

分蘖对玉米农艺性状和产量的影响

张文忠, 王慧慧*, 芦明, 连培红, 申海斌 (山西省农业科学院谷子研究所, 山西长治 046011)

摘要 [目的]明确玉米生产中是否需要去除分蘖。[方法]选取3个具有不同分蘖率的自选玉米品系为研究对象,对有无分蘖处理的玉米相关农艺性状和产量进行调查。[结果]3个品系中有分蘖处理的植株株高和穗位高比无分蘖处理低,降幅分别为-2.7%~-0.2%和-9.3%~-0.8%;总叶面积均显著提高;产量性状中,有分蘖处理的鲜重、干穗重、干籽重、行粒数、百粒重比无分蘖处理有不同程度增加,但有无分蘖处理的植株果穗在鲜重、干穗重、干籽重上差异不显著;有分蘖处理的植株果穗秃尖长均下降,各性状中分蘖对秃尖长的影响最大,平均降幅为-27.63%。分蘖使各产量性状间的相关系数均发生不同程度的变化。在穗行数、行粒数、百粒重3个性状中,行粒数与产量的相关系数最大。[结论]分蘖对玉米植株的农艺性状有利,对品系的籽粒产量有一定贡献,生产中不需要去除分蘖。

关键词 玉米;分蘖;农艺性状;产量

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)30-0035-03

Effects of Tillers on Agronomic Characters and Yield of Maize

ZHANG Wen-zhong, WANG Hui-hui, LU Ming et al (Millet Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Changzhi, Shanxi 046011)

Abstract [Objective] To find out whether to remove tillers in maize production. [Method] Three strains with different tiller rates were chosen as the research objects to research the effects of tillers on agronomic characters and yield of maize. [Result] The plant height and ear height of maize with tillers were lower than those without tillers, the decline rates were from -2.7% to -0.2% and from -9.3% to -0.8%, respectively. The total leaf area of maize with tillers was significantly higher. Maize tillers increased fresh weight, dry weight, dry seed weight, kernel-row and 100-seed weight. The effects of tillers on fresh weight, dry weight and dry seed weight were not significant. Tiller had the most impact on bare tip length with an average decline of -27.63%. Tiller also changed the correlation among the yield traits. Among the ear row number, grains per row and 100-seed weight, the correlation between the grains per row and the yield was the greatest. [Conclusion] Maize tillers were beneficial to the agronomic characters and showed certain contribution to yield, so there was no need to remove maize tillers during production.

Key words Maize; Tiller; Agronomic characters; Yield

玉米是禾本科玉蜀黍属一年生草本植物,本身具有分蘖的特性,一般在近地表的叶腋处发生分蘖^[1]。经过长期的驯化和选育过程,现在普通的玉米品种大多不分蘖或分蘖较少。但是在生产中,玉米分蘖受玉米品种、种植密度、环境条件、田间施肥等多种因素的影响^[2-5]。近年来,由于过量施肥导致土壤肥力过剩、气候变化等原因,玉米分蘖的发生增多。玉米分蘖的发生是利还是弊存在争议。有人认为分蘖的发生耗损养分,与主茎形成竞争,造成减产,应及早除去分蘖^[6-7]。宋凤斌等^[8]研究发现,玉米分蘖可以增加籽粒产量,同时可提高生物产量。史振声^[9]试验结果表明,早熟甜玉米保留分蘖可提高土壤含水量,缩短玉米秃尖长,增加行粒数、穗重、穗粒数、千粒重。程新奇等^[10]的研究证明分蘖对甜玉米产量和选育新的育种材料有利,吕桂华等^[11]也发现分蘖对甜玉米产量有利。雷志刚等^[12]对16个不同青贮玉米品种进行研究,发现分蘖型青贮玉米品质显著优于单秆型青贮玉米。方向前等^[13-17]进行不同品种、施肥量、密度等试验,结果显示去除分蘖或保留分蘖对玉米产量影响不大。随着简约机械化种植的进展,减少劳动投入提高效率是必然趋势。因此探究玉米分蘖的发生对田间农艺性状和产量的影响具有一定实际意义。鉴于此,笔者以3个自选品系为材料,通过数据调查和分析,明确玉米分蘖的发生与主要性状的相关性,为该地区玉米生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2017年在山西省长治市山西省农业科学院谷子研究所完成,试验地属典型暖温带湿润大陆性季风气候,海拔950 m,年平均降水549.2 mm,年日照2 311.5~2 664.5 h,年平均无霜期156.8~181.9 d。试验地属半砂壤性土质,地力均匀,前茬作物为玉米。

