽,且对胚和胚乳有较强的保护作用。耐寒性较强,在海拔2400m的西南高寒地区能安全越冬。耐瘠、耐旱、耐干热风 and 耐阴力强,在气候条件多变、水肥条件较差的高寒地区,能显示其稳产优势,抗病性也较小麦强。

**4.3 小黑麦的经济价值** 小黑麦最突出的优点就是生物量较高,是极好的畜禽饲料作物。青贮青饲产量多达3t以上,干草产量多在1t以上。小黑麦籽粒和茎叶的蛋白质及赖氨酸含量明显高于小麦、



图10 小黑麦开花

玉米、高粱和燕麦,且较为均衡,营养品质较好而茎叶中性及酸性洗涤纤维含量较低,营养丰富,可作精饲料。一般用作青饲料的小黑麦应选择在开花前刈割,此时鲜草量高、草质鲜嫩、适口性好。作为鲜饲料,还可以根据需要进行适当刈割多次,广受畜牧业生产经营者的欢迎。用小黑麦面粉加工制成的面包、馒头、麦片和面条等,品质均佳。此外,小黑麦的抗病虫、抗寒、耐旱、耐盐碱和耐瘠薄等能力强,适应性广,与小麦可杂交性好,有利于小麦优异育种材料的培育。近年来,中国农业科学院作物科学研究所选育了一批粮饲兼用、高产优质的小黑麦品种。

## 5 黑麦

黑麦田园不胜情,

茎叶繁茂戏东风。

何须更问农稼事,

粮饲兼得一身轻。

扫码欣赏配乐诗朗诵



**5.1 黑麦的起源与分布** 黑麦(学名: *Secale cereale* L.)是禾本科黑麦属(*Secale*)一年或越年生草本植物。原产于亚洲中部及西南部,在欧洲大量种植。北欧和北非是黑麦的主要产区,如德国、波兰、俄罗斯、土耳其和埃及等国都有相当大的种植面积。在中国黑麦主要分布在云南、贵州、内蒙古、甘肃、新疆以及华北和西北农牧交错带,这些地区干旱少雨或寒冷,小麦不能正常成熟,而黑麦耐寒能力很强,较耐旱,因而适宜种植黑麦。





图 11 黑麦植株

**5.2 黑麦的特征特性** 黑麦为异花授粉类型,株高可达 1.5m 以上,叶片宽大。黑麦属除了包括普通黑麦(*S.cereale*),还包括山地黑麦(*S.montanum*)、非洲黑麦(*S.africanum*)、瓦维洛夫黑麦(*S.vavilovii*)和森林黑麦(*S.sylvestre*) 5 个种。黑麦属属于禾本科小麦族小麦亚族,是小麦的三级基因源,蕴藏着丰富的遗传资源,具有许多普通小麦所不及的优良性状,如抗逆性强、抗白粉病、锈病、腥黑穗病和大麦黄矮病及蚜虫等多种病虫害,根系发达、分蘖能力强、穗大、小穗多、籽粒中赖氨酸和蛋白质含量高,是改良普通小麦产量、抗逆性和抗病性的重要基因资源,也是目前用于小麦遗传改良最成功的物种之一。黑麦可在秋季播种,冬春季割草利用,苗期生长非常旺盛,播种 4~6 周后就可刈割或放牧利用,以后每隔 20~30d 收割 1 次。在南方整个冬闲期,可割草 4~5 次。在生长条件较好时,每 667m<sup>2</sup> 可以产鲜草 1500kg 以上,产干草 600kg 以上。

**5.3 黑麦的经济价值** 黑麦因比其他谷类食品含更多的膳食纤维和更少、更优质的脂肪,而被认为是一种健康的谷类食品。黑麦籽粒磨成的面粉可以加工成面包、面条、饺子和饼干等食品。用黑麦还可以酿造啤酒。

黑麦草质柔嫩,适口性好,营养价值高,富含多种矿物质和微量元素,且粗纤维含量较低、产草量高,可以作为青贮饲料或干饲料,是牛、羊、兔、猪、鹅

和鱼等喜食的牧草。家畜家禽喂食这种草,不但提高了日增重,还节约了精饲料,降低了养殖成本。

#### 参考文献

- [1] 金善宝. 中国小麦品种志. 北京:农业出版社,1986
- [2] 金善宝. 小麦生态研究. 杭州:浙江科学技术出版社,1990
- [3] 金善宝. 中国小麦学. 北京:中国农业出版社,1996
- [4] 赵广才. 小麦优质高产栽培理论与技术. 北京:中国农业科学技术出版社,2018
- [5] 董钻. 源远流长话玉米. 新农业,1984 (17): 10-11
- [6] 马先红. 玉米的品质特性及综合利用研究进展. 粮食与油脂, 2019,32 (1): 1-3
- [7] 宋同明. 发展我国特用玉米产业的意义、潜力与前景. 玉米科学, 1996,4 (4): 6-11
- [8] 唐祈林,荣廷昭. 玉米的起源与演化. 玉米科学,2007,15 (4): 1-5
- [9] 于光. 玉米的经济价值. 河北农业科技,1985 (12): 2-3
- [10] 张以秀. 我国玉米种植分布与气候关系研究. 乡村科技,2016 (1): 22-23
- [11] 景春艳,张富民,葛颂. 水稻的起源与驯化:来自基因组学的证据. 科技导报,2015,33 (16): 27-32
- [12] 王象坤,孙传清,才宏伟. 中国稻作起源与演化. 科学通报,1998, 43 (22): 2354-2363
- [13] 俞良,潘斌清,王小虎,钟卫国,端木银熙. 水稻的起源及驯化相关基因克隆研究进展. 上海农业科技,2017 (3): 18-21
- [14] Jiang L, Liu L. New evidence for the origins of sedentism and rice domestication in the Lower Yangzi River, China. Antiquity, 2006, 80 (308): 355-361
- [15] Molina J, Sikora M, Garud N, Flowers J M, Rubinstein S, Reynolds A, Huang P, Jackson S, Schaal B A, Bustamante C D, Boyko A R, Purugganan M D. Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesticated rice. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2011, 108 (20): 8351-8356
- [16] Zhao Z J. The Middle Yangtze region in China is one place where rice was domesticated: phytolith evidence from the Diaotonghuan Cave, Northern Jiangxi. Antiquity, 1998, 72 (278): 885-897
- [17] 孙建勇,刘萍. 小黑麦综合利用概述. 大麦与谷类科学,2015 (4): 12-13
- [18] 赵方媛,曲广鹏,田新会,杜文华. 饲料型小黑麦品系籽粒产量及其营养价值研究. 草地学报,2018,26 (6): 1374-1381
- [19] 曹新有,陈雪燕,陈朝辉,王灿国,吉万全,刘建军. 黑麦属优异基因在小麦改良中的研究与应用. 农业生物技术学报,2014,22(8): 1035-1045
- [20] 尚海英,郑有良,魏育明,吴卫. 黑麦属基因资源研究进展. 麦类作物学报,2016,23 (1): 86-89

(收稿日期: 2021-02-18)