

文章编号: 1005-0906(2007)S1-0100-04

玉米不同品种间、混作研究综述

朱 敏, 史振声, 李凤海, 王志斌

(沈阳农业大学特种玉米研究所, 沈阳 110161)

摘 要: 根据国内外玉米不同品种间作、混作的研究结果, 叙述了该种植方式群体的光合性能、生理生态效应、形态变化、产量、抗逆性以及由此所产生的当代杂种优势等方面的研究进展。对玉米不同品种间作、混作理论和技术问题进行了讨论。

关键词: 玉米; 间作; 混作; 产量

中图分类号: S513

文献标识码: A

Summary of Different Maize Variety Inter-planting and Mixed Cultivation

ZHU Min, SHI Zhen-sheng, LI Feng-hai, WANG Zhi-bin

(Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: According to the study results of different maize variety inter-planting and mixed cultivation at home and abroad, the author described the research development of photosynthesis of colony, physiological effect and ecological effect, morphological trait, crop yield, resistance and heterosis of F_0 generation. The problems of theory and technique of different maize variety inter-planting and mixed cultivation were also discussed.

Key words: Maize; Inter-planting; Mixed cultivation; Yield

近年来, 有关同一作物间作、混作要比单作增产在小麦^[1,2]、玉米、水稻^[3]上均有报道。加拿大的 Hoekstra^[4]曾对不同玉米品种进行混作试验, 比较单作和以不同比例混作群体的产量和竞争能力。赵文耀^[5]在胚胎阶段杂种优势利用的研究中提出, 异品种混作或 1:1 间作可比单作增产 7% ~ 10%。史振声、张喜华^[6]提出了 F_0 杂种优势利用的可能途径和设想, 即采用不同品种间作、混作可以增产和改善品质, 并通过试验进行了验证。孟庆平^[7]对立体栽培中当代杂交优势的测定也证明玉米立体栽培中不同品种间杂交优势。于桂霞^[8]利用玉米不同品种高矮秆间作也获得增产。李潮海^[9]研究了不同基因型玉米间作群体的生理生态效应, 发现间作群体的抗病虫、抗倒伏能力和对干旱的耐性显著增强。同时, 有关玉米花粉直感效应使子粒体积和重量增加的研究也有较多报道。本文将对玉米间作、混作种植方式的理论及研

究进展作一综述。

1 玉米不同品种间作、混作群体的光合性能

1.1 间作、混作群体光照强度和光分布的变化

作物干重 90% ~ 95% 是有机物, 而这些有机物都是通过光合作用而合成的, 因此光能利用率的高低与作物产量密切相关。单作时, 冠层上部叶片光照充足, 而中下部叶片往往光照不足产生浪费。当不同株高、株型的品种间作、混作时, 可使品种间互补, 间作可形成波浪式冠层而混作则形成凹凸式冠层, 从而使群体上部改平面受光为立体受光, 从而提高了群体的光能利用率。赵佰仁^[10]对拔节期至大喇叭口期不同株高的品种间作群体的光合势研究表明, 光合势分别比单作提高了 76% 和 78%; 大喇叭口期的田间透光率比单作提高了 54.0%。于桂霞^[8]等对间作群体光合效率及光能利用率的研究表明, 在拔节期和灌浆期, 间作群体的光合强度分别比单作增加了 37.2% 和 28.8%。全生育期的光能利用率高达 2.11%, 比单作时提高 58.6%。李潮海等研究认为, 吐丝后间作群体中抗病性差的品种光合速率下降幅度不同。成熟期间作的光合速率明显高于单作。崔俊

收稿日期: 2006-10-11

基金项目: 辽宁省自然科学基金(20032076)

作者简介: 朱 敏(1982-), 女, 在读硕士, 主要从事玉米栽培及栽培生理研究。Tel: 13842007155

E-mail: xiaozhu211@sohu.com

明^[1]等经研究得出,不论行比大小,间作的光合速率均比单作要高,在铁单 10 和西玉 3 号的间作群体中,2:2 间作,铁单 10 的光合速率比单作提高 20.5%;西玉 3 号间作比单作提高 9.9%。4:4 间作,铁单 10 的光合速率要比单作提高 21.8%;西玉 3 号则提高 7.6%。