1.2 试验材料 试验选取3个具有不同分蘖率的自选品系为材料,分别为品系I、II和III,这3个品系均为同一种植区域的普通玉米。

1.3 试验设计 试验设3个小区,每个品系种植1个小区,行长5.0 m,行距0.6 m,行数18行,种植密度为67 500株/hm²。田间管理与大田相同,生育期间田间管理良好。

试验设无分蘖和有分蘖2个处理,以有分蘖的植株为研究对象,无分蘖的植株为对照(CK)。苗期在每个小区中随机选择长势基本相同的植株20株,其中有分蘖的10株,无分蘖的10株,分别挂牌编号。在灌浆期测定挂牌株的主茎株高、穗位高、茎粗,主茎叶面积、分蘖叶面积、总叶面积,收获后对挂牌株进行单穗考种及产量测定,包括鲜重、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、秃尖长、干穗重、干籽重、百粒重等。

1.4 数据处理 试验数据采用Excel和SPSS软件进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 分蘖对玉米主茎生长的影响 从表1可以看出,3个品系有分蘖处理的主茎株高较无分蘖处理均有所降低,分别为1.2%、2.7%和0.2%。品系II有分蘖处理的株高显著低于无分蘖处理,其余2个品系有分蘖与无分蘖处理主茎株高差异

基金项目 山西省农业科学院育种工程项目(17yzgc022)。

作者简介 张文忠(1973—),男,山西襄汾人,副研究员,从事玉米育种及栽培工作。*通讯作者,助理研究员,硕士,从事玉米遗传育种研究。

收稿日期 2018-05-25

不显著,品系Ⅲ的株高显著高于品系Ⅰ和Ⅱ。3个品系有分蘖处理的主茎穗位高比无分蘖处理分别降低9.3%、7.0%和0.8%。品系Ⅰ有分蘖处理的主茎穗位高显著低于无分蘖处理,其余2个品系有无分蘖处理的穗位高差异不显著,品系Ⅲ的穗位高显著高于品系Ⅰ和Ⅱ。品系Ⅰ和Ⅲ有分蘖处理的主茎茎粗比无分蘖处理小,品系Ⅱ有分蘖处理的主茎茎粗略大于无分蘖处理,3个品系有分蘖处理与无分蘖处理主茎茎粗差异均不显著。有分蘖处理的株高、穗位高和茎粗比无分蘖处理分别降低1.4%、5.7%和0.9%,分蘖对穗位高的影响最大。

表1 分蘖对玉米主茎生长的影响

Table 1 Effects of maize tillers on the growth of main stems

| 品系 Line | 处理 Treatment | 株高 Plant height cm | 穗位高 Ear height cm | 茎粗 Stem diameter cm |
|------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| I | 无分蘖 | 298.9 ab | 104.9 b | 2.27 ab |
| | 有分蘖 | 295.2 a | 95.1 a | 2.22 a |
| | 比无分蘖增//% | -1.2 | -9.3 | -2.3 |
| II | 无分蘖 | 303.6 b | 106.4 b | 2.37 bc |
| | 有分蘖 | 295.4 a | 99.0 ab | 2.42 cd |
| | 比无分蘖增//% | -2.7 | -7.0 | 1.9 |
| III | 无分蘖 | 345.2 c | 148.8 c | 2.54 d |
| | 有分蘖 | 344.5 c | 147.6 c | 2.48 cd |
| | 比无分蘖增//% | -0.2 | -0.8 | -2.2 |
| 平均 Average | 比无分蘖增//% | -1.4 | -5.7 | -0.9 |

