

# 冬季鲁北地区玉米加代繁育技术研究初报

卢振宇<sup>1</sup> 张超<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 山东省黄河三角洲(滨州)国家农业科技园区管理委员会,滨州 256600;

<sup>2</sup> 山东省淄博市农业科学研究院,淄博 255033)

**摘要:**冬季南繁加代是加速玉米育种进程的重要手段,但由于南繁成本高,不易管理,以及受人力、物力等多种因素的限制,多数育种单位难以实现。2014–2015年冬,育种人员利用温室大棚对玉米自交系进行了加代繁育,并通过2015年和2016年2年的不同播期的田间种植试验,成功选出稳定自交系16个,优良玉米组合5个。该技术具有成本低、经济效益高的特点,可有效解决冬季鲁北地区就地玉米加代繁育技术难题。

**关键词:**冬季;鲁北地区;玉米;自交系;加代繁育

目前,我国玉米种植面积仅次于稻谷和小麦,总产和单产已经超过小麦,跃居中国粮食作物第2位。随着经济迅速发展,玉米在我国国民经济中的地位越来越重要<sup>[1]</sup>。玉米产量的大幅度提高,从育种角度看,选育出具有高配合力的自交系是育成优良杂交种的基本条件<sup>[2]</sup>。选育玉米杂交种,要经过自交分离、测交、组合选配、试验示范,程序多,年限长,从培育自交系开始到育成一个优良品种用于生产,一般需要10年左右。对玉米育种工作者来说,缩短育种年限,加快育种进程,是提高育种效率的重要措施之一<sup>[3–5]</sup>。为了缩短育种年限,我国北方一些科研单位或种子部门多采用南繁的方法,但是南繁路途远,运输不便,人力、财力消耗很大,要投入一笔较高的南繁费用,这使育种规模较小、经费缺乏的育种单位不堪重负,望而却步<sup>[6–8]</sup>。为此,笔者结合鲁北地区气候特点和单位育种实际,于2014–2015年利用大棚对玉米育种材料进行扩繁加代试验研究,以期探索出适于鲁北地区冬季玉米加代繁育的新途径,为冬季鲁北地区玉米加代提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验在山东滨州国家农业科技园区核心区试验基地进行。供试大棚为单面冬暖式塑料蔬菜大棚,棚外有防雨保温棉被,由卷被机控制,棚南侧有通风口,由卷帘机控制,棉被每天按时揭

盖,适时通风透光;棚内有效种植面积600m<sup>2</sup>,行长10m。选用稳定的自交系为供试材料,包括本单位自育系、黄改系、郑单958改良系、齐319改良系、自选孤雌诱导系和优质蛋白玉米改良系。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 试验设计** 试验采取裂区设计,随机排列,除品种因素外其他管理措施同一般大田。为便于小区灌溉采用菜畦设计,畦长10m、宽1.2m,每畦种2行,种植2个品系,行长9m,行距0.6m,小区面积5.4m<sup>2</sup>,行留苗40~41株(折合种植密度75000株/hm<sup>2</sup>)。因大棚面积所限,试验不设保护行。

2015年夏,对2014年冬棚内组配的新组合进行田间抗逆性和丰产性试验鉴定,采用2行区,行长4m,行距0.6m,播种密度为75000株/hm<sup>2</sup>,2次重复;2016年夏,对2015年夏筛选出的高产玉米组合进行田间抗逆性和丰产性试验鉴定,采用4行区,行长4m,行距0.6m,播种密度为75000株/hm<sup>2</sup>,3次重复,再进一步鉴定和验证北方温室大棚冬季玉米加代繁育的可行性。

**1.2.2 田间调查和室内考种** 在玉米成株期,田间调查株高、穗位高、抽丝期、散粉期、倒折数、病株数和空秆数等项目。玉米组合收获待果穗晒干后考种,考种项目为总穗数、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、秃尖长度、出子率、千粒重和产量<sup>[9]</sup>。按含水量13%折算小区产量,小区实际产量=实际收获子粒重量×单位面积÷小区收获面积<sup>[10]</sup>。各玉米品种的产量性状按3次重复的平均值进行统计分析。

**基金项目:**山东省农业良种工程基金项目;山东省现代农业产业体系基金项目(SDAIT-01-022-14)

**1.3 试验管理** 播种时间为2014年10月15日。采用人工整畦、开沟播种,在播种前施入底肥,每667m<sup>2</sup>施尿素、氯化钾各15kg,磷酸二铵10kg,锌肥1kg。按每穴2~3粒播种,播后立即浇蒙头水,保证出苗期土壤墒情良好,做到一播全苗。部分自交系错期7d播种。在大喇叭口期和孕穗期各追施尿素300kg/hm<sup>2</sup>,根据棚内的墒情在孕穗期和灌浆期进行浇水,整个生育期共浇水4次。