1.2 间作、混作群体的叶面积变化

叶面积是与光合性能有关的另一个重要指标。赵佰仁、梁亚超等对不同时期叶面积指数的测定结果表明,间作的叶面积指数明显高于单作。苏新宏^[12]等研究发现,当间作和单作密度相同或相近时,间作可明显提高叶面积指数。掖单 2 号和掖单 12 间作,吐丝期分别比各自单作高出 0.54% 和 0.55%;吐丝后 15 d 高出 0.26% 和 0.17%;吐丝后 30 d 高出 0.58% 和 0.65%;成熟期则高出 0.54% 和 0.24%。可见间作增产与吐丝后绿叶面积增加导致光合势增强有关。王永宏、沈强云^[13]等对高油玉米和普通玉米混作(隔行间作)的研究也表明,不同品种组合的间作群体中各品种叶面积指数高峰期出现的时期不一致。在间作条件下,高油 647 比单作时绿叶功能期延长。一般说来,间作、混作群体的叶面积指数都比单作要高,而且有效光合叶面积的持绿时间较长,在一定程度上提高了群体的光合能力,为高产打下了基础。

1.3 间作、混作群体叶绿素含量的变化

张喜华^[14]对杂交 F₀ 代的母体植株研究发现,杂交植株叶片的叶绿素含量比自交株明显提高。李潮海^[9]等研究表明,间作与单作穗位叶的叶绿素含量不同。在吐丝期,单作 YY20 的叶绿素含量高于间作。但吐丝后 15~45 d,间作 DH1 和 YY20 的叶绿素含量要比单作高。因此,间作可为玉米高产稳产提供较为充足的光合产物。

2 间作、混作群体 CO₂ 含量和田间风速的变化

玉米田间风速由于受植株阻挡而大大减弱,使植株间湍流交换减弱,导致 CO₂ 输送量减少以及地中热量和水汽不易扩散,使得田间生态环境变劣从而限制玉米的光合作用。研究证明,不同种植方式的田间风速变化是不同的。赵佰仁等研究表明,间作群体株间风速比单作增加 18.01%~42.88%,平均增加 26.65%。行间风速比单作增加 27.18%~36.68%,平均增加 37.9%。二氧化碳浓度比单作增加 36.56%。崔俊明、宋长江等对不同玉米杂交种间作的研究表明,间作充分利用了空间,田间通风透光较好,从而提高

了玉米的产量。

3 间作、混作群体形态特征及产量变化

3.1 间作、混作群体农艺性状的变化

史振声^[15]研究发现,沈单 3 号和沈单 4 号在等量混作时封垄前的叶片数、播种至开花的天数、穗位叶长和穗长与单作相比差异不大,而株高变化较明显;5003×E28 和辽轮 814×E28 混作与单作时的穗位叶长无明显差异,株高、穗位、穗长与单作相比差异较大;而 5003×E28、7954×50003、B77×360 三个品种混作与单作时的穗位叶长同样也无明显差异,株高、穗位、穗长则差异显著。这说明不同种植方式的植株穗位叶长表现稳定,株高、穗位、穗长变化较明显。苏新宏、李朝海等研究发现拔节期株高整齐度均高于相应的单作。掖单 2 号与登海 1 号间作、豫玉 22 与豫玉 20 间作、丹玉 13 与登海 1 号间作群体的整齐度依次为 11.417 3、15.885 8、24.588 2,均高于各自单作。而在吐丝期三个间作群体的株高整齐度均介于相应的单作之间,由此看来间作后复合群体对株高有一定的自动调控能力。王永宏、沈强云等通过对高油玉米和普通玉米间作的研究表明,间作后高油品种的株高、穗位均有所下降,充分发挥了高油玉米植株高大的空间优势,从而使高油品种在间作条件下表现高产。崔俊明等研究认为,不论是紧凑型中穗品种还是稀植大穗型品种,不论采用 2 行、4 行还是 6 行间作均比单作时的株高和穗位降低,另外在穗长、穗粒数、百粒重、出籽率和产量等方面也表现出差异,间作均优于单作,可能与间作比单作优化了群体与个体在光能、水分和养分的利用有关。