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 分蘖对玉米叶面积的影响 对玉米叶面积调查分析显示(表2),品系Ⅰ、Ⅲ有分蘖处理的主茎叶面积略低于无分蘖处理,品系Ⅱ有分蘖处理的主茎叶面积高于无分蘖处理,各品系有分蘖的主茎叶面积与无分蘖的叶面积之间差异均

不显著。3个品系有分蘖处理的总叶面积均显著高于无分蘖处理。品系Ⅲ有分蘖处理的总叶面积显著高于品系Ⅰ、Ⅱ有分蘖处理,品系Ⅲ无分蘖处理的叶面积也显著高于品系Ⅰ、Ⅱ无分蘖处理。

表2 分蘖对叶面积的影响

Table 2 Effects of tillers on leaf area of maize cm²

| 品系 Line | 处理 Treatment | 叶面积 Leaf area | | |
|------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| | | 主茎 Main stem | 分蘖 Tiller | 总叶面积 Total |
| I | 无分蘖 | 6 399.75 | 0 | 6 399.8 a |
| | 有分蘖 | 6 256.35 | 738.57 | 6 994.9 b |
| II | 无分蘖 | 6 178.35 | 0 | 6 178.4 a |
| | 有分蘖 | 6 420.78 | 418.65 | 6 839.4 b |
| III | 无分蘖 | 6 885.03 | 0 | 6 885.0 b |
| | 有分蘖 | 6 762.53 | 700.84 | 7 463.4 c |

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3 分蘖对玉米产量性状的影响 由表3可知,各品系有分蘖处理的果穗鲜重、干穗重、干籽重(单穗重)、百粒重较无分蘖处理有不同程度的增加,除品系Ⅱ有分蘖处理的百粒重显著高于无分蘖处理外,其余有分蘖与无分蘖处理的差异都不显著;3个品系之间果穗鲜重、干穗重、干籽重(单穗重)差异不显著。与无分蘖处理相比,品系Ⅰ、Ⅲ有分蘖处理的穗长增加,但品系Ⅱ降低,差异均不显著;品系Ⅰ、Ⅱ穗粗降低,品系Ⅲ略增高,差异不显著;品系Ⅰ、Ⅲ穗行数增加,但品系Ⅱ降低,差异均不显著;3个品系的行粒数均增加,品系Ⅰ行粒数显著增加,其余2个品系差异不显著;各品系秃尖长均呈下降趋势,其中品系Ⅱ显著下降。各性状中,分蘖对秃尖长的影响最大,降幅为-52.08%~-8.57%,平均-27.63%。

表3 分蘖对玉米产量性状的影响

Table 3 Effects of tillers on yield traits of maize

| 品系 Line | 处理 Treatment | 鲜重 Fresh weight g | 穗长 Ear length cm | 穗粗 Ear diameter cm | 穗行数 Ear row number | 行粒数 Grains per row | 秃尖长 Bare tip length//cm | 干穗重 Dry ear weight//g | 干籽重 Dry seed weight//g | 百粒重 100-seed weight//g |
|------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| I | 无分蘖 | 327.78 a | 19.05 a | 5.06 b | 17.6 ab | 37.1 a | 2.25 b | 274.98 a | 242.64 a | 38.82 b |
| | 有分蘖 | 339.37 a | 19.75 ab | 5.02 ab | 17.8 ab | 41.2 b | 1.75 ab | 288.31 a | 255.56 a | 38.89 b |
| | 比无分蘖增//% | 3.54 | 3.67 | -0.79 | 1.1 | 11.1 | -22.22 | 4.85 | 5.32 | 0.18 |
| II | 无分蘖 | 341.79 a | 20.30 b | 4.99 ab | 17.4 ab | 38.5 ab | 2.40 b | 279.90 a | 250.49 a | 39.41 b |
| | 有分蘖 | 350.34 a | 20.10 ab | 4.89 a | 16.6 a | 40.2 ab | 1.15 a | 284.68 a | 254.09 a | 42.65 c |
| | 比无分蘖增//% | 2.50 | -0.99 | -2.00 | -4.6 | 4.4 | -52.08 | 1.71 | 1.44 | 8.22 |
| III | 无分蘖 | 355.51 a | 19.55 ab | 4.89 a | 18.4 b | 39.7 ab | 1.75 ab | 279.08 a | 241.31 a | 35.39 a |
| | 有分蘖 | 360.24 a | 19.85 ab | 4.90 a | 18.6 b | 40.5 b | 1.60 ab | 284.26 a | 245.63 a | 35.49 a |
| | 比无分蘖增//% | 1.33 | 1.53 | 0.20 | 1.1 | 2.0 | -8.57 | 1.86 | 1.79 | 0.28 |
| 平均 Average | 比无分蘖增//% | 2.46 | 1.41 | -0.86 | -0.8 | 5.8 | -27.63 | 2.80 | 2.85 | 2.89 |

