

黄淮海玉米籽粒含水量主要影响因素分析及测定方法

刘红兵¹ 李婷婷² 吴占清¹ 许海良¹ 张金安²

(¹ 河南省开封市农林科学研究院, 开封 475001; ² 河南省开封市祥符区农业农村局, 开封 475100)

摘要:在玉米收获时,籽粒含水量的多少直接影响玉米机械化收获的进程,降低籽粒含水量对玉米的产量、品质及贮藏成本都有重要影响。黄淮海夏玉米区是全国玉米生产核心区,冬小麦夏玉米轮作制度和灌浆期高温高湿、阴雨寡照等复杂生态环境对籽粒机收提出了更高的要求。从影响玉米籽粒含水量的农艺性状、生理性状、栽培措施、环境因素、遗传性状以及含水量测定方法等方面总结了玉米籽粒脱水速率的整体研究情况,以期黄淮海夏玉米机械粒收及高产高效品种筛选提供理论依据。

关键词:玉米;籽粒含水量;机械收获;测定方法

玉米有产量高、适应性强、品质较好等优点,在农业生产上占据十分重要的位置,从籽粒到苞叶、茎秆、穗轴都有广泛的用途。由于耕地的限制,目前玉米在我国的播种面积已经达到极限,要发展玉米生产就得靠提高玉米单产。近年来,随着育种技术和水平的不断进步,育种家往往通过延长灌浆时间来提高玉米产量,在黄淮海区域,小麦/玉米一年两熟,玉米生育期短,光热资源受限,农民习惯提早收获,往往导致籽粒含水量较高,机械化采收时籽粒易破碎,影响籽粒产量和品质,而且还不易储存。本文对玉米籽粒含水量与农艺性状、栽培措施、环境因素、生理性状、遗传性状及相关测定方法等方面的研究进行分析,并对未来研究提出展望。

1 玉米籽粒含水量与农艺性状

玉米籽粒含水量与穗部、籽粒特性等相关性较强。众多研究表明,籽粒含水量与玉米穗轴、苞叶含水量、苞叶层数呈显著正相关,籽粒脱水速率与籽粒含水量、苞叶长度、穗长、穗粗、粒宽、粒长、轴粗、行粒数、百粒重、灌浆持续期呈负相关,籽粒脱水速率与穗轴脱水速率呈极显著正相关^[1-3]。李璐璐等^[4]发现苞叶长度/果穗长度与籽粒脱水速率呈负相关,果穗夹角、果穗长度/行粒数与籽粒脱水速率呈正相关,百粒干重、穗轴生理成熟期含水量与籽粒

含水量呈显著负相关关系。

雷蕾等^[5]对26种不同玉米杂交种收获时籽粒含水量进行分析,发现收获时籽粒含水量与粒长相关性较小,与粒宽正相关,与粒厚负相关。但刘思奇等^[1]认为籽粒含水量与粒长达到显著负相关,与粒宽和粒厚相关性不显著。关于玉米粒型与籽粒含水量的关系尚无统一结论。

另外,徐田军等^[6]认为收获时籽粒含水量低与穗粒数多且籽粒灌浆启动早、前期灌浆速率高、活跃灌浆期长有关。黄岩等^[7]认为,玉米收获时,籽粒含水量与穗轴周长、雄穗分枝、生育期和穗下绿叶面积、灌浆天数呈正相关;中后期脱水速率与伸长节数、百粒重、株高、穗位高呈负相关。

综上,在选择培育脱水速率快的玉米品种时,应选择苞叶较短、苞叶层数较少、苞叶脱水速率较快、穗轴脱水速率较快、穗位低等性状,同时协调好穗粗、轴粗、穗长、行粒数、籽粒长宽厚的关系,兼顾株高、穗位等株型性状的选育,满足生产需求。

2 玉米籽粒含水量与栽培措施及环境因素

2.1 栽培措施 玉米籽粒含水量受到栽培管理影响。有研究认为,随着种植密度的增大,成熟期玉米籽粒含水量增大,脱水速率降低,不同品种间差异显著^[8]。但万泽花等^[2]认为随着种植密度的加大,籽粒灌浆期变短,平均灌浆速率降低,生理成熟时的含水量减少。冯鹏等^[9]研究表明,生理成熟前,种植

