



玉米免耕精播栽培

赵霞 著



中国农业科学技术出版社



玉米免耕精播栽培

赵霞 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

玉米免耕精播栽培 / 赵霞著. — 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5116-2594-6

I. ①玉… II. ①赵… III. ①玉米—高产栽培—栽培技术 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 088215 号

责任编辑 于建慧

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109194 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109702 (读者服务部)

传 真 (010) 82106629

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 9.5

字 数 175 千字

版 次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元



preface

前言

玉米是世界和中国主要粮食作物之一，据《中国农业年鉴》统计，2015 年中国玉米种植面积已经超过 5.5 亿亩（15 亩 = 1hm²。全书同）。黄淮海地区是中国玉米主要产区，玉米产量占全国玉米总产的 35%。免耕精播是目前当地主要种植方式。

播种质量是影响玉米播种的关键因子。以玉米免耕精播为主题，撰写和出版一本研究专著是同行们的共识。本书以作者十多年的试验研究材料、数据为依托，系统总结了影响玉米播种质量主要因子的效应，论点明确，思路清晰，论据翔实可靠，形成了独特的著作体系。

本书由九章组成，第一章阐述了玉米免耕精播栽培研究的目的意义及国内外研究进展，第二章到第八章分别阐述了种子质量、种子粒级、土壤水分、土体构型、农艺措施及保水剂、种肥应用、麦茬处理方式等对免耕精播夏玉米的影响，第九章介绍了夏玉米免耕精密播种关键技术集成研究和应用情况。

参考文献以作者的汉语拼音为序，同一作者的则按年代先后排序，英文文献排在中文文献之后。

本书是在作者的硕士论文《麦茬处理方式对机播夏玉米的生态生理效应研究》、博士论文《夏玉米免耕精播限制因素及其关键调控技术研究》的基础上，结合近年来的研究推广实践改写而成。本书的出版得到了导师河南农业大学李潮海教授、沈阳农业大学黄瑞冬教授、河南省农业科学院唐保军研究员及相关专家、领导的支持和帮助，一并谨致感谢！

本书可供同类研究人员和高等院校有关专业人员参考。

本书中的不当或疏漏之处，敬请同行专家和读者指正。

作者

2016 年 4 月

· 本书的研究思路 ·

从栽培的角度研究影响制约夏玉米免耕机械化播种中出现的 key 限制性因素，明确精密播种种子质量要求、适宜土壤水分指标、抑蒸保墒的农艺措施、种肥的应用效果、麦茬处理方式效应等，在此基础上研发夏玉米精密播种保苗技术体系，为黄淮海地区提高夏玉米机械化播种质量提供理论和技术依据。



contents

目 录

第一章	绪论·····	1
第二章	种子质量对免耕精播夏玉米生长及产量的影响·····	8
第三章	种子粒级对免耕精播夏玉米生长与产量的影响·····	26
第四章	土壤水分对免耕精播夏玉米生理生态效应研究·····	37
第五章	土体构型对免耕精播夏玉米生理效应研究·····	57
第六章	农艺措施对免耕精播夏玉米生理效应研究·····	72
第七章	种肥应用对免耕精播夏玉米生理效应研究·····	89
第八章	麦茬处理对免耕精播夏玉米生理生态效应研究·····	96
第九章	玉米免耕精密播种关键技术集成与应用研究·····	120
参考文献	·····	130

第一章

绪 论

精密播种 (Precision Planting) 的定义就是株 (粒) 距、行距和播种深度都受到严格控制的单粒播种 (张波屏, 1983; 裴攸, 1993; 曹雨, 1998; 薛飞, 2000), 其基本含义就是使用机械将确定数量 (单粒) 的作物种子按栽培农艺要求的位置 (行距、株距、深度) 播入土壤, 并随即适当镇压的一种新的机械化种植技术, 其特点是可做到单粒点播, 出苗整齐, 一致性好, 无需间苗 (尚鸿全, 2009)。精密播种是玉米生产中现代化播种技术之一。目前, 在发达国家玉米精密播种技术已经形成相当完善的体系, 作为玉米生产中的常规技术得到普遍应用。国内玉米精密播种技术的试验研究已有 30 多年的历史, 但由于受各种因素的影响和条件的限制, 目前正在生产上普遍应用。