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.4 分蘖对产量性状间相关性的影响 分蘖使各产量性状间的相关系数均发生不同程度的变化(表4、5)。无分蘖的植株果穗干籽重(单穗重)与鲜重、行粒数、干穗重呈极显著正相关,与穗长、百粒重呈显著正相关,与穗粗、穗行数呈正相关,与秃尖呈负相关。有分蘖的植株果穗干籽重(单穗重)

与鲜重、穗长、穗粗、行粒数、干穗重呈极显著正相关,与穗行数、百粒重呈正相关,与秃尖呈显著负相关。穗行数、行粒数、百粒重3个性状中,行粒数与产量的相关系数最大,结合表3可以看出,有分蘖处理的行粒数比无分蘖处理平均增长5.8%,平均增幅最大。

表 4 无分蘖玉米产量性状的相关性

Table 4 Correlation among yield traits of maize without tillers

| 性状 Trait | 鲜重 Fresh weight | 穗长 Ear length | 穗粗 Ear diameter | 穗行数 Ear row number | 行粒数 Grains per row | 秃尖长 Bare tip length | 干穗重 Dry ear weight | 干籽重 Dry seed weight | 百粒重 100-seed weight |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 鲜重 Fresh weight | 1 | | | | | | | | |
| 穗长 Ear length | 0.387 * | 1 | | | | | | | |
| 穗粗 Ear diameter | 0.200 | -0.070 | 1 | | | | | | |
| 穗行数 Ear row number | 0.338 | -0.052 | 0.512 ** | 1 | | | | | |
| 行粒数 Grains per row | 0.444 * | 0.487 ** | -0.325 | -0.049 | 1 | | | | |
| 秃尖长 Bare tip length | -0.245 | 0.296 | 0.049 | -0.109 | -0.301 | 1 | | | |
| 干穗重 Dry ear weight | 0.899 ** | 0.426 * | 0.261 | 0.178 | 0.480 ** | -0.172 | 1 | | |
| 干籽重 Dry seed weight | 0.831 ** | 0.455 * | 0.316 | 0.124 | 0.467 ** | -0.139 | 0.976 ** | 1 | |
| 百粒重 100-seed weight | 0.070 | 0.180 | 0.162 | -0.526 ** | -0.102 | 0.262 | 0.291 | 0.372 * | 1 |

注: * 和 ** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著、极显著相关

Note: * and ** indicated significant and extremely significant correlatios at 0.05 and 0.01 levels, respectively

表 5 有分蘖玉米产量性状的相关性

Table 5 Correlation among yield traits of maize with tillers

| 性状 Trait | 鲜重 Fresh weight | 穗长 Ear length | 穗粗 Ear diameter | 穗行数 Ear row number | 行粒数 Grains per row | 秃尖长 Bare tip length | 干穗重 Dry ear weight | 干籽重 Dry seed weight | 百粒重 100-seed weight |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 鲜重 Fresh weight | 1 | | | | | | | | |
| 穗长 Ear length | 0.784 ** | 1 | | | | | | | |
| 穗粗 Ear diameter | 0.535 ** | 0.448 * | 1 | | | | | | |
| 穗行数 Ear row number | 0.356 | 0.126 | 0.504 ** | 1 | | | | | |
| 行粒数 Grains per row | 0.725 ** | 0.729 ** | 0.409 * | 0.080 | 1 | | | | |
| 秃尖长 Bare tip length | -0.437 * | -0.344 | -0.245 | 0.067 | -0.659 ** | 1 | | | |
| 干穗重 Dry ear weight | 0.936 ** | 0.792 ** | 0.615 ** | 0.329 | 0.785 ** | -0.406 * | 1 | | |
| 干籽重 Dry seed weight | 0.903 ** | 0.804 ** | 0.624 ** | 0.280 | 0.777 ** | -0.429 * | 0.990 ** | 1 | |
| 百粒重 100-seed weight | -0.077 | -0.074 | -0.040 | -0.601 ** | -0.077 | -0.231 | 0.006 | 0.079 | 1 |