密度对籽粒含水量和平均脱水速率影响不显著,但生理成熟后,种植密度却对脱水速率和籽粒含水量影响较大。关于种植密度对玉米籽粒含水量的影响目前还没有一致的意见。

2.2 环境因素 当玉米籽粒含水量大于或者等于30%时,空气温度对籽粒脱水速率影响较大,当籽粒含水量小于30%时,空气相对湿度主要影响籽粒脱水速率。Brooking^[10]研究认为,在玉米生理成熟前,玉米籽粒灌浆的同时伴随籽粒脱水,两者达到平衡,环境对此时的脱水速率影响不大;当玉米达到生理成熟,籽粒脱水速率受空气温度、湿度等环境因素影响较大。玉米籽粒含水量、平均脱水速率与日均温负相关,与灌浆期天数和积温显著正相关,可通过对玉米生长发育和籽粒脱水的系统观测,建立籽粒含水量与授粉后积温回归模型,估算下降至适宜机械收获含水量时所需要积温,推算出播种至适宜机械收获时期的积温^[11]。

综上,玉米籽粒含水量受到栽培管理、空气湿度、温度等影响,并与授粉后活动积温有显著关系,可通过回归模型,推算出相应时期所需积温。

3 玉米籽粒含水量与生理性状

3.1 籽粒品质性状 玉米籽粒品质性状是影响玉米籽粒含水量的因素之一。玉米籽粒蛋白质、脂肪含量、含油量与籽粒含水量呈正相关,淀粉含量与籽粒含水量呈负相关^[5]。张立国等^[12]研究显示,生理成熟后脱水速率与支链淀粉、淀粉、粗蛋白表现极显著正相关,与淀粉、支链淀粉直接通径系数为正值,与脂肪、清蛋白、谷蛋白呈显著负相关,与粗蛋白、清蛋白、谷蛋白、脂肪直接通径系数为负值,提出以选育脂肪、淀粉、支链淀粉、谷蛋白含量少的基因型杂交种作为获得脱水速率快的玉米育种方向。

3.2 植物激素及生长调节剂 玉米生长发育受内源激素调节控制,植物激素对玉米籽粒含水量有重要影响。万泽花等^[13]研究表明,玉米籽粒脱水速率与GA₃、IAA、ZR含量均呈正相关,与ABA含量呈负相关。Zhang等^[14]发现ABA促进了蔗糖对淀粉的转化,缩短了籽粒灌浆的持续时间,加速了玉米籽粒脱水。Capelle等^[15]利用脱水速率差异较大的两个亲本及其组配的F_{3:4}重组自交系群体为材料,发现ABA含量与籽粒脱水有关,并定位到43个与籽粒脱水有关的QTL、20个与ABA有关的QTL。

在实际生产中,可通过化学调控加速玉米籽粒脱水速率。DA型脱水剂能明显促进玉米籽粒脱水,在玉米收获前10~30d,应用时期越早,效果越明显,低剂量对品质无影响,且能增加玉米产量^[16]。曹文轩^[17]研究了敌草快、草甘膦两种脱水剂对玉米籽粒水分的调控效应及其对玉米产量、品质的影响情况,认为授粉后40d喷施敌草快脱水效果较好。赵继玉等^[18]通过3年大田试验研究发现:在收获前20d喷施脱水剂,提高了总脱水速率,对产量及品质无显著影响。因而,可考虑喷施生长调节剂加速玉米籽粒脱水速率,兼顾玉米生长期、环境温度以及对产量品质的影响。