黄淮海地区是一年两熟农作区, 也是我国玉米主要产区之一, 产量占全国玉米总产量的 35%, 该区种植的夏玉米广泛采用免耕播种。随着机械化的普及, 玉米精密播种势必成为必然的选择。但在实际操作中, 多种因素影响精密播种的效果, 使得玉米精密播种在我国的发展进程缓慢。在这种情况下开展夏玉米免耕精播限制因素分析及其关键调控技术研究, 对提高夏玉米的播种质量和生长, 进一步提高产量, 保证夏玉米高产稳产有重要的理论和实践意义。

第一节 国内外研究进展

一、种子质量对玉米出苗及生长的影响

影响种子质量的因素很多,如种子遗传因素、栽培条件、发育成熟期间的气候条件、种子成熟度、种子机械损伤、种子干燥及贮藏条件等。种子活力(Seed Vigor)是指种子的健壮度,包括迅速而整齐的发芽与出苗、幼苗的生长势及植株的抗逆能力和生产潜力。它通过种子和长成的幼苗的活力而表达,高活力的种子具有明显的生长优势和生产潜力,对发展农业生产具有十分重要的意义(颜启传,2001)。种子活力比发芽率更能表示种子质量的好坏,它与种子的使用价值及贮藏性能密切相关(孙昌凤,2005)。

余宁安等(2010)以12个玉米自交系为试验材料,按不完全双列杂交试验设计组配35个杂交组合,研究了玉米种子活力田间测定及其遗传分析。通过对种子出苗势、出苗率、出苗指数、活力指数等种子活力指标进行配合力及遗传参数分析,结果表明:同一亲本种子活力4个性状间及同一性状12个亲本间的一般配合力(GCA)效应存在显著差异,12个亲本自交系中K1516的GCA效应表现最优,A3519表现最差;种子活力的特殊配合力(SCA)效应与GCA效应之间关系复杂,不能依靠双亲的GCA效应来推断其后代的SCA效应;种子活力各指标广义遗传力均超过50%,狭义遗传力均超过30%,且加性效应都大于非加性效应,表明这些指标可以作为种子活力早代选择的依据;千粒重与种子活力相关性很低。

刘萍等(2004)利用28个玉米品种研究种子室内发芽率与田间出苗率的相关性得出,两者之间呈直线正相关,相关系数为0.9367。

王会肖(1995)在实验室和田间条件下进行种子萌发试验,研究土壤温度、水分胁迫和播种深度对玉米种子萌发出苗的影响。结果表明,当土壤含水量低于10%时,玉米种子将不能顺利萌发。温度变化可以加速种子萌发,田间条件下,50%种子萌发所需的积温范围为18.6~23.8℃,决定于昼夜的温差。播种深度影响出苗速率,50%出苗所需的时间播深8 cm比播深5 cm推迟半天(相当于积温3~5℃),80%出苗所需的时间播深8 cm比播深5 cm推迟1 d(相当于积温7~10℃)。

盖颜欣等(2010)研究了在种子烘干过程中玉米种子水分变化及烘干对发芽率的影响。在正常条件下,玉米种子含水量在25%~30%之间,存在着极显著差异,含水量低于25%时种子发芽率趋于正常水平;高于30%在不同品种和不同含水量

之间存在着显著差异,但总的趋势是随着含水量降低发芽率提高较为明显。对玉米种子进行烘干,种子水分高于27%发芽率降低明显。玉米种子烘干与品种、水分和温度有着密切的关系。张涛等(2009)通过研究玉米种子微波干燥各个因素,包括微波输出时间比、种子初始含水量、微波承载重量和微波干燥功率等研究玉米种子微波间歇干燥特性及其对发芽率的影响。微波干燥功率、微波输出时间比、种子含水量、种子承载重量等对种子的微波干燥都有显著影响,生产中要选择适当的微波干燥条件和方式才能达到种子干燥和保障种用价值的目的。