3.2 间作、混作群体对子粒品质的影响

史振声等提出采用不同品种间作可以利用当代杂种优势来提高营养含量。利用高含量品种的花粉直感效应可使低含量品种营养成分提高,并通过试验得到了证实。宋同明^[16]利用普通玉米与高油玉米混作,通过高油玉米油分基因的花粉直感效应,提高了子粒含油量和蛋白质含量,且产量也有所增加。王永宏等研究结果表明,掖单 19 子粒含油量为 3.8%,参试的高油玉米含油量为 7.14%~9.87%。混作后,可以使普通玉米的含油量从 3.8% 增加至 5.34%~6.56%,说明高油玉米含油量越高花粉直感效应就越明显。贾玉峰、张新生^[17]等对普通玉米与高油玉米杂交的试验表明,杂交当代子粒的蛋白质含量有的表现为正向超亲优势,有的表现为负向超亲优势,而

淀粉含量均高于父本,无负向超亲优势,说明杂交后对当代子粒蛋白质和淀粉的含量均有一定的影响。

3.3 间作、混作群体对产量和产量构成因素的影响

史振声^[15]在对多个玉米品种等量混作的研究中发现,各混作组合的穗粒数、粒重均有所增加,只是5003×E28和辽轮814×E28混作中,5003×E28混作后反而比其单作时的千粒重降低了1.96%,在三个品种等量混作中7945×5003混作的千粒重则降低15.66%。对于混作的产量,在三个混作组合中,沈单3号与沈单4号混作比预测产量(参试品种单作时的平均产量)增加11.8%,且比高产品种单作增产9.41%。5003×E28和辽轮814×E28混作分别增加2.69%和0.99%。而5003×E28,7954×5003, B77×360三个品种混作则分别增加了10.87%和5.95%。赵佰仁、梁亚超等研究表明,高秆黑221和矮秆嫩048间作平均比单作玉米增产0.86%。四单19和矮秆嫩95048间作平均比四单19单作增产0.76%。苏新宏、李潮海等研究发现,间作和单作相比有利于穗粒数和粒重的增加。掖单12、掖单13间作的穗粒数比单作增加9.28%和15.66%,而在掖单2号与登海1号,丹玉13与登海1号间作中,登海1号间作分别比单作增加-1.73%和1.03%,说明不同间作组合对同一品种的穗粒数影响不同。掖单2号的千粒重间作比单作增加5.95%,掖单2号与掖单12间作比分别比单作增产14.07%和14.70%。而豫玉22与掖单13间作比豫玉22单作增产9.46%。可见不同间作组合增产幅度不同,要合理搭配品种才能有利于高产和稳产。王永宏等研究表明,掖单19与油饲67间作比掖单19单作增产6.84%,高油玉米与普通玉米单作相比,高油647单作比掖单19单作减产6.06%,而高油647混作比掖单19单作减产0.76%,因此,混作的高油647比其单作表现增产;掖单19与高油115混作产量比掖单19单作增产4.08%,而与高油298混作则比掖单19单作增产0.41%,这说明不同品种混作效果不同,有些组合使高油玉米增产,而有些使普通玉米增产。

4 不同品种间作、混作群体对抗逆性的影响

在生产中,由于品种单一化遗传基础狭窄导致防御机制脆弱,长期种植感病品种造成对病原菌毒性小种的定向选择和病源累积,促使其形成优势小种而使作物受害日趋严重,在玉米上尤为突出。史振声通过对不同混作组合倒伏率的调查得出,