4 玉米籽粒含水量与遗传性状

不同品种间的脱水速率是由基因控制的,通过育种方法可选育出脱水速率快的品种,但调节玉米籽粒的脱水速率是多基因数量性状,可采用QTL定位发掘控制脱水速率的基因。Sala等^[19]利用181个F_{2:3}家系,定位到3个QTL与脱水速率有关。Wang等^[20]利用吉846和掖3189组配了280个RIL群体,得到了14个与籽粒脱水速率相关QTL,且对表型贡献率在5%~16%之间。Song等^[21]利用DH群体,定位到了6个与籽粒含水量相关的QTL位点。王新涛等^[22]使用500对SSR标记进行多态性选择,发现位于玉米第8染色体的标记umc1627和umc1415与籽粒含水量关系密切。

综上,调节玉米籽粒的脱水速率属于复杂的数量性状,相关遗传机制研究进展缓慢,大多数研究还在初步定位阶段,需要加快研究控制脱水速率的主效QTL,为育种方向提供理论指导。

5 玉米籽粒含水量测定方法

关于籽粒含水量的测定方法包括直接测定法(烘干法、减压烘干法、红外线加热法、甲苯蒸馏法、卡尔费休法)和间接测定法(核磁共振法、电子水分仪速测法、近红外反射光谱分析法)。国内外大多数研究使用传统烘干法,近几年正在逐渐探索探针式水分测定仪。向葵^[23]利用改良的探针水分测定仪与传统的烘干法对玉米籽粒、苞叶、穗轴、全穗等含水量进行测定并对比,得出两者具有显著相关性,相关系数大于0.98,并提出水分测定仪可快速测定大田玉米的含水量。王帮太等^[24]利用SH-2型针刺式水分仪测量分析,建立直线回归模型,实现快速测

定玉米籽粒含水量。在实际应用上,探针式水分测定仪测量值易受品种、体积、温度等因素的影响。张垚^[25]使用核磁共振技术测量单粒玉米籽粒含水量,发现核磁成像为籽粒含水量的选择提供参考标准,并初步提出该方法测定含水量的可行性,为今后含水量的测定方法及育种上选择快速脱水的材料提供方便。

6 结论与展望

6.1 结论 随着机械化的快速发展,尤其是黄淮海玉米生产区,收获时籽粒含水量和破碎率较高,受农时的影响,机械粒收的需求更为迫切。籽粒脱水速率快、收获时籽粒含水量低是实现机械粒收的关键。在选育脱水快的品种时,建议选择苞叶较短、苞叶层数较少、苞叶脱水速率较快、穗轴脱水速率较快的品种,同时协调好穗粗、轴粗、穗长、行粒数、籽粒长宽厚的关系,兼顾株高、穗位等株型性状以及籽粒品质、品种生育期及抗性的选育,结合当地的生长环境及栽培管理设施,研发高效促脱水的植物生长调节剂,选择方便、快捷、准确的测量仪器,与轻简化农机装备相融合,才能进一步推动玉米机械粒收的应用。

6.2 展望 为了进一步提高玉米生产效率,增加种植收益和市场竞争能力,需要深入研究影响玉米籽粒含水量的各个性状,为玉米机械化推广和品质改善提供理论依据。一方面深度挖掘优异种质资源,打造硬核农业“芯片”,为品种选育提供材料支撑;另一方面,要结合当地的种植制度、栽培模式、生态气候等相关因素,选择合适的机械装备,提高机械粒收的质量。同时,加快探索土地流转制度,增加玉米种植规模,降低机械化作业成本。