不同成熟度玉米种子的活力有差异。石海春等(2006)采用玉米种子标准发芽试验和电导率法的研究表明,随着种子成熟度的提高,种子活力指数显著提高,电导率则呈降低的趋势。王多成等(2008)利用自交系和杂交种研究了不同发芽率不同粒数播种对玉米出苗率的影响。他认为玉米自交系或杂交种随种子发芽率的提高和点播粒数的增加田间出苗率随之提高。发芽率95%以上的种子可以实现单粒点播,品种的不同对田间出苗率影响不大。

刘天学(2006)、任转滩(2008)等利用室内和田间试验,探讨了不同粒位玉米种子的活力和产量潜力。结果表明,不同粒位的种子在种子大小、粒重、种子活力、田间幼苗生长等存在明显的差异,基部和中部籽粒具有较高的种子活力,而顶部籽粒的活力较弱,但对玉米中后期生长及最终产量没有明显影响。

种子大小是其物理特性之一,不同大小的种子从理论上反映了种胚所存物质的多少(彭鸿嘉,2001)。种子大小也影响种子发芽、出苗、植株的结实能力(Weisl, 1982; Stamon M, 1984)。有研究表明,种子大小与种苗活力显著相关,在早期,从大粒种子长出的种苗通常比小粒种子长出的种苗大(Harper J, et al, 1967; Finste K, et al, 1984),大种子长出的种苗具有持续保持大苗的优势(Muitamaki K, 1962)。石海春等(2005)采用玉米种子标准发芽试验,比较研究了不同玉米品种及不同大小的玉米种子活力差异,结果表明,不同品种的玉米种子活力高低决定于计算种子活力指数的方式,即依靠某一种种子活力指数并不能完全判断不同玉米品种的种子活力高低;同一玉米品种,体积较大或千粒重较高的种子,其活力较高,不同玉米品种间体积大小和千粒重的高低与其种子活力大小之间并无明显的关系。

各种外界环境的改变也影响种子的活力。乔燕祥(2003)通过人工加速老化的方法,进行了种子老化过程中活力变化与生理特性的研究。结果表明,($58^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$)热水处理玉米种子的发芽指标和活力指标均随老化时间的延长而降低。电导率、MDA随种子老化程度的加剧而升高,并和各发芽指标、活力指标呈显著的负相关,脱氢酶、淀粉酶与各发芽指标呈显著正相关,老化种子萌发1天的



种子胚酯酶、同工酶比发芽期酶带丰富、清晰。余海兵(2007)等用不同存贮时间及老化处理的玉米种子,采用脂肪氧化酶偶联氧化 α -胡萝卜素产生显色反应,研究了脂肪氧化酶同工酶不同位点缺失对玉米种发芽率影响及其缺失体在玉米种子中的丰富度。结果表明,同缺lox-1,lox-2能提高玉米种子发芽率,延缓玉米种子衰老;玉米种子资源中具有较丰富的脂肪氧化酶缺失体资源,其中,糯质型、硬粒型、北方的玉米种子中同缺lox-1,lox-2的种质比例较高。

种子在吸胀过程中酶活性也会发生变化。伍贤进等(2004)以玉米种子为材料研究了吸胀萌发过程中胚的抗氧化酶活性变化。试验结果表明:25℃下种子胚根开始突破种皮的时间为16 h,50%萌发的时间(T50)为38 h,100%萌发的时间(T100)为66 h;SOD在种子吸胀0 h时就有一定活性,在整个吸胀萌发过程中呈先升高后降低的变化趋势;POD活性在种子吸胀0 h时很低,吸胀萌发过程中逐步升高,升高的速度随吸胀萌发进程而加快;CAT活性在种子吸胀0 h时为0,在种子吸胀萌发过程中随萌发率的增加而不断提高,但到萌发率接近90%时(吸胀58 h)则开始降低。