冬季大棚管理以增温补光为主。根据早晚和中午气温的变化,及时升、降棉被和开启通风口进行通风换气等工作,调节棚内温度,防止棚内气温过高或过低。针对冬季连续几日的雾霾阴冷天气和低温极端天气,在大棚内采取架设大功率白炽灯泡进行人工补光增温等措施。第2年春天气温回升,当气温≥30℃时,及时通风降温,防止高温逼熟,注意大棚保墒。

## 2 结果与分析

### 2.1 冬季温室大棚玉米加代播种期与抽雄期和生育期的关系

2014年冬利用温室大棚对玉米自

交系进行扩繁加代试验研究,表1的统计数据表明,播种时间为10月15日,试验材料一般在播种后11~14d出苗,比夏季播种出苗期晚5~7d;抽雄期介于1月9~30日,播种至抽雄的时间介于86~107d之间,比夏季播种抽雄期晚30~50d;抽雄至收获的时间介于52~66d之间,比夏季播种收获期晚15~25d;生育期介于150~165d之间,比夏季播种生育期长35~50d;根系一般都很发达,子粒都很饱满。其中,生育期最长的是自选孤雌诱导系4号,生育期为165d;生育期最短的是13X03,生育期为150d;抽雄时间最早的是1月9日抽雄的13X03,时间最晚的是1月30日抽雄的13X44和CA335回交改良系;播种至抽雄时间最长的是13X44和CA335回交改良系,均为107d,时间最短的是13X03为86d;抽雄至收获时间最短的是自选孤雌诱导系2号和自选孤雌诱导系5号,为52d,时间最长的是自选耐低氮自交系,为66d。

表1 2014年冬玉米育种材料在温室大棚内加代性状调查

自交系名称	播种期 (月·日)	出苗期 (月·日)	抽雄期 (月·日)	播种-抽雄期 (d)	收获期 (月·日)	抽雄-收获期 (d)	生育期 (d)	根系 长势	饱满度
自选孤雌诱导系2号	10·15	10·28	1·28	105	3·21	52	157	发达	饱满
13X44	10·15	10·29	1·30	107	3·26	55	162	适中	饱满
13X08	10·15	10·27	1·12	89	3·15	62	151	发达	饱满
自选耐低氮自交系	10·15	10·27	1·14	91	3·21	66	157	适中	饱满
郑58改良系	10·15	10·27	1·12	89	3·15	62	151	发达	饱满
庄8531改良系	10·15	10·27	1·25	102	3·23	57	159	发达	饱满
齐319改良系	10·15	10·26	1·11	88	3·12	60	148	适中	饱满
CA335回交改良系	10·15	10·29	1·30	107	3·28	57	164	发达	饱满
黄C回交改良系	10·15	10·28	1·28	105	3·24	55	160	发达	饱满
齐319回交改良系	10·15	10·27	1·22	99	3·26	63	162	发达	饱满
山东8129回交改良系	10·15	10·27	1·18	95	3·16	57	152	发达	饱满
13X12	10·15	10·28	1·21	98	3·24	62	160	发达	饱满
自选孤雌诱导系4号	10·15	10·27	1·23	100	3·29	65	165	发达	饱满
13X03	10·15	10·26	1·09	86	3·14	64	150	发达	饱满
自选孤雌诱导系5号	10·15	10·28	1·28	105	3·21	52	157	发达	饱满
自选孤雌诱导系7号	10·15	10·29	1·28	105	3·27	58	163	适中	饱满

## 2.2 夏季晚播玉米新组合抗逆性和丰产性试验鉴定

为检测冬季温室大棚加代繁育材料的有效性和实用性,进一步鉴定2014年冬利用16份自交系所配的玉米新组合的抗逆性和丰产性,2015年夏进行了玉米晚播抗逆性和丰产性鉴定试验。经综合鉴定,筛选出9个比对照品种表现好的玉米组合(表2)。2015年播种时间为7月15日,玉米组合在播种后5~7d出苗;抽雄期介于9月3~7日之间,散粉期介于9月3~9日之间,吐丝期介于9月3~8日之间,每667m<sup>2</sup>产量介于647.32~727.81kg之间,增产率介于0.96%~13.51%之间,出子率介于78.12%~84.44%之间,倒伏率介于0~7.11%之间。产量比对照增产3%以上的组合有5个,分别为ZH011、ZH121、ZH547、ZH057和ZH009,其中ZH011产量最高,达727.81kg,比对照增产13.51%,