参考文献

- [1] 刘思奇,钟雪梅,史振声. 玉米果穗各部性状对籽粒含水量和脱水速率的影响. 江苏农业科学,2016,44(8): 130-132
- [2] 万泽花,任佰朝,赵斌,刘鹏,董树亭,张吉旺. 不同熟期夏玉米品种籽粒灌浆与脱水特性及其密度效应. 作物学报,2018,44(10): 1517-1526
- [3] 闫淑琴,苏俊,李春霞,龚士琛,宋锡章,李国良,扈光辉,王明泉,贡利. 玉米籽粒灌浆、脱水速率的相关与通径分析. 黑龙江农业科学,2007(4): 1-4
- [4] 李璐璐,明博,谢瑞芝,王克如,侯鹏,李少昆. 玉米品种穗部性状差异及其对籽粒脱水的影响. 中国农业科学,2018,51(10): 1855-1867
- [5] 雷蕾,王威振,方伟,张子学,刘正,李文阳. 影响夏玉米生理成熟后籽粒脱水的相关因素分析. 玉米科学,2016,24(3): 103-109
- [6] 徐田军,吕天放,赵久然,王荣煊,刘月娥,刘秀芝,陈传永,邢锦丰,王元东,刘春阁. MC812 和郑单 958 籽粒灌浆和脱水特性研究. 玉米科学,2019,27(4): 87-92
- [7] 黄岩,周浩,殷修刚,张存岭. 夏玉米籽粒脱水与农艺性状的相关通径分析. 安徽农学通报,2020,26(S1): 30-32
- [8] 王兵,刘冬玲,薛林,张振良. 密度对玉米生理成熟后籽粒含水率及脱水速率的影响. 安徽农业科学,2018,46(20): 38-40
- [9] 冯鹏,申晓慧,郑海燕,张华,李增杰,杨海宽,李明顺. 种植密度对玉米籽粒灌浆及脱水特性的影响. 中国农学通报,2014(6): 92-100
- [10] Brooking I R. Maize ear moisture during grain-filling, and its relation to physiological maturity and grain-drying. Field Crops Research, 1990, 23(1): 55-68
- [11] 张万旭,明博,王克如,刘朝巍,侯鹏,陈江鲁,张国强,杨京京,车淑玲,谢瑞芝,李少昆. 基于品种熟期和籽粒脱水特性的机收粒玉米适宜播期与收获期分析. 中国农业科学,2018,51(10): 1890-1898
- [12] 张立国,王振华,张林,王霞,刘显军,陈喜昌,李波,张宇. 玉米生理成熟后籽粒脱水速率的配合力分析. 作物杂志,2007(3): 52-55
- [13] 万泽花,任佰朝,赵斌,刘鹏,张吉旺. 不同熟期夏玉米品种籽粒灌浆脱水特性和激素含量变化. 作物学报,2019,45(9): 1446-1453
- [14] Zhang L, Liang X, Shen S, Yin H, Zhou L, Gao Z, Lv X, Zhou S. Increasing the abscisic acid level in maize grains induces precocious maturation by accelerating grain filling and dehydration. Plant Growth Regulation, 2018, 86(1): 65-79
- [15] Capelle V, Remoue C, Moreau L, Reyss A, Mahe A, Massonneau A, Falque M, Charcosset A, Thevenot C, Rogowsky P, Coursol S, Prioul J. QTLs and candidate genes for desiccation and abscisic acid content in maize kernels. BMC Plant Biology, 2010, 10: 2
- [16] 韩玉军,陶波,刘金字,高世杰. DA 型玉米脱水剂的脱水效果及其对玉米营养品质的影响. 玉米科学,2012,20(2): 95-98
- [17] 曹文轩. 夏玉米籽粒脱水特性与脱水剂的调控效应. 北京: 中国农业大学, 2018
- [18] 赵继玉,任佰朝,赵斌,刘鹏,张吉旺. 喷施脱水剂对不同熟期夏玉米脱水特性和籽粒品质的影响. 应用生态学报,2020,31(8): 2613-2620
- [19] Sala R G, Andrade F H, Camadro E L, Ceroni J C. Quantitative trait loci for grain moisture at harvest and field grain drying rate in maize (*Zea mays* L.). Theoretical and Applied Genetics, 2006, 112(3): 462-471
- [20] Wang Z, Wang X, Zhang L, Liu X, Di H, Li T, Jin X. QTL underlying field grain drying rate after physiological maturity in maize (*Zea mays* L.). Euphytica, 2012, 185(3): 521-528
- [21] Song W, Shi Z, Xing J, Duan M, Su A, Li C, Zhang R, Zhao Y, Luo M, Wang J, Zhao J. Molecular mapping of quantitative trait loci for grain moisture at harvest in maize. Plant Breeding, 2017, 136(1): 28-32
- [22] 王新涛,杨青,代资举,王艳,李保全. 玉米籽粒含水量性状相关