种子精选分级可提供高质量的种子,为作物高产增收创造有利条件(甘露等,2000)。研究者在多种植物上已经证实了对相同遗传种性的繁殖材料进行分级种植或繁殖时可以提高其产量(齐文超等,2000)。王衍武等(2001)研究认为种子籽粒大小和粒径变幅不影响大豆的生育进程,混合种子产量明显低于分级种子。精选分级后的种子有效地提高了播种的精确度,使种子出苗后达到苗齐、苗均、苗壮的标准,为发挥现有品种资源的生产潜力提供了保证。王旭光(1994)研究表明,小麦不同品种分级后单株粒数、千粒重、产量等方面在不同级别间均发生了变化,级别高、质量好的种子以上指标均得到了提高。

不同种衣剂对玉米种子发芽的影响不同。研究表明,悬浮种衣剂处理玉米种子防治苗期病害,对玉米出苗没有影响。同时,玉米种子用种衣剂处理后有促进萌发、提高发芽率、促进生长和增产的作用。但也有人认为种衣剂对玉米种子是有药害作用的,而且发芽势水平高的种子药害敏感程度更大。全国农业技术推广服务中心统计表明,在全国范围内推广的玉米种衣剂平均增产10%以上。已达成共识的是种衣剂的使用是机械化播种中不可缺少的,但要注意正确使用(高洁,2001;张军,2001;郑富祥,2003;姜军,2008)。汤海军(2004)、马二培(2006)、王宁(2009)、刘正华(2010)等研究了不同化控调节剂、壳聚糖配合物等对玉米发芽的影响。总的来看,不同品种对化控剂反应程度不同,生产中可以利用外源化学调控物质与植物内源激素间的作用关系,并针对具体的作物品种,采取有效的调控措施。

二、水分和农艺技术对玉米出苗及生长的影响

侯玉虹等(2006, 2007)进行盆栽试验,研究不同质地土壤底墒对玉米出苗及苗期生长的影响,结果表明,土壤底墒对玉米出苗率、株高和苗期总干物重影响显著。玉米出苗率、株高和苗期总干物重随着土壤底墒的增加而增加,达到最高值后,随着土壤底墒的增加而减小。壤土出苗率、株高和苗期总干物重最高的适宜底墒范围为19%~22%,黏土为26%~29%,沙土为13%~15%。同时,又利用盆栽试验采用二次回归正交设计方法,进行了土壤底墒和苗期灌溉量对玉米出苗和苗期生长发育影响的试验研究,分别建立了苗期株高、总干重与土壤底墒、灌溉量关系回归模型。研究表明,土壤底墒显著影响玉米出苗率,玉米出苗率最高时的壤土和沙土底墒分别为20.6%和13.6%;土壤底墒和苗期灌溉量的交互作用对株高和单株干物质重量具有相互协同效应和替代效应;玉米苗期株高和总干重最大时的壤土底墒均为15.1%,最佳灌溉量分别为86.7 mm和91.7 mm;玉米苗期株高和总干重最大时的沙土底墒分别为12%和13%,最佳灌溉量均为76 mm。

张昊等(2011)设玉米整株秸秆覆盖免耕和传统大田生产两个处理,比较研究了土壤水热状况、出苗期、出苗率、株高、叶面积、干物质积累、产量及产量性状。结果表明,不同层次的土壤水分含量,整个生育期覆盖免耕处理比传统大田处理高,差异显著;土壤温度,出苗期覆盖免耕处理比传统大田低,差异显著,4叶期后无明显差异;覆盖免耕处理出苗期延长,出苗率较传统大田处理高;地上部干物质积累量在大喇叭口期之前,覆盖免耕处理低于传统大田处理,至抽雄吐丝期覆盖免耕处理明显大于传统大田处理;株高和单株叶面积在生育前期覆盖免耕处理与传统大田处理值相近,生育后期覆盖免耕处理高于传统大田处理,至抽雄吐丝期,覆盖免耕处理的单株叶面积高于传统大田处理。