出子率为84.06%,具有抗倒性好、空秆率低等优点;其次为ZH121,产量723.16kg,比对照增产12.79%,出子率为79.35%,抗倒性差,倒伏率为6.76%;第三为ZH547,产量686.26kg,比对照增产7.03%,出子率为81.53%,具有抗倒性好、空秆率低等优点;第四为ZH057,产量668.03kg,比对照增产4.19%,出子率为79.68%,抗倒性差,倒伏率为7.11%;第五为ZH009,产量662.39kg,比对照增产3.31%,出子率为82.32%,具有抗倒性好、空秆率低等优点;其余4个组合的产量虽然比对照高,但增产不明显,考虑到播期较晚等原因,可能是这些组合的优点和特性表现不出来,产量潜力没能发挥出来,致使玉米组合的出子率和产量偏低。所以,需要对以上9个组合进行播期调整,进入下一年夏季玉米组合抗逆性和丰产性鉴定试验。

表2 2015年夏玉米组合抗逆性和丰产性鉴定试验性状调查表

组合名称	播种期 (月·日)	出苗期 (月·日)	抽雄期 (月·日)	散粉期 (月·日)	吐丝期 (月·日)	产量 (kg/667m <sup>2</sup> )	增产 (%)	出子率 (%)	倒伏率 (%)	种子 饱满度
ZH011	7·15	7·21	9·4	9·4	9·3	727.81	13.51	84.06	0	饱满
ZH121	7·15	7·20	9·3	9·3	9·3	723.16	12.79	79.35	6.76	饱满
ZH547	7·15	7·22	9·3	9·7	9·6	686.26	7.03	81.53	0	饱满
ZH057	7·15	7·22	9·7	9·9	9·8	668.03	4.19	79.68	7.11	饱满
ZH009	7·15	7·21	9·3	9·3	9·3	662.39	3.31	82.32	0	饱满
ZH012	7·15	7·22	9·4	9·7	9·6	660.03	2.94	82.64	0	饱满
ZH063	7·15	7·21	9·3	9·3	9·4	657.45	2.54	84.44	0	饱满
ZH601	7·15	7·21	9·4	9·7	9·4	649.39	1.28	78.12	5.26	饱满
ZH301	7·15	7·22	9·3	9·7	9·3	647.32	0.96	83.42	0	饱满
郑单958(对照)	7·15	7·21	9·3	9·3	9·3	641.17	0	85.20	0	饱满

为进一步检测冬季温室大棚加代繁育材料的可靠性和有效性,2016年夏,对2015年筛选出的9个玉米组合进行了夏季抗逆性和丰产性试验鉴定。经综合鉴定,筛选出2个比对照品种增产5%以上的玉米组合,综合表现良好的组合有5个(表3)。2016年播种时间为5月3日,出苗期介于6月4~6日之间;抽雄期介于7月25~29日之间,散粉期和吐丝期介于7月26~31日之间,每667m<sup>2</sup>产量介于649.95~715.92kg之间,出子率介于85.57%~88.68%之间,倒伏率介于0~5.13%之间,空秆率介于0~4.90%之间,病株率介于0~7.8%

之间。产量比对照增产3%以上的组合有4个,分别为ZH547、ZH011、ZH121和ZH009,其中ZH547产量最高,产量达715.92kg,抗逆性、抗倒性、抗病性最好,空秆率最低;其次为ZH011,产量704.06kg,抗倒性和抗病性好,空秆率为1.37%;第三为ZH121,产量686.78kg,抗倒性和抗病性较差,空秆率为1.32%;第四为ZH009,产量679.03kg,抗倒性好,空秆率低,但抗病力差,病株率4.3%;其余5个组合的优缺点突出,对其亲本进行分析、调整、重新组配,用于后续的玉米育种试验研究。