注: * 和 ** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著、极显著相关

Note: * and ** indicated significant and extremely significant correlatios at 0.05 and 0.01 levels, respectively

3 结论与讨论

分蘖的发生是正常的现象,但是生产上普遍认为分蘖分散养分,影响大田通风性,减弱主茎的生长,最终造成减产,应该及早剔除。剔除分蘖需要投入人工劳动,增加了生产成本,同样影响生产收益,因此是否需要去除分蘖成为玉米生产上的困扰。该试验结果表明,有分蘖的玉米平均株高、穗位高比无分蘖玉米低,但有分蘖处理之间的差异显著性因品种不同而不同。苗期分蘖生长活跃,消耗土壤中的部分养分,削弱了主茎的顶端优势,从而降低主茎的株高、穗位高,减弱了倒伏的风险。李妍妍等^[18]研究也证明与保留分蘖相比,剔除分蘖在一定程度上提升了株高、穗位高。该试验中 3 个品系分蘖对茎粗的影响表现不一致,与张中东等^[19]的结果不同,这可能与试验所选材料少、时间短等有关,因此还应设置时间更长、品种更多的试验以获得更准确的结论。

开始生殖生长后,玉米分蘖停止发生或生长,有分蘖处理的主茎叶面积与无分蘖处理的差异不显著,植株总叶面积较无分蘖处理显著增加,钟雪梅等^[20]也得到相似的结论。但是这并不说明分蘖的发生分散了养分。研究结果显示,试验所选的 3 个品系有分蘖处理的干籽重(单穗重)较无分蘖处理均出现不同程度的增加,但有无分蘖差异不显著。分蘖的发生提高了鲜重、干穗重、行粒数、百粒重,降低了秃尖长,对穗长、穗粗、穗行数的影响趋势不一致。在穗行数、行粒

数、百粒重 3 个性状中,分蘖对行粒数的影响最大。玉米生长后期,分蘖不再生长,一般也不形成果穗,分蘖自身进行光合作用产生的有机物除了自身需求外,剩余的养分会输送给主茎,对籽粒产量产生积极的影响。宋凤斌等^[8]利用元素示踪技术研究玉米植株内的干物质去向时发现,雄穗形成前分蘖从主茎吸取少量养分,在开花后和灌浆期无穗分蘖向主茎果穗输送大量养分,这应该是保留分蘖栽培玉米不减产的重要原因之一。

综上所述,玉米分蘖的发生可以增加一定产量,同时适当降低株高、穗位高,增加百粒重,降低秃尖长,对植株农艺性状和产量性状都有正面作用,因此生产上不需要专门投入劳动力去除分蘖。另外试验中所选普通玉米分蘖对玉米产量的增产效果均不显著,所以不建议普通玉米在大田生产中为增产创造条件增加分蘖的发生。

参考文献

- [1] 李莹,石海春,柯永培,等.玉米分蘖性和多穗性的遗传研究进展[J].玉米科学,2009,17(2):56-59.
- [2] 王如芳.不同类型玉米品种分蘖规律及其调控的研究[D].泰安:山东农业大学,2012.
- [3] 方向前,闫伟平,吕端春,等.吉单 631 不同密度植株分蘖、产量及产量构成研究[J].东北农业科学,2017,42(2):1-5.
- [4] 王小星,李潮海.异常天气条件下不同玉米品种分蘖特性比较[J].玉米科学,2010,18(3):121-124.