朱元骏(2004)、迟永刚(2005)等利用盆栽研究了保水剂对玉米叶片气孔导度、 CO_2 吸收和 H_2O 蒸腾的变化。高水分处理下,保水剂效果不显著;低水分下,分根区施保水剂显著降低了叶片气孔导度,叶片 CO_2 吸收量和 H_2O 蒸腾量也同时降低,但 H_2O 蒸腾量下降幅度更大;在两种水分条件下,分根区施保水剂均能提高玉米单叶水分利用效率,复合型保水剂及其与菌根配比使用能显著促进玉米生长。黄占斌等(2007)、赵敏等(2006)、赵玉坤等(2010)、李海燕等(2011)利用大田试验探讨了保水剂的用量、类型对夏玉米苗期的影响。合理利用保水剂,可以明显改善土壤的供水状况,促进种子萌发,提高根系活力和玉米抗旱能力,维持植株正常生理代谢,促进玉米的生长发育,并显著提高玉米产量,但施量过小时,



保水效果不明显。随着保水剂用量的增加，玉米的株高、茎粗、叶数总体呈先上升后下降的趋势。

于希臣等（2002）针对辽宁阜新地区因春季风大，土壤表层失水严重的现象进行了不同镇压方式的研究。镇压后提高了出苗率、耕层土壤含水量，增加了土壤容重，提高了各生育阶段的鲜重、干重，并有利于产量的增加。彭文英等（2007）研究表明，与传统耕作相比，免耕普遍可增加土壤水 2%~8%，但只有长期实施免耕和覆盖达到一定程度时，免耕的增水效果才明显，而免耕水分利用效率却因产量、降水等而不同。

三、土壤养分对玉米出苗及生长的影响

孙昌凤（2005）以 2 个玉米品种（登海 11、农单 5）、6 种肥料（多微磷酸二氢钾、尿素、氯化钾、硫酸钾、腐植酸复合肥、复合肥）和 5 种微量元素（Mn、Cu、Zn、Ni、Mo）作为试验材料，对肥料溶液浸种和作种肥施用对玉米种子萌发与幼苗生长的影响得出，玉米种子用 0.05%~0.1% 肥料溶液浸种 12 小时，有利于提高玉米种子的发芽势和发芽率；有利于提高玉米幼苗鲜重、干重；有利于提高玉米苗长、根长；有利于提高幼苗根的吸收能力，为苗期生长整齐健壮打下良好的基础；用 Mn、Cu、Zn、Ni、Mo 微量元素配成的营养液处理玉米种子后，可提高玉米种子的萌芽能力，保证苗期幼苗的质量，对幼苗的生长有一定的促进作用，同时提高了玉米幼苗芽与根的呼吸速率。

黄艳胜等（2009）运用玉米专用种肥研究得出种肥对玉米出苗率、株高、苗干重有显著影响，其变化都呈先上升后随着施肥量的增加而下降的趋势。

赵亚丽等（2010）采用桶栽和大田试验相结合的方法，研究磷肥施用深度对夏玉米产量和养分吸收的影响。夏玉米施用磷肥增产效果显著，磷肥集中深施效果优于分层施，分层施效果优于浅施，且以磷肥集中深施在 15 cm 土层时效果最好。

四、土壤质地对玉米出苗及生长的影响

李潮海等（2004）利用池栽研究了 3 种质地土壤对玉米根系的形态、分布、生长的影响，发现玉米根系弯曲度、平均根径的大小均为轻黏土 > 中壤土 > 轻壤土，轻壤土中玉米根系上部支根更多但下部支根较少；拔节期，玉米根系的垂直和水平分布在轻壤土中范围最广，轻黏土中最小。大喇叭口期之后 3 种质地土壤玉米根系的分布范围无明显差异。轻壤土、中壤土、轻黏土随着土壤中物理性黏粒的增加，根量在上层土壤中所占的比例加大。轻壤土中玉米根系生长表现为“早发早衰”，