5003×E28和辽轮814×E28混作与单作相比倒伏率降低了2.67%,达到了显著水平;而在三个品种混作的处理中,B77×360混作比单作的倒伏率下降了8.34%。蒋佩兰^[18]等对不同种植方式的玉米田间害虫及天敌与产量关系的研究表明,间作比单作的玉米螟被害株率减少,从而使产量提高。李潮海等的研究结果表明,YY20间作比单作的叶斑病和叶锈病分别降低46.6%和27.9%,表明抗病性不同的品种间作后构成的复合群体对其病害的抗性显著提高。不同基因型玉米间作复合群体对植株的抗倒性也有一定的影响,DH1与DY13间作比单作的倒伏率下降了70%,YY22与YY20间作几乎无倒伏,而YY22单作的倒伏率为7.9%。DH1与YY21间作倒伏率比单作下降了72.1%。说明选择合适的品种搭配,可以有效降低群体的抗倒伏能力。

5 不同品种间作、混作的当代杂种优势

由于不同品种间作、混作产生胚乳直感而表现出当代杂种优势,许多学者为此进行了大量研究。赵文耀^[19]认为玉米从受精到子粒成熟期具有杂种优势,利用混合授粉法进行试验,结果得出杂交粒比自交粒百粒重增加2.88g,产量增加8.8%。史振声、张喜华也提出利用玉米当代杂种优势,将两个和多个基因型不同的品种混合播种,可增加杂交授粉的几率而提高产量。史振声^[20]进一步研究发现白粒×黄粒杂交比自交百粒重提高5.19%,子粒体积增加7.15%。孟庆平、吴凤林等通过对不同玉米杂种立体栽培的当代杂种优势的测定,充分证明了不同品种间杂交优势的存在,主要表现在不同组合自由授粉的穗粒数平均比自交增加了40.7粒,百粒重增加了1.1g,穗粒重增加了28.5g。Tsai C L^[21]从生理方面分析了杂交当代子粒增重的原因,认为杂交可明显延迟子粒黑层的形成,通过延长灌浆时间而积累更多的干物质,从而导致粒重的增加。李凤海^[22]也认为杂交对不同灌浆时期粒重的影响不同,辽原一号×沈单7号在授粉后30d百粒重比辽原一号自交增加了1.148g,授粉后40d增加了1.045g,授粉后46d增加了1.815g,因此得出杂交当代子粒的灌浆速率比自交的要快。孟庆平、姚玉成^[23]等对玉米当代杂种优势的进一步研究表明,对于当代杂交优势率,人工杂交比天然杂交增加4.5%,而天然杂交比自交增加12.7%,且对于不同品种组配的试验,其当代杂种优势在穗粒数、粒重、百粒重上都是天然杂交优势率

略小于人工杂交。这说明天然杂交在当代杂种优势利用上具有应用价值,但在间作、混作时注意品种的合理搭配。

7 结 论

一般认为,间作、混作群体若品种搭配合理、比例合适可获得较大幅度增产,主要表现为穗粒数和穗粒重的增加,间作增产一般不超过 15%;混作增产则为 10%左右。目前,对玉米不同品种间、混作的研究相对较少,至于其对产量和构成因素的影响,不同的研究结果存在较大差异,可能与试验方法和试材的不同有关。

间作、混作群体形成的波浪式冠层或凹凸式冠层构成了一种新型群体结构。这种立体的冠层结构由于增大了群体受光面积,提高了光能利用率。另外,通风透光条件也较好,便于植株的生长,使得上部叶片叶面积增加且持绿时间长,叶绿素的含量较高,增强了光合作用,从而提高了整体的光合速率,积累更多的光合产物供作物生长的需要,为高产奠定了基础。

合理的间作、混作群体应符合以下几个主要条件:一是一致的生育期;二是合理的株高差。以不同株高的品种搭配构建出合理的群体结构;三是高秆品种有较高的增产潜力,矮秆品种稳产性较强;四是品种间在抗性等方面有较强的互补性;五是间作、混作的行比或比例。从理论上讲,品种越多群体的遗传基础就越复杂,丰产性和稳产性就越好。但所涉及的指标及变数也就越大,不容易把握^[24]。