12个组合,其对照优势 $H \geq 20\%$;恩 4824×掖 107、水 1-6×掖 107、临 1×德 12、绵 715×掖 107、RP128×德 12、遵优 1-1×德 12、98-3×掖 107、RP128×掖 107、TD1×掖 107 和 7041-5×掖 107 的对照优势较低, $H \leq -20\%$ 。测验种德 32 和 24 个被测系所配的组合中,除 TD1×德 32 和水 1-6×德 32 外,其余组合的对照优势都为正值,且大部分大于 20%,表明德 32 自交系是扩增温带玉米比较好的热带种质资源。

3 结论与讨论

有研究者认为杂种优势的利用是 20 世纪人类最伟大的发现之一。据估算在对粮食产量提高的贡献中仅杂种优势利用一项约占 40%,其他 60%是农药、化肥、地膜和其他栽培措施共同作用的结果^[12]。笔者对杂交组合的杂种优势进行了分析,根据产量分析结果表明,在 72 个组合中,恩 4824×德 32、南 202×德 32、MDH3-200×德 32、渝 9537×德 32、ZNC4-4-2×德 12、渝 8954×德 32、辽鉴 2 号×德 12、南 637×德 32、MDH3-200×德 12、冀丰 51-2×德 32、RP128×德 32、靖 07-4×德 32 和 ZYDH381-1×德 32 的产量较高,均超过对照 20%以上,表明这 12 个杂交组合在云南热带、亚热带玉米生产和育种上将可能发挥增产作用。

该试验 4 个较优的杂优组合模式分别为温带自交系恩玉 4824、南 202、MDH3-200、渝 8954、ZYDH381-1 和自交系德 32 的杂优组合模式。可见,在德宏自然生态区内,中国温带与热带种质间具有普遍杂种优势,热带种质对于拓宽中国温带玉米遗传基础、提高杂种优势潜力具有较高的利用价值,这与前人研究结果一致^[2]。

配合力是评价玉米基础材料利用价值的重要指标,是人们发现杂种优势现象后不断利用杂种优势的过程中逐渐形成的概念和分析方法^[2]。一般配合力是指某一自交系与另外一些自交系杂交其杂种后代的平均表现,其效应值与性状遗传的可能性成正比,表现的是基因的累加效应,是能够稳定遗传的部分,王懿波等^[13]研究认为,产量一般配合力高的材料组配高产组合的概率较大,因此在玉米育种中,尤其是组配杂交组合之前,它可以用来预测杂交后代的表现。综合 24 个被测系植株性状、穗部性状及单株产量的一般配合力表

现,得出 MDH3-200、辽鉴 2 号、南 202、冀丰 51-2、南 637 等自交系单株产量、植株性状、穗部性状的一般配合力效应表现优良,且具有较高的单株产量一般配合力效应,是较理想的亲本材料。被测系中的 R18、掖 107、绵 715、渝 8954、临 1、水 1-6 和 7041-5 的株高一般配合力效应值较低,可以作为改良株型的种质加以利用,其中绵 715 是比较宝贵的热带种质资源。分析 3 个测验种的单株产量,一般配合力德 32 最高,德 12 次之,掖 107 最低,德 32 自交系单株产量一般配合力较高,德 32 和 24 个测验种所配的组合单株产量特殊配合力效应值也较高,对照优势除 TD1×德 32 和水 1-6×德 32 外都为正值,且大部分大于 20%,表明产量一般配合力高的材料组配高产组合的概率较大,这与王懿波等^[14]的研究结果一致。同时也表明德 32 自交系是扩增温带玉米的比较好的热带种质资源,具有在德宏区域内用于配制优良组合的潜力。