拔节期前,根系生长速率大于中壤土和轻黏土,吐丝期根量达到最大值,之后开始衰老。轻黏土玉米的根系则呈现出“晚发晚衰”,拔节期前根系生长缓慢,灌浆期根量才达到最大值,灌浆至成熟期根系衰老的速率远小于轻壤土和中壤土。中壤土中根系在玉米整个生育期平均生长速率和根量的最大值显著高于轻壤土和轻黏土。

五、免耕覆盖对玉米出苗及生长的影响

付国占等(2004)研究认为,覆盖处理玉米的平均出苗率好于不覆盖。不同处理对节根轮数没有影响,对节根条数有明显影响。残茬覆盖处理玉米节根条数增加。李潮海等(2007)、杨春收等(2009)认为平茬处理玉米的株高、单株叶面积、单株干重、光合速率均表现最优。综合而言,平茬处理能满足机播夏玉米的播种要求,有利于夏玉米的前期生长。

刘庚山等(2004)认为残茬覆盖玉米光合速率(P_n)显著高于不覆盖的,其日变化差异主要表现在上午;下午虽不甚明显,但也是覆盖和残茬处理略高于对照,覆盖和留残茬的处理明显减少了夏玉米叶片的蒸腾速率(Tr),在11:00后表现尤为明显。减少的水分散失,并不是以 G_s 下降,减少 P_n 为前提。

在对产量的影响上,有人认为覆盖使夏玉米增产,有人认为覆盖使玉米减产。丁昆仑等(2000)、刘振钰等(2000)、刘素媛等(2001)、谢文等(2001)、赵镭京等(2003)、陈素英(2005)等绝大多数研究结果表明秸秆覆盖有增产效果。汪丙国(2001)、高亚军等(2005)试验发现在个别的年份覆盖处理玉米不增产甚至减产。

第二节 免耕条件下实现玉米机械化精密播种的意义及问题剖析

黄淮海1年2熟区夏玉米常年播种面积1 000万 hm^2 以上。玉米稳产高效是永恒的主题,而播种质量是决定产量高低的重要因素之一。夏玉米播种季节正处在小麦收获后干旱少雨的6月上中旬,适宜播期短,确保夏玉米的播种质量至关重要。目前,生产中影响夏玉米播种质量的问题如下。

- 夏玉米的种子质量低,不能满足机械化精密播种要求;
- 初夏旱发生频率高造成土壤干旱影响玉米播种;
- 麦茬缠绕堵塞播种机造成漏播;
- 农机农艺不配套、播种机手的操作水平低等。



第二章

种子质量对免耕精播夏玉米生长及产量的影响

玉米机械化精密播种技术是中国农业机械化和现代化的重要组成部分，是农艺与农机现代科学技术的有机结合（孙松涛等，2008）。当前，我国玉米主产区已经基本实现了玉米机械化播种技术（刘忠泽等，2008），但是，在此基础上的玉米精密播种技术则刚刚开始推广，而欧美发达国家已经普遍应用玉米机械化精密播种技术（孙松涛等，2008；薛飞等，2000）。相比精密播种较传统播种方法具有如下优点：有利于机械化操作，省工、省力、省钱、省种，密度一次到位，株行距均匀，不间苗、不伤根、苗匀、苗齐，易高产（姚杰等，2004）。