我国向日葵种子加工的发展及现状

闻金光¹ 王 林² 韩晓梅³ 李素萍¹ 贾利敏¹ 邓 涛⁴ 关国宝³

(¹ 内蒙古自治区农牧业科学院, 呼和浩特 010031; ² 酒泉奥凯种子机械股份有限公司, 酒泉 735000;

³ 酒泉市农业科学研究院, 酒泉 735000; ⁴ 内蒙古自治区巴彦淖尔市种子管理站, 巴彦淖尔 015000)

摘要:种子加工是提高种子质量的重要措施,我国向日葵产业从1949年开始经过70多年的发展,种植面积从20世纪50年代的0.2万 hm^2 发展到现在的100万 hm^2 。通过引进优异种质资源,向日葵种子科研工作也从无到有,选育出了一系列向日葵品种。种子加工机械也从新中国成立初期的仿制到引进、消化、吸收国外先进的种子加工设备和技術,自主研发出适合我国国情的种子机械加工设备。同时,向日葵种子加工技术水平也随着种子加工机械技术水平的整体提高和向日葵种子产业的发展得到提升。

关键词:向日葵;种子;机械加工

种子加工即种子机械化加工,是提高种子质量的重要措施之一。向日葵种子从制种、收获到最终形成商品种子,种子加工是不可缺少的环节,通过种子加工改变了种子的物理性状,使种子籽粒饱满、均匀,色泽一致,发芽率提高,提升了种子质量和商品性,实现了机械化、单粒化精量播种对种子的要求,达到播种以后田间出苗一致、生长整齐、成熟期一致的目的。

1 我国向日葵种子加工技术的发展

1.1 我国向日葵种业发展回顾 向日葵起源于北美,明代中期传入我国后基本是作为花卉观赏和干果嗑食。新中国成立初期我国向日葵种植面积仅0.2万 hm^2 ,1960年发展到1.6万 hm^2 ,20世纪70年代初期种植面积8.1万 hm^2 ,产品均以嗑食品种为主,少部分用于榨油^[1]。从20世纪70年代开始,国

家大力发展油料作物种植,1973年从罗马尼亚引进了前苏联油用向日葵品种派列多维克在国内广泛种植,成为20世纪70-80年代国内种植面积较大的油葵品种,到1980年我国向日葵种植面积达到80.4万 hm^2 。1974年中国农业科学院从加拿大引进了向日葵细胞质雄性不育系及保持系,开启了我国向日葵杂种优势利用和向日葵杂交育种时代。通过组织科研院所协作攻关,1977年以后国内科研育种单位陆续选育出自己的不育系、保持系和恢复系,实现了向日葵三系配套,结束了我国没有向日葵三系杂交种的历史。20世纪80-90年代,内蒙古自治区农牧业科学院、吉林省白城市农业科学院、辽宁农业科学院、山西农业科学院等农业科研院所分别育成了内葵杂1、2、3号,白葵杂1、2、3号,辽葵杂1、2、3号,汾葵杂3、4号等一系列油用型杂交种并在生产中应用,其中,内葵杂1、2、3号杂交种在内蒙古西部地区、宁夏、山西和陕西北部等地区大面积种植,累计推广面积达10万 hm^2 ,成为当时我国自主选育油葵杂交种种植面积最大的品种。1987年和

基金项目:内蒙古自治区科技重大专项(向日葵高产高效综合技术与产业化);农业农村部国家特殊油料产业技术体系向日葵机械化岗位(CARS-14-1-27)

通信作者:李素萍

SSR分子标记的筛选和分析. 分子植物育种, 2018, 16(2): 472-476

[23] 向葵. 玉米籽粒脱水速率测定方法优化及遗传研究. 成都: 四川农业大学, 2011

[24] 王帮太, 杨美丽, 王静, 王志红, 郭华, 侯现军, 张文波, 常建智. 不

同玉米品种籽粒脱水速率相关分析及快速测定. 中国农学通报, 2020, 36(15): 18-23

[25] 张奎. 玉米单籽粒核磁共振测水技术及其含水率遗传研究. 北京: 中国农业大学, 2015

(收稿日期: 2021-08-30)