玉米不同品种间作的技术原理比较简单,容易被接受,技术应用上可操作性强。而混作的理论和技术都更为复杂,在生产中应注意密切跟踪玉米新品种选育的动向,及时对配对品种替换、补充或更新。就目前来说,这项技术的应用还够不成熟,其增产理论和技术问题还有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 曹克强,曾士迈. 小麦品种混合种植的抗病增产作用[J]. 国外农学:麦类作物,1992(3):47-48.
- [2] 曹克强,曾士迈. 品种混合种植的防病保产作用[J]. 植物保护,1990(2):46-48.
- [3] 唐大玉,陈淑萍. 水稻混种栽培试验初报[J]. 河北农垦科技,1989(2):38-44.
- [4] 赵文耀. 玉米胚胎阶段杂种优势的利用初探[J]. 辽宁农业科学,1984(5):5-8.
- [5] 史振声,张喜华. 关于玉米 F_0 代杂种优势的理论与实践的探讨[J]. 辽宁农业科学,1985(3):26-29.
- [6] 孟庆平,吴凤林,等. 玉米立体栽培中当代杂交优势利用的初探[J]. 玉米科学,1997,5(3):43-45.
- [7] 于桂霞. 玉米高矮秆间作实验研究初报[J]. 耕作与栽培,1999(2):8-10.
- [8] 李潮海,苏新宏,等. 不同基因型玉米间作复合群体生态生理效应[J]. 生态学报,2002,22(12):2096-2102.
- [9] 赵佰仁,梁亚超,等. 玉米高矮秆立体间作新模式研究[J]. 玉米科学,1999,7(3):51-53.
- [10] 崔俊明,宋长江,等. 不同类型玉米杂交种高矮立体间作种植技术研究[J]. 杂粮作物,2005,25(4):253-257.
- [11] 苏新宏,李潮海,等. 不同基因型玉米间作研究初报[J]. 玉米科学,2000,8(4):57-60.
- [12] 王永宏,沈强云,等. 高油玉米与普通玉米混种应用效益的评价[J]. 玉米科学,2003,11(4):50-52.
- [13] 张喜华. 玉米杂交 F_0 代的生化分析[J]. 沈阳农业大学学报,1994,25(2):145-148.
- [14] 史振声. 对多个玉米单交种等量混种与单种的产量比较和主要性状分析[J]. 种子,1989(1):35-38.
- [15] 宋同明. 雄花不育,单交种再杂交,花粉直感与高产优质高油玉米生产. 全国作物育种学术讨论会论文集[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998.
- [16] 贾玉峰,张新生,等. 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒化学成分的遗传分析[J]. 玉米科学,2004,12(2):26-29.
- [17] 蒋佩兰,刘龙旺,等. 不同种植方式玉米田玉米害虫及其天敌与产量的研究[J]. 江西农业大学学报,1995,17(1):25-27.
- [18] 赵文耀. 关于玉米从受精到子粒成熟有无杂种优势的探讨[J]. 辽宁农业科学,1981(6):48-51.
- [19] 史振声. 关于玉米 F_0 代杂种优势的理论与实践的探讨(续)[J]. 辽宁农业科学,1987(4):31-33.
- [20] Tsai C L. 受异花授粉饰变的玉米胚乳的干物质和 N 素积累[J]. 杂粮作物,1991(3):16-20.
- [21] 李凤海. 杂交当代玉米子粒增重现象研究初报[J]. 国外农学—杂粮作物,1998,18(5):35-36.
- [22] 孟庆平,姚玉成,等. 玉米品种间当代杂种优势测试和利用的初探[J]. 玉米科学,2002,10(增刊):14-15.
- [23] 史振声,张喜华,等. 不同玉米品种间、混种植栽培的技术探讨[J]. 玉米科学,2006,14(4):111-113.

(责任编辑:朱玉芹)