中国从20世纪60—70年代开始精密播种机的研发，但至今没有得到全面的推广应用。主要原因在于玉米精密播种机的性能（张秀花等，2004）、种子质量（姚杰，2004）以及播种条件（李潮海等，2008）难以满足精密播种的要求。当前，玉米精播机械质量的提高和普及（温莉萍等，2007；王颖等，2008；廖庆喜等，2007；尚泓泉等，2009）、玉米种子加工处理技术水平的提高（王振华等，2008；余泳昌等，2006），解决了麦茬玉米田对玉米播种质量影响，为我国玉米机械化精密播种技术的推广提供了有利条件。近年来，由于登海先锋公司大力推广适宜精密播种的先玉335等品种，在国内其他种业公司也逐渐跟进，推出各自适宜精密播种的品种（成运伟等，2009）。近年来玉米精密播种的面积逐渐扩大，并进入了新的推广阶段。

种子质量是机械化精密播种的关键环节之一。当前我国对于玉米种子的标准主

要包括纯度、净度、发芽率、水分四个方面。但是,精密播种要求种子质量指标更多,种子加工质量更高(韩俊强,2002)。目前,我国玉米种业公司较多,种子加工水平不同。种子市场上适宜精密播种的种子和适宜传统播种的种子并存。虽然国家制定了玉米种子质量标准,然而,并没有相关的精密播种的种子质量标准。

为了研究当前适宜精密播种玉米种子的质量状况,本研究收集了近年来市场上的部分品种,以登海先锋公司大力推广适宜精密播种品种先玉335为参照,比较分析了我国普通玉米品种和精密播种品种之间的差异,为我国玉米精密播种的发展提供参考。

第一节 研究所用材料与方法

一、试验材料与设计

(一) 室内试验

2008年、2009年、2011年分别选择已在黄淮海地区审定的29个、28个及11个品种,这些品种一部分购自于种子市场,一部分由种子经销公司提供。其中,2008年有3个单粒销售的适宜精密播种品种,分别是先玉335、蠡玉35、蠡玉16。2009年有6个适宜精密播种品种,分别是先玉335、蠡玉35、蠡玉16、振杰1号、豫禾988、洛单248。2011年选用的10个单粒播种品种,包括2000—2009年试验使用的单粒播种品种蠡玉35、蠡玉16、振杰1号、豫禾988、洛单248和对中国玉米行业影响较大的2个单粒播种品种登海先玉335和郑单958(佟屏亚,2010),其中选用了4家种业公司经营的郑单958,即金博士郑单958、秋乐郑单958、金娃娃郑单958、德农郑单958。

由于上述种子均符合中国的玉米种子标准,因此,得到种子后没有再进行其他处理,直接进行相应的指标测定。

(二) 田间试验

选用10个单粒播种品种(具体品种同2011年室内试验)和郑单958普通种子,于2011年安排在河南省现代农业研发基地(简称研发基地,即YFJD)和河南省新乡市桥北区刘庵村(简称刘庵村,即LAC)进行试验。试验地均为潮土,地势平坦,排灌方便,地力均匀一致,2个试验点耕层基础肥力如表2-1,气象资料如表2-2。试验采用60cm等行距种植,种植密度67500株/hm²。6行区,行长6m,小区面积为21.6m²,重复4次。播种深度为5cm。2个试验点均在6月

14 日免耕机械播种,播种机为河北省石家庄布谷农机销售有限公司生产的 2BQ-4 玉米播种机。10 月 13 日收获。播后及时浇水。定苗后追施河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所肥料厂生产的玉米专用复合肥(N:P:K 为 28:6:6) 750 kg/hm²,其他管理同一般大田。

二、测定项目与方法

(一) 室内试验

种子加工质量依据品种单粒重的变异系数和标准差来衡量。每个品种随机取样后选择 100 粒,用电子天平(精度为 0.0001 g)称取单粒重。利用 2011 年的种子做标准发芽试验。