参考文献

- [1] 赵久然,王荣焕,刘新香.我国玉米产业现状及生物育种发展趋势[J].生物产业技术,2016(3):45-52.
- [2] 陈彦惠,王利明,戴景瑞.中国温带玉米种质与热带、亚热带种质杂优组合模式研究[J].作物学报,2000,26(5):557-564.
- [3] TROYER A F. Background of U.S. hybrid corn II: Breeding, climate, and food[J]. Crop Sci, 2004, 44(2): 370-380.
- [4] TROYER A F. Review & interpretation background of U.S. hybrid corn[J]. Crop Sci, 1999, 39: 601-626.
- [5] 张世煌,彭泽斌.玉米杂种优势与种质扩增、改良和创新[J].中国农业科学,2000,33(Z1):34-39.
- [6] 许启凤.优质、高产玉米新品种的选育与应用[J].中国农业科技导报,2003,5(6):10-12.
- [7] 李新海,傅骏骅,张世煌,等.利用 SSR 标记研究玉米自交系的遗传变异[J].中国农业科学,2000,33(2):1-9.
- [8] 吴景锋.我国玉米杂交种发展的主要历程、差距和对策[J].玉米科学,1995,3(1):1-5.
- [9] 陈彦惠,李玉玲.玉米遗传育种学[M].郑州:河南科学技术出版社,1996:146-183.
- [10] 李竞雄.玉米育种研究进展[M].北京:科学出版社,1992:8-14.
- [11] 马育华.植物育种的量变遗传学基础[M].南京:江苏科学技术出版社,1932:376-437.
- [12] 王晚鸣,晋齐鸣,王作英,等.2002 年东北玉米丝黑穗病发病原因与防治建议[J].植保技术与推广,2003,23(3):12-14.
- [13] 王懿波,王振华,陆利行,等.中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究[J].中国农业科学,1997,30(4):16-24.
- [14] 王懿波,王振华,陆利行,等.中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究[J].新疆农业科学,2017,54(4):694-699.
- [15] 董鹏飞,刘天学,黄敬干,等.持续高温条件下不同肥料配施对玉米品种分蘖的影响研究[J].现代农业科技,2014(6):9-10.
- [16] 刘爽英.玉米分蘖对产量影响试验总结[J].农民致富之友,2013(9):117.
- [17] 刘宁,孙田,孙华庆,等.夏直播玉米分蘖对产量的影响[J].种子世界,2007(5):36.
- [18] 宋凤斌,孙晓秋,陈丹,等.玉米分蘖与子粒产量之间相互关系的研究[J].吉林农业科学,1991(4):32-34.
- [19] 史振声.早熟甜玉米留蘖增产技术研究[J].玉米科学,1993,1(1):20-22.
- [20] 程新奇,邹烁,赵丽君,等.甜玉米分蘖与籽粒产量关系的初步研究[J].湖南文理学院学报(自然科学版),2005,17(1):71-73.
- [21] 吕桂华,徐秀红,卢华兵,等.分蘖和密度对甜玉米产量及农艺性状的影响[J].农业科技通讯,2011(9):45-47.
- [22] 雷志刚,王业建,郝浩江,等.不同青贮玉米品种品质性状与农艺性状的相关分析[J].新疆农业科学,2017,54(4):694-699.
- [23] 方向前,闫伟平,吕端春,等.不同玉米品种去留分蘖对生物学性状、产量及产值的影响[J].东北农业科学,2016,41(5):5-10.
- [24] 方向前,闫伟平,付稀厚,等.不同施肥量下玉米去留分蘖对产量及构成因素的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):9-12.
- [25] 方向前,闫伟平,吕端春,等.吉林省湿润冷凉区不同施肥量下玉米分蘖对产量的影响[J].江苏农业科学,2015,43(2):99-101.
- [26] 方向前,闫伟平,付稀厚,等.吉林省湿润冷凉区玉米不同品种去除分蘖对产量的影响[J].中国种业,2015(7):44-46.
- [27] 方向前,闫伟平,吕端春,等.吉林省湿润冷凉区玉米分蘖对产量及产量构成的影响[J].吉林农业科学,2015,40(1):1-4.
- [28] 李妍妍,张喆,丰光,等.玉米不同密度下苗期分蘖处理对农艺性状和产量的影响[J].玉米科学,2015,23(5):107-111.
- [29] 张中东,翟广谦,郭正宇,等.分蘖对春播玉米长势及产量的影响[J].山西农业科学,2015,43(6):700-704.
- [30] 钟雪梅,史振声,孙淑凤,等.去分蘖与不去分蘖对玉米产量和主要性状的影响[J].江苏农业科学,2016,44(6):126-129.

(上接第 37 页)