表3 2016年夏玉米组合抗逆性和丰产性鉴定试验性状调查表

组合名称	播种期 (月·日)	出苗期 (月·日)	抽雄期 (月·日)	散粉期 (月·日)	吐丝期 (月·日)	产量 (kg/667m <sup>2</sup> )	增产 (%)	出子率 (%)	倒伏率 (%)	空秆率 (%)	病株率 (%)
ZH547	5·3	6·4	7·28	7·29	7·31	715.92	8.77	85.57	0	0	0
ZH011	5·3	6·5	7·25	7·26	7·27	704.06	6.97	87.21	0	1.37	0
ZH121	5·3	6·5	7·26	7·29	7·29	686.78	4.34	87.18	4.97	1.32	4.3
ZH009	5·3	6·4	7·26	7·27	7·28	679.03	3.16	88.11	0	0	4.3
ZH601	5·3	6·5	7·27	7·30	7·29	672.39	2.15	87.02	5.13	2.18	0
郑单 958	5·3	6·5	7·26	7·27	7·27	658.21	0	88.68	4.1	1.41	5.4
ZH057	5·3	6·5	7·29	7·31	7·31	658.03	-0.03	86.18	3.45	1.24	7.1
ZH063	5·3	6·5	7·25	7·27	7·26	657.45	-0.12	85.94	0	4.90	7.8
ZH301	5·3	6·5	7·26	7·28	7·27	651.32	-1.05	86.87	0	1.83	0
ZH012	5·3	6·6	7·27	7·29	7·31	649.95	-1.25	85.84	0	2.30	6.2

### 3 讨论与结论

北方影响玉米冬季加代的主要因素是大棚温度,鲁北地区1月中下旬正是外界气温最低的时间,棚内保温主要靠棚膜和棉被,此期正是玉米抽雄和吐丝的关键期,中午棚温控制在28℃左右,下午棚温下降至20℃时,立即盖被保温,在大雾弥漫连续3d以上不见太阳、棚温降至12℃左右时,须采用人工增温和补光措施。

冬季温室大棚加代繁育期间可以进行自交系加代繁育、测交种配制和育种材料后代选育、组配新组合和杂交制种等,大棚内比大田种植的玉米生育期偏长,尤其是播种至抽雄期延长,极有利于对抽雄期早、中、晚材料的严格选择;应选择植株健壮、根系发育较好、穗高比协调、抽雄和吐丝正常的单株自交;对于株型、叶型、叶色、苞叶、穗型和穗行数等遗传性较强的质量性状与大田生长无明显差别时,可严格选择。受温室大棚的空间所限,不能在大棚内进行大群体选择;因大棚是人造环境,大棚内无风和传毒性昆虫(灰飞虱),棚内的病害和逆境较轻,除了高温和低温逆境外,在棚内不能对自交系进行抗倒、抗病和抗虫等性状的鉴定和选择。

3年的不同播期玉米种植试验表明,冬季鲁北地区在温室大棚中进行玉米自交系加代繁育并组配新组合的方法是可行的。虽然在温室大棚内种植的自交系生育期普遍偏长,个别自交系会出现“返祖”及雄穗发育不良等现象,但不影响自交系的选育和杂交组合的生育期和产量。冬季北方温室大棚就地

玉米自交系加代繁育技术的推广和应用,可以有效解决鲁北地区中小企业和科研院所因人力和财力不足而无法南繁加代的育种难题。本试验由于条件所限,对于大棚内温度、湿度和光照的变化是否会导致玉米自交系性状的改变,对玉米的品质、产量和抗逆性等方面是否有影响等方面缺少鉴定和评估,将在以后的试验中进一步探讨。

### 参考文献

- [1] 郭庆法,王庆成,汪黎明. 中国玉米栽培学 [M]. 上海:上海科学技术出版社,2004: 284-300
- [2] 王春莲,宋清风,郑艳芳,等. 冬暖式大棚在玉米育种加代中的应用 [J]. 种子科技,2004,22(3): 166-167
- [3] 陈举林,王国胜,闫保罗,等. 冬暖式大棚玉米加代技术研究 [J]. 中国种业,2002(12): 31-32
- [4] 李峰,于春亮,盛梅,等. 冬暖式大棚玉米育种加代及自交系选育技术的研究 [J]. 中国种业,2008(12): 53-55
- [5] 张明友,王金召,王健,等. 利用大棚进行玉米加代选系的研究 [J]. 农业科技通讯,2009(10): 28-29
- [6] 吴明泉,侯廷荣,张桂阁,等. 利用大棚进行玉米冬繁加代初探 [J]. 玉米科学,2000,8(S1): 11-12
- [7] 王建强,贾俊,李馨富,等. 利用温室大棚进行北方超甜玉米加代技术研究 [J]. 中国种业,2013(2): 48
- [8] 李峰,王云鹏,于立娜,等. 玉米自交系一年三代种植与选育技术研究 [J]. 中国农学通报,2016,32(33): 64-69
- [9] 于永婷,张守林,张国合. 夏玉米免耕机械直播技术 [J]. 农业科技通讯,2009(2): 113-114
- [10] 邵群忠,马卫东,王成业. 黄淮海夏玉米无公害高产栽培技术探讨 [J]. 安徽农业科学,2005,33(4): 694,707

(收稿日期: 2017-09-19)