种子标准发芽试验:按照 GB/T 3543.5-1995、GB 4404.1-1996 种子检验标准(农作物种子质量标准,1996)进行。将供试玉米品种做种子标准发芽试验,再测其发芽率、幼苗长度、幼苗鲜重和幼苗干重,分别计算其简易种子活力指数。每个处理设置 4 个重复,每个重复 100 粒种子。用经过清洗和高温消毒的沙子作为发芽基质,再把供发芽的种子置放在发芽盒内,放入恒温光照培养箱,每日 12 h 光照,12 h 黑暗,恒温 25℃条件下发芽,每天定时观察并记录发芽情况,以胚根和胚芽均萌发为发芽标准。第 4 d 计算发芽势,第 7 d 统计发芽率,测量苗长,计算发芽指数、活力指数和发芽速率。同时,选取具有代表性的 20 株正常幼苗,分别测其幼苗鲜重和干重,以平均数为单位进行分析比较(幼苗长度测定:每个重复选取有代表性的正常幼苗 20 株,用直尺分别测定其长度,单位为 cm,计算平均值;幼苗鲜重的测定:先把幼苗淘洗干净,用滤纸把水分吸干,然后用天平称每个重复幼苗的重量,单位为 g,计算平均值;幼苗干重的测定:先把幼苗放入纸袋中,再放入烘箱中杀青,温度为 105℃,时间为 15 min,然后温度降到 60℃烘干幼苗,时间为 1 d,冷却后用天平称取重量,单位为 g,计算平均值。用下列公式计算活力指标。

$$\text{发芽势 (Emergence force, 即 EF) (\%)} = \frac{\text{发芽初期 (第4天) 正常发芽种子}}{\text{供试种子数}} \times 100$$

$$\text{发芽率 (Emergence percentage, 即 EP) (\%)} = \frac{\text{发芽末期 (第7天) 正常发芽种子}}{\text{供试种子数}} \times 100$$

$$\text{发芽指数 (Emergence index, 即 EI)} = \sum \frac{G_t}{D_t}, \text{ } G_t \text{ 为 } D_t \text{ 相对应的每天芽数; } D_t \text{ 为}$$

发芽日数。

表 2-1 2011 年试验点基础肥力情况

Table 2-1 Basic fertility of the experimental sites in 2011

试验点 Experimental land	有机质 Organic matter (%)	水解氮 Hydrolyze N (mg/kg)	速效磷 Available P (mg/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)
研发基地 YFJD	1.68	85.37	25.54	94.42
刘庵村 LAC	1.27	74.16	21.69	87.43

表 2-2 2011 年试验点气象资料

Table 2-2 Meteorological data of Experimental sites in 2011

试验地点 Experimental site	时间 Time	平均气温 (°C) Average temperature	降雨量 Rainfall (mm)	日照时数 Sunshine time (h)
研发基地 YFJD	6 月上旬 Early June	28.1	1.4	94.7
	6 月中旬 Middle June	27.3	0	71.3
	6 月下旬 Late June	27.4	21.9	67.2
	7 月上旬 Early July	28.1	42.3	54.5
	7 月中旬 Middle July	28.1	12.1	56.6
	7 月下旬 Late July	31.8	15.9	62.3
	8 月上旬 Early August	25.4	44.2	30.7
	8 月中旬 Middle August	26.6	12.6	20
	8 月下旬 Late August	26.8	19.1	66.2
	9 月上旬 Early September	20.7	18.5	10.5
	9 月中旬 Middle September	17.5	136.6	28.8
刘庵村 LAC	9 月下旬 Late September	19.2	28.1	54.3
	6 月上旬 Early June	27.2	0	77.7
	6 月中旬 Middle June	26.7	0	60.2
	6 月下旬 Late June	26.7	3.9	52
	7 月上旬 Early July	27.4	30.8	52.2
	7 月中旬 Middle July	27.3	0	54.1
	7 月下旬 Late July	28.2	35.5	62
	8 月上旬 Early August	24.6	53.7	11.3
	8 月中旬 Middle August	25.9	24.9	14.7
	8 月下旬 Late August	23.4	33.9	40.6
	9 月上旬 Early September	20.2	25.9	0
	9 月中旬 Middle September	16.7	162.8	19.9
	9 月下旬 Late September	18	44